

Valutazione degli apprendimenti e calcolo del valore aggiunto nelle rilevazioni nazionali per il primo ciclo d'istruzione

Learning assessment and value-added scores in the national surveys for the first cycle of schooling

Davide Capperucci^a

^a *Università degli Studi di Firenze*, davide.capperucci@unifi.it

Abstract

Il presente contributo prende in esame la misura del valore aggiunto nelle rilevazioni del Servizio Nazionale di Valutazione in riferimento al biennio 2015-2017. A partire dal dibattito internazionale sui modelli statistici di regressione e sul grado di affidabilità del valore aggiunto applicato alla valutazione degli apprendimenti, viene indagato in che modo il cosiddetto “effetto scuola” possa essere rilevato e supportato nella pratica delle scuole a partire dall’analisi dei risultati delle rilevazioni nazionali. Nel fare questo vengono messi in luce i punti di forza e di debolezza delle misure del valore aggiunto impiegate sia nella valutazione di sistema che in quella delle scuole, a sostegno della tesi che dette procedure possono rivelarsi utili non tanto alla costruzione di sistemi esterni di accountability quanto alla promozione di processi interni di autovalutazione finalizzati all’elevamento dell’efficacia didattica e al miglioramento delle prestazioni degli alunni.

Parole chiave: valore aggiunto; autovalutazione; prove standardizzate; miglioramento risultati di apprendimento

Abstract

This present paper examines the value-added scores of National Evaluation Service surveys for the two-year period 2015-2017. Moving from the international debate on regression statistical models and the degree of reliability of the value-added assessment for school learning, the article investigates how the so-called “school effect” can be detected and supported in the practice of schools starting from the result analysis of national evaluation surveys. In doing so, the strengths and weaknesses of the value-added measures used both in the system and school evaluation are highlighted, in support of the thesis that such procedures may prove useful not so much in building external accountability systems than to the promotion of internal self-assessment processes aimed at increasing the effectiveness of teaching and improving the performance of pupils.

Keywords: value-added; self-evaluation; standardized tests; learning outcome improvement

1. Introduzione

Dall'anno scolastico 2008-2009, grazie all'Invalsi (Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema educativo di Istruzione e di formazione), le rilevazioni nazionali degli apprendimenti degli alunni sono diventate una pratica diffusa anche in Italia come avviene in molti altri paesi europei (European Commission/EACEA/Eurydice, 2009; 2015). Dette rilevazioni forniscono informazioni per la valutazione di sistema ed in tempi più recenti, con l'istituzione del Sistema Nazionale di Valutazione (SNV), previsto dal D.P.R. n. 80/2013, anche per quella delle scuole.

I risultati complessivi delle prove di Italiano e Matematica vengono presentati con cadenza annuale nel cosiddetto Rapporto Nazionale (Invalsi, 2016a; 2017), che riporta la descrizione dei punteggi medi “grezzi”¹ a livello Paese, per macro-aree geografiche, disciplina, singola domanda e specifiche categorie socio-demografiche riferite agli alunni.

Dal 2016, l'Invalsi ha inserito nel Rapporto Nazionale e nel Rapporto di scuola, sia i risultati assoluti, conseguiti rispettivamente dalle classi-campione e dalla popolazione di ciascuna scuola coinvolta nella rilevazione, sia i risultati ottenuti in termini di “valore aggiunto”. Quest'ultimo, come vedremo meglio più avanti, rappresenta la quantificazione del cosiddetto “effetto scuola”, ossia di quella parte del risultato di una prova che non dipende dai fattori esogeni che la scuola non può modificare direttamente, quali il contesto sociale generale, l'origine sociale degli studenti, la preparazione pregressa degli allievi, etc. (Invalsi, 2016a).

Il presente contributo, facendo riferimento alla letteratura nazionale e internazionale su questo tema, intende soffermarsi soprattutto sull'uso che le scuole possono fare delle misure connesse al valore aggiunto per incrementare, a partire dall'autovalutazione, l'efficacia della didattica e il miglioramento dei risultati di apprendimento.

2. Il valore aggiunto: rilevare l'effetto scuola sugli apprendimenti

I punteggi medi “grezzi” degli apprendimenti, ottenuti a seguito della somministrazione delle prove Invalsi (o prove del Servizio Nazionale di Valutazione, SNV), forniscono un'istantanea sullo stato dell'arte delle acquisizioni degli alunni a livello nazionale e per area geografica riguardo alle classi considerate. Questi dati, se messi in relazione con quelli delle rilevazioni condotte negli anni precedenti, vengono a costituire, all'interno di una prospettiva longitudinale, lo storico degli apprendimenti di Italiano e Matematica, ovvero una banca dati di informazioni utili sia a livello di sistema che a livello di singola istituzione scolastica per incrementare i risultati degli alunni a partire da alcuni dati di misura che le prove SNV, pur nella limitatezza degli ambiti cui si riferiscono, sono in grado di rilevare in modo tendenzialmente valido ed attendibile (Capperucci, 2017). Più precisamente, questo confronto diacronico è stato possibile soprattutto negli ultimi anni e per le sole scuole campione, all'interno delle quali sono state somministrate a sotto-campioni di studenti apposite “prove di ancoraggio” (Invalsi, 2017).

Nonostante ciò, l'analisi dei risultati di apprendimento e soprattutto la loro evoluzione (o involuzione) non possono essere costruite solo ed esclusivamente a partire dai dati grezzi. La comparazione tra questo genere di risultati assume un valore relativo, soprattutto quando

¹ Per punteggi grezzi si intendono tutti quei dati non depurati dall'effetto di fattori che poco o nulla dipendono dalla scuola oggetto di rilevazione.

il confronto avviene tra i dati di classe e di scuola con quelli di aggregazioni molto più ampie, quali la regione, la macro-area di riferimento o l'intero paese, poiché all'interno di questa casistica vengono messi a confronto realtà e contesti scolastici molto diversi ed eterogenei tra loro. Tali risultati infatti sono la conseguenza del concatenarsi di molteplici fattori, sovente di natura diversa, ma tutti quanti in grado di influenzare l'apprendimento. Essi rimandano al contesto socio-economico-culturale di appartenenza, all'origine di provenienza (nativi o meno), al genere, alle conoscenze individuali pregresse, alle caratteristiche del gruppo di apprendimento in cui l'alunno è inserito, ecc. Pertanto quando ci poniamo l'interrogativo se quella scuola, con le risorse di cui dispone, è in grado di sviluppare apprendimenti nei propri alunni e vogliamo verificarlo ponendola in relazione con altre scuole, innanzitutto dobbiamo essere sicuri che detta comparazione avvenga tra scuole che dal punto di vista del contesto e delle caratteristiche degli alunni sono simili tra loro. Per questo negli ultimi anni i risultati restituiti ad ogni singola istituzione scolastica, ed esplicitati nel report Invalsi a livello di scuola, vengono confrontati con i risultati conseguiti da un campione di 200 scuole che presentano il medesimo background socio-economico-culturale. Attraverso il "Questionario studente" e la "Scheda raccolta informazioni di contesto", coerentemente con gli strumenti utilizzati nelle principali indagini comparative internazionali sulle competenze e le conoscenze possedute dagli studenti (OCSE PISA, IEA TIMSS e IEA PIRLS), vengono raccolte informazioni riguardanti la famiglia di origine, lo status occupazionale dei genitori, il loro livello di istruzione, il possesso di alcuni specifici beni materiali intesi come variabili di prossimità di un contesto economico e culturale favorevole all'apprendimento. La comparazione tra i risultati medi delle prove a livello di classe e di scuola e i valori grezzi del campione regionale, della macro-area geografica o della nazione è sì utile, ma in misura decisamente minore, poiché all'interno di detti campioni sono presenti scuole con caratteristiche talvolta molto diverse a livello socio-economico e culturale da quelle che connotano la scuola cui ci stiamo riferendo. Può ad esempio verificarsi il caso di scuole o classi che ottengono ottimi risultati e quindi sono ritenute molto efficaci, e altre che ottengono risultati assai modesti e per questo sono ritenute poco efficaci. Dette differenze di risultato espresse dai valori medi delle prove solo in parte dipendono dall'operato delle scuole, infatti per lo più queste sono determinate dalle caratteristiche degli studenti, ovvero dal fatto che si abbiano di fronte classi composte da studenti socio-economicamente e culturalmente avvantaggiati o svantaggiati. La scuola, in questo modo, altro non fa che ottenere risultati omogenei con le caratteristiche degli studenti che la frequentano (Giovannini & Tordi, 2009).

La scuola non è in grado di tenere sotto controllo tutti i fattori di contesto e individuali che influenzano l'apprendimento, perché alcuni di questi sfuggono dalla propria portata, quello di cui invece è responsabile e che può gestire con cognizione di causa è la qualità delle azioni didattiche e organizzative che destina alla propria utenza. Quindi nel valutare l'efficacia di una scuola è necessario distinguere l'"effetto della scuola" sull'apprendimento dall'incidenza di quei fattori che sfuggono al suo controllo, ma che comunque hanno il potere di influenzare l'apprendimento degli alunni. In estrema sintesi occorre separare l'effetto delle caratteristiche personali degli alunni e del contesto, compreso il loro livello di preparazione in ingresso, dall'effetto dei processi gestionali, organizzativi, didattici, educativi che la scuola realizza intenzionalmente (Campodifiori, Figura, Papini & Ricci, 2010).

In tal senso può rivelarsi utile leggere i risultati di apprendimento degli alunni non tanto in base ai valori assoluti, ma in termini di "valore aggiunto". Il valore aggiunto di una scuola è dunque il contributo specifico fornito dalla scuola stessa al rendimento dei suoi alunni, a prescindere dal loro retroterra sociale, economico, culturale. Grazie al valore aggiunto

diventa possibile misurare quanto la scuola sia in grado di incidere sugli apprendimenti degli alunni.

3. Il calcolo del valore aggiunto nelle rilevazioni nazionali degli apprendimenti

Se prendiamo in esame i risultati medi di una scuola nelle prove di Italiano e Matematica del Servizio Nazionale di Valutazione, essi possono essere dati sia dall'efficacia degli interventi realizzati a livello scolastico ma anche dalle condizioni degli alunni, dalle loro conoscenze pregresse, dai supporti che ricevono dalle famiglie. Nel momento in cui riusciamo ad individuare una relazione diretta tra l'effetto scuola e i risultati di apprendimento, possiamo verificare quanto la scuola abbia di fatto contribuito a determinare la qualità dei risultati misurati dalla prova stessa.

Il calcolo del valore aggiunto, pertanto, non procede di pari passo con la media dei punteggi ottenuti in una prova. Non necessariamente una scuola che presenta risultati superiori alla media nazionale, ad esempio, presenta valori altrettanto alti per quanto riguarda il valore aggiunto. Date due scuole, quella con i valori medi più bassi può comunque presentare una misura del valore aggiunto superiore a quella con una media più alta, poiché i margini di miglioramento registrati dalla prima possono essere superiori a quelli della seconda, sebbene quest'ultima in termini assoluti continui a mantenere una media più alta, dovuta non tanto all'azione diretta della scuola, ma ad altri fattori personali e/o di contesto in grado di influenzare l'apprendimento (Figura & Ricci, 2011).

Un esempio coerente con quanto appena detto è riportato nella Figura 1, dove sono rappresentati i risultati di un gruppo di scuole a seguito della somministrazione di un test di matematica per la scuola primaria (Goldstein, 2001). Il modello A della figura riproduce l'ordinamento delle scuole rispetto ai punteggi medi grezzi ottenuti nella prova. Tra queste sono state contrassegnate due scuole, una con un cerchietto (all'ultimo posto della graduatoria) ed un'altra con un triangolo (posizionata nei posti più elevati della distribuzione). Il modello B rappresenta l'ordinamento dei risultati medi del medesimo gruppo a seguito dell'aggiustamento di alcune variabili di contesto legate nel caso specifico allo status socio-economico-culturale degli alunni. Come si può notare facilmente, la posizione della scuola contrassegnata con il cerchietto è sensibilmente migliorata, infatti l'intervallo di confidenza associato alla sua media, intersecando la linea orizzontale corrispondente alla media generale, mette in evidenza come tale scuola non differisca in termini di risultati medi in modo significativo dalla maggior parte delle scuole esaminate. Ciò che si nota in modo altrettanto evidente è come i risultati piuttosto negativi rilevati nel modello A siano in parte determinati dalle condizioni di difficoltà socio-economica delle famiglie (e non dall'operato della scuola). L'eliminazione di questo fattore di condizionamento fa in modo che la distanza dei risultati tra le due scuole sia decisamente ridimensionata. Nel modello C, i risultati delle scuole vengono rappresentati in base alla valutazione del valore aggiunto.

In questo caso, i risultati attraverso una regressione statistica sono stati aggiustati non solo in base ai fattori di condizionamento socio-demografico, ma anche a partire dal rendimento conseguito al termine della classe precedente ovvero le conoscenze pregresse in matematica. Come si può notare il calcolo del valore aggiunto presenta una situazione capovolta tra le due scuole prese a riferimento rispetto ad una valutazione effettuata solo in funzione dei punteggi medi grezzi. Per cui volendo stimare i risultati della scuola in termini

di efficacia, letta in relazione al miglioramento dei risultati di apprendimento in matematica, si può notare come questo sia avvenuto maggiormente nella scuola contrassegnata dal cerchietto piuttosto che in quella indicata dal triangolo.

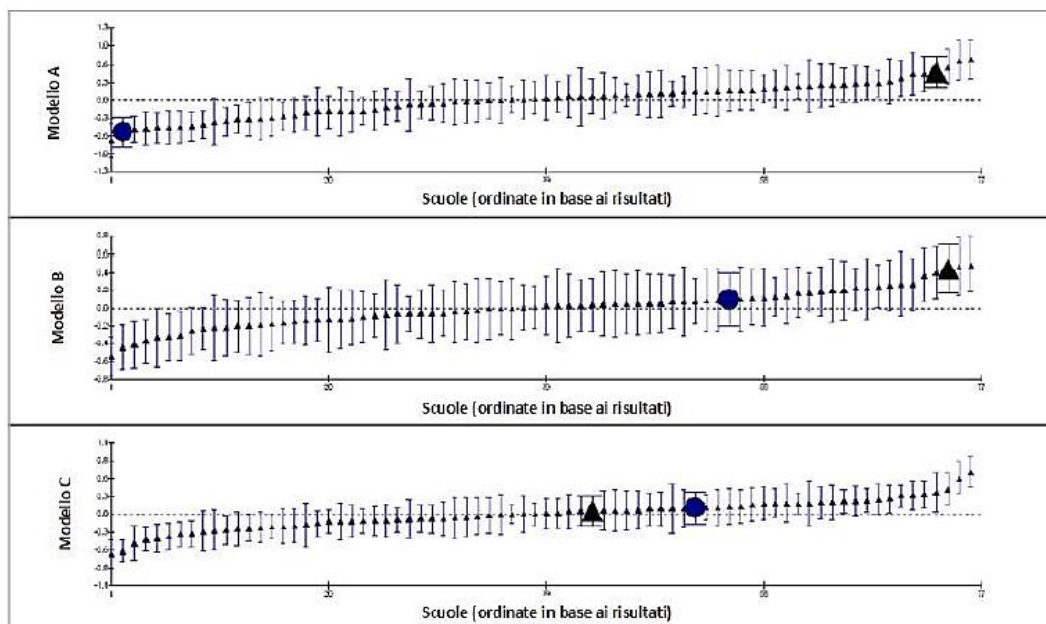


Figura 1. Esempio di posizionamenti diversi di due scuole rispetto ai risultati medi della prova e al valore aggiunto (Goldstein, 2001).

4. Il dibattito internazionale attorno al valore aggiunto: luci e ombre

All'interno della comunità scientifica internazionale attorno al valore aggiunto è ancora in corso un ampio dibattito su quali debbano essere le sue finalità, i campi di applicazione, il costruito, i modelli statistici di calcolo e l'uso istituzionale e didattico dei risultati di questa misura (Amrein-Beardsley, 2008; Tekwe, et al., 2004).

Stante l'accezione di valore aggiunto assunta dall'Invalsi, non tutti i paesi che dichiarano di utilizzarlo impiegano gli stessi modelli e finalizzano questi ultimi al raggiungimento dei medesimi obiettivi.

Come sostengono Schagen e Hutchison (2003), la varietà di significati attribuiti al valore aggiunto, all'interno di una più ampia riflessione sulla valutazione dell'efficacia delle scuole, ha fatto sì che oggi convivano almeno tre diverse interpretazioni di detto costruito.

Per valore aggiunto infatti si può intendere:

- le misure del “progresso puro”, vale a dire relative soltanto all'incremento delle conoscenze dello studente rispetto a una situazione precedente, in questo caso si misurano i progressi medi a livello di scuola che gli allievi realizzano in un determinato arco di tempo (i cosiddetti *guadagni cognitivi*);
- le misure che prendono in considerazione sia il risultato precedente di ciascun alunno sia una vasta gamma di altri fattori fuori dal controllo della scuola;

- le misure che prendono in considerazione il background socio-economico-culturale dello studente, ma non i risultati di apprendimento precedenti (Heck, 2000).

Fra le tre, la prima interpretazione di valore aggiunto risulta essere quella che presenta la maggiore probabilità di incorrere in distorsioni, poiché non tiene in alcun conto delle differenze che esistono nella composizione della popolazione scolastica. L'opportunità di includere variabili socio-economico-culturali relative agli studenti costituisce una delle annose questioni del valore aggiunto. Dal momento che l'elevata correlazione tra background socio-economico-culturale della famiglia di provenienza e rendimento scolastico è stata verificata da numerose ricerche empiriche, comprese quelle dell'OECD (2013), vi sono studiosi come Saunders (2003) che sottolineano che è sufficiente considerare le conoscenze pregresse in quanto queste risentono già dei condizionamenti socio-economico-culturali dell'ambiente di provenienza.

Altri studiosi come Mc Caffrey (2004) e Ray (2006) invece evidenziano l'influenza di tali condizionamenti sui progressi degli studenti, per cui il background dell'alunno deve essere considerato sia in rilevazioni finalizzate a misurare il progresso del singolo studente ma anche in quelle di sistema che puntano a rilevare l'incremento medio garantito dalla scuola.

Come sostiene anche Grisay (1999) la seconda accezione di valore aggiunto risulta essere quella più completa poiché evidenzia il contributo che la singola scuola dà al raggiungimento degli obiettivi previsti, scorporato dall'effetto di altri fattori, come il contesto socio-economico e familiare in cui l'alunno è vissuto, le sue caratteristiche personali, le conoscenze precedenti. "Ovviamente questa 'separazione degli effetti' è solo un'astrazione analitica: la performance dello studente non è l'esito della semplice somma aritmetica di una serie di fattori, dato che tutti questi fattori interagiscono tra di loro" (Trincherò, 2014, p.38). A riguardo anche Demie (2003), uno dei maggiori studiosi a livello internazionale di misurazione del valore aggiunto, precisa come neanche questo dispositivo, al pari di qualsiasi altra analisi statistica, sia in grado di tenere sotto controllo la molteplicità dei fattori che influenzano il rendimento degli alunni all'interno di determinate classi e scuole. Pur nella consapevolezza di questi limiti, tuttavia, è possibile isolare gli effetti dei singoli fattori e stimarli attraverso indici quantitativi, operando comparazioni tra realtà simili che differiscono solo per il fattore in esame (Trincherò, 2014).

Per classi i cui alunni presentano condizioni socio-economiche-culturali e caratteristiche personali simili, con livelli scolastici iniziali simili, dove l'unico elemento che le differenzia è rappresentato dalle strategie didattiche impiegate dagli insegnanti, a fronte di risultati significativamente differenti riscontrati a seguito della somministrazione di prove standardizzate quali quelle del SNV è possibile affermare come questo tipo di esiti sia dovuto all'incidenza delle strategie didattiche adottate. In questo caso il valore aggiunto generato da una delle due strategie è significativamente più alto rispetto a quello prodotto dall'altra. La maggiore validità nel perseguimento degli obiettivi attesi di una delle due strategie didattiche è comunque da leggersi sempre in maniera probabilistica e non deterministica.

5. Modelli statistici per il calcolo del valore aggiunto

Non solo il significato del costrutto di valore aggiunto è cambiato nel corso del tempo, ma anche i modelli con cui questo viene calcolato hanno subito delle trasformazioni.

Le prime applicazioni statistiche per il calcolo del valore aggiunto si sono basate su regressioni lineari tese a rilevare la differenza tra il rendimento atteso di ciascuno alunno e quello effettivamente ottenuto (Demie, 2003). Successivamente, a seguito dei risultati emersi dalle ricerche empiriche in ambito scolastico e dall'evoluzione delle analisi statistiche, si è passati ai modelli multilivello (multilevel analysis) o modelli gerarchici lineari.

Stante la molteplicità dei modelli di valore aggiunto essi sono comunque modelli statistici basati sull'uso di tecniche di regressione. Il valore aggiunto, infatti, è dato dai residui di un'analisi di regressione, cioè dalla differenza tra i risultati osservati di una certa scuola e i risultati attesi, ovvero i risultati che essa teoricamente avrebbe dovuto ottenere se i suoi alunni avessero appreso tanto quanto hanno mediamente appreso, in un dato arco di tempo, alunni con le stesse caratteristiche e gli stessi livelli di competenza in ingresso che hanno frequentato altre scuole. Detti modelli, nel misurare i progressi degli alunni permettono di tenere conto del carattere gerarchico dei dati e dei diversi livelli del sistema educativo, da quello individuale riconducibile al singolo allievo a quello della classe, della scuola, della regione, dell'intero sistema (Raudenbush & Bryk, 2002).

Nello specifico il modello di valore aggiunto scelto dall'Invalsi, a partire dai dati dell'intera popolazione scolastica, stima l'effetto medio di ciascun fattore esogeno (contesto sociale generale, origine sociale degli studenti, preparazione pregressa degli allievi, etc.) sul risultato delle prove. In base alle caratteristiche individuali degli studenti (condizione socio-economico-culturale, preparazione pregressa, etc.) di una scuola e quelle della scuola stessa (caratteristiche della popolazione studentesca) si identifica la parte di risultato da attribuirsi ai cosiddetti fattori esogeni. La differenza tra il risultato complessivo (risultato osservato) e il punteggio da attendersi per l'effetto dei fattori esogeni identifica il cosiddetto "effetto scuola" (Invalsi, 2016b).

La misurazione del valore aggiunto pertanto può essere realizzata in riferimento a diversi livelli di aggregazione: il singolo alunno, la classe o la scuola. Alcuni ricercatori ritengono che il livello più appropriato per la misurazione del valore aggiunto sia la classe, poiché è soprattutto in questo caso che le scelte didattiche operate dagli insegnanti incidono maggiormente sugli apprendimenti degli alunni e quindi sull'effetto scuola che il valore aggiunto intende rilevare. In una prospettiva diacronica, questo presuppone la possibilità di costruire le misure in presenza di una continuità dell'effetto insegnante in base alla stabilità dei docenti nella stessa classe. Maggiori perplessità sono state sollevate sull'efficacia informativa del valore aggiunto a livello di scuola (Bressoux & Bianco, 2004). Non mancano tuttavia esempi nei quali si cerca di avvicinare le due posizioni mediante la costruzione di modelli statistici a tre livelli (alunni, classi, scuole) (Wright, Sanders & Rivers, 2006).

La restituzione del valore aggiunto fatta dall'Invalsi è stata realizzata, per il momento, soprattutto a livello di scuola. Per il calcolo del valore aggiunto infatti sono stati preliminarmente stimati due modelli di regressione: il livello 1, dato dalla media per scuola dei residui; il livello 2, espresso dai residui di secondo livello dell'analisi di regressione riferita allo studente e alla scuola², vale a dire da quella parte del punteggio degli studenti

² Le variabili considerate per il calcolo del valore aggiunto in riferimento al livello 1 per lo studente sono: lo status socio-economico-culturale della famiglia dell'alunno, il genere, la cittadinanza, la regolarità del percorso scolastico, il punteggio ottenuto dallo studente nella prova Invalsi precedente (seconda primaria, quinta primaria, terza secondaria di I grado). Per il livello 2, riferito alla scuola,

che non è attribuibile alle loro caratteristiche personali né al grado di competenza che possedevano in un certo ambito disciplinare all'inizio di un ciclo d'istruzione o all'ingresso in una data scuola e che quindi dipende dall'appartenenza a una determinata istituzione educativa. Per fare questo sono state tenute sotto controllo le variabili socio-demografiche degli alunni e il loro livello di competenza in Italiano e in Matematica, misurato dalle prove sostenute in seconda primaria nel caso degli alunni di quinta e in quinta primaria nel caso degli alunni di terza secondaria di primo grado. Per le elaborazioni definitive tuttavia è stato considerato solo il modello a due livelli perché più adeguato ad analizzare dati con una struttura gerarchica, come quelli relativi ai fenomeni educativi, dove normalmente gli studenti non sono isolati gli uni dagli altri ma raggruppati nelle scuole. È infatti assai probabile che gli alunni di una certa classe o scuola siano fra loro più simili, sotto vari aspetti, di quanto non siano gli alunni di altre classi o scuole. Ciò può essere dovuto a fattori di selezione o autoselezione nella formazione delle classi o nel reclutamento delle scuole, ma anche all'azione di fattori ambientali comuni che agiscono su tutti i membri dello stesso gruppo (classe o scuola) (Cohen, Cohen, West & Aiken, 2013; Hox, Moerbeek & van de Schoot, 2010).

In base ai risultati ottenuti le scuole sono state classificate in tre categorie di valore aggiunto: "positivo", "nullo", "negativo". Le scuole con "valore aggiunto positivo" coincidono con quelle che, nelle classi quinta primaria o terza secondaria di primo grado, hanno conseguito risultati significativamente superiori a quelli che mediamente hanno ottenuto gli studenti di altre scuole con caratteristiche comparabili (in base al profilo socio-demografico e al livello di preparazione pregresso); quelle con "valore aggiunto nullo" non presentano differenze significative, né in positivo né in negativo, dai risultati di alunni con caratteristiche similari che hanno frequentato altre scuole; mentre quelle con "valore aggiunto negativo", hanno esiti significativamente al di sotto di quelli mediamente raggiunti da studenti con caratteristiche analoghe frequentanti altre scuole.

A.S.	valore aggiunto positivo	valore aggiunto nullo	valore aggiunto negativo
Italiano e Matematica, classe quinta primaria - Italia			
2015-2016	7,7%	53,6%	15,0%
2016-2017	7,9%	48,9%	10,0%
Italiano e Matematica, classe terza secondaria di I grado - Italia			
2015-2016	14,2%	39,5%	14,0%
2016-2017	6,0%	54,6%	4,8%

Figura 2. Combinazioni di scuole con valore aggiunto positivo, nullo e negativo – quinta primaria e terza secondaria di I grado – Italia. Adattato da: Invalsi (2016a; 2017).

Nella Figura 2 sono riportate le percentuali delle scuole con valore aggiunto positivo, nullo o negativo in entrambi gli ambiti (Italiano e Matematica) rilevate a livello nazionale per gli anni scolastici 2015-2016 e 2016-2017, gli unici anni per i quali i dati sono ad oggi disponibili.

le variabili selezionate sono: lo status socio-economico-culturale medio della scuola, il numero di plessi e di classi della scuola.

Confrontando i dati della Figura 2 in base agli ordini scolastici emerge come nel 2016 al termine della scuola primaria la percentuale di scuole con valore aggiunto positivo (7,7%) sia inferiore a quella rilevata al termine della scuola secondaria di primo grado (14,2%). Le scuole con valore aggiunto negativo sono in percentuale in numero simile, rispettivamente il 15% e il 14%, mentre sono in una percentuale significativamente superiore le scuole che in quinta primaria non rilevano differenze né in positivo né in negativo rispetto ai risultati di alunni con caratteristiche similari frequentanti altre scuole e che per questo presentano una misura di valore aggiunto nulla.

La restituzione alle scuole dei dati sul valore aggiunto pone tuttavia delle questioni importanti in merito alla loro affidabilità. Non è un caso infatti che l'Invalsi abbia cominciato a restituire i risultati conseguiti nelle prove di Italiano e Matematica in termini di indicatori di valore aggiunto a partire dal dall'anno scolastico 2015-16, quando è stato possibile collegare i risultati delle prove di Italiano e Matematica della seconda primaria con quelli ottenuti dai medesimi studenti in quinta primaria, così come i risultati di quinta primaria con quelli della terza secondaria di primo grado e, infine, i risultati di questo livello scolare con quelli della seconda superiore. Il tema centrale della discussione riguarda la "stabilità delle misure di valore aggiunto", che a sua volta dipende dal modello matematico scelto per stimare l'apporto delle scuole allo sviluppo cognitivo dei propri alunni. In questo caso l'approccio trasversale si contrappone all'approccio longitudinale (Hanushek & Raymond, 2003). Il primo stima il contributo della scuola all'apprendimento dei suoi alunni in un solo punto del tempo, depurando i risultati degli studenti in una o più prove dagli effetti dovuti alle loro caratteristiche personali. Il secondo, invece, misura i livelli di apprendimento degli stessi alunni in almeno due momenti diversi, all'inizio della frequenza di una certa scuola e dopo un certo periodo, in modo da tenere sotto controllo il livello di abilità e competenza posseduto dagli alunni all'ingresso in una scuola e, per conseguenza, depurare i risultati raggiunti dagli studenti dopo un certo periodo di frequenza anche dal peso di questa variabile. Come giustamente fa notare anche Hanushek (2003), solo un approccio autenticamente longitudinale, cioè basato sui risultati ottenuti dagli stessi alunni in almeno due momenti successivi del tempo, è in grado di misurarsi con il non facile problema di isolare il contributo della scuola all'apprendimento dei propri alunni dai fattori che esulano dalla sua azione. Procedendo in questa direzione solo di recente l'Invalsi ha potuto cimentarsi nell'impresa di stimare il valore aggiunto di tutte le scuole italiane tramite un modello longitudinale.

Nel 2017 la differenza di valore aggiunto positivo tra la scuola primaria e quella secondaria di primo grado si è fortemente ridotta, rispetto all'anno precedente, con un consistente abbassamento delle stime delle scuole secondarie di primo grado (da 14,2% a 6,0%). In questo caso si rileva anche un aumento del numero di scuole con valore aggiunto nullo (54,6%). Un dato che deve far riflettere è il rapporto tra le percentuali delle scuole con valore aggiunto positivo e quelle con valore aggiunto negativo in entrambe le prove nel corso dell'ultimo biennio, durante il quale quelle che non evidenziano miglioramenti significativi aumentano al termine della scuola primaria mentre presentano risultati tutto sommato stabili nella scuola secondaria di primo grado (Figura 2).

Per quanto riguarda le macro-aree geografiche, nel 2017 in quinta primaria le scuole con valore aggiunto positivo sono in una percentuale poco diversa in tutte le macro-aree geografiche, mentre ciò che differenzia il Sud e in particolare il Sud e Isole dal resto dell'Italia (soprattutto dal Nord) è una presenza di scuole con valore aggiunto negativo decisamente più alta (tra il 20 e 30% per Italiano e tra il 20 e 40% per Matematica) (Figure 3 e Figura 4).

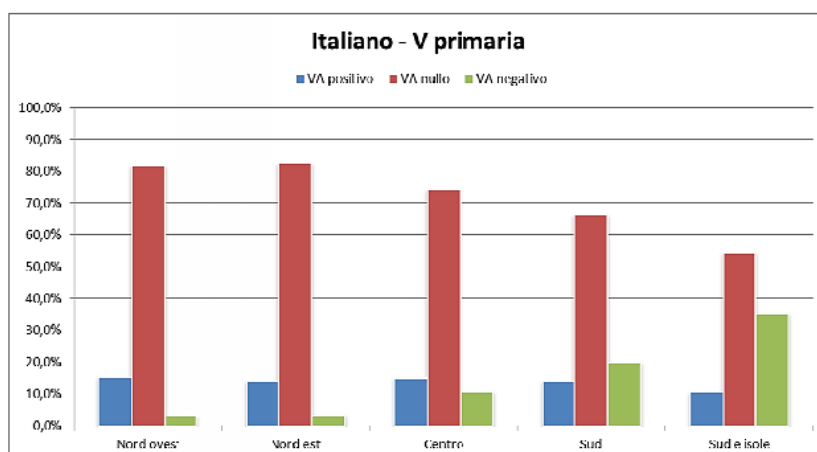


Figura 3. Scuole con valore aggiunto positivo, nullo e negativo in Italiano per macro-area geografica - quinta primaria (Invalsi, 2017).

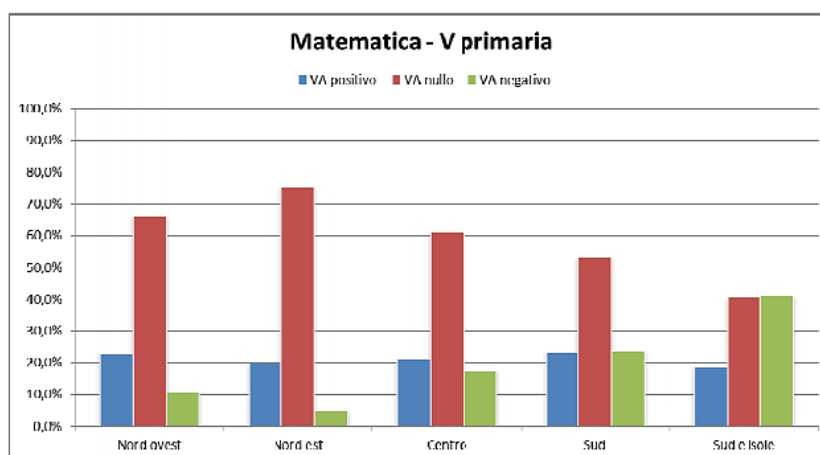


Figura 4. Scuole con valore aggiunto positivo, nullo e negativo in Matematica per macro-area geografica - quinta primaria (Invalsi, 2017).

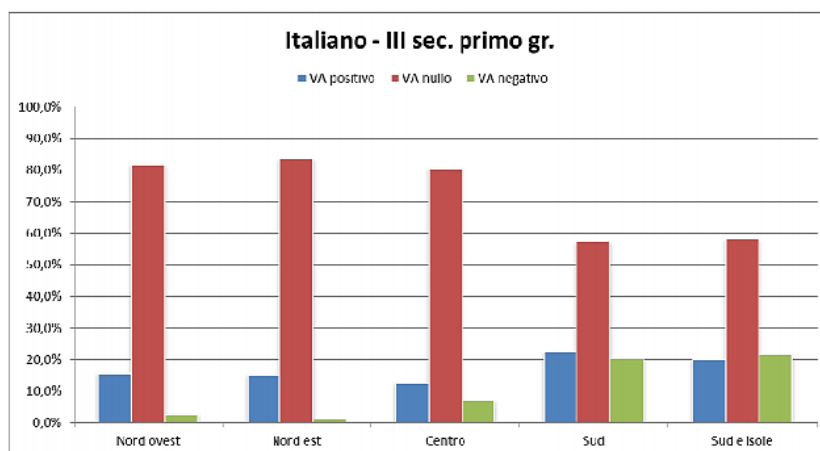


Figura 5. Scuole con valore aggiunto positivo, nullo e negativo in Italiano per macro-area geografica - terza secondaria di I grado (Invalsi, 2017).

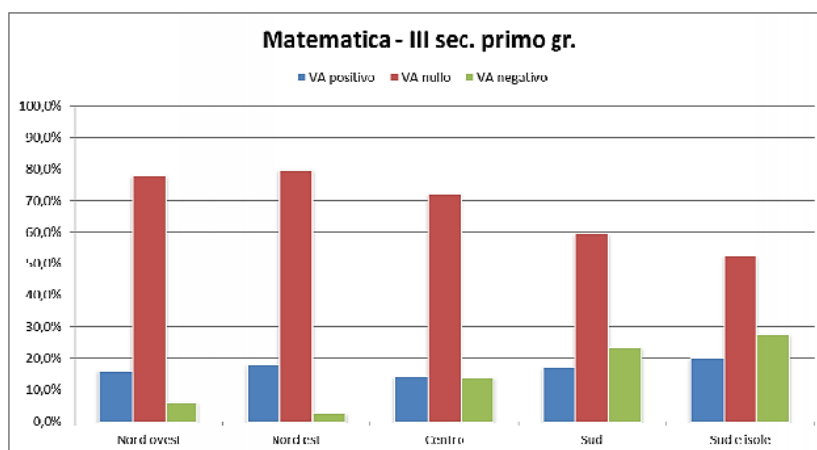


Figura 6. Scuole con valore aggiunto positivo, nullo e negativo in Matematica per macro-area geografica – terza secondaria di I grado (Invalsi, 2017).

In terza secondaria di primo grado (Figura 5 e Figura 6), diversamente da quanto avviene in quinta primaria, le scuole con valore aggiunto positivo del Sud e Sud Isole superano in percentuale le scuole del Nord e del Centro, mentre nel contempo diminuiscono le scuole con valore aggiunto nullo.

Resta comunque più accentuata rispetto al resto dell'Italia la presenza di scuole con valore aggiunto negativo. Quest'ultimo sembra essere ad oggi il tratto che differenzia maggiormente le scuole del Sud e delle Isole rispetto a quelle del Centro e soprattutto del Nord-Italia, fenomeno associato non solo a punteggi più bassi ottenuti dagli studenti di queste due aree nelle prove SNV, ma anche ad una elevata variabilità tra le scuole e tra le classi già a partire dall'istruzione del primo ciclo (Invalsi, 2017).

6. Criticità legate all'uso e all'affidabilità del valore aggiunto

A conclusione di questa riflessione attorno al valore aggiunto è opportuno interrogarsi su quali siano le modalità di utilizzo più funzionali per le scuole e soprattutto su quali debbano essere le sue finalità a livello istituzionale.

Su questo fronte si contrappongono due posizioni:

1. una che considera il valore aggiunto come strumento per l'accountability delle scuole e dei docenti, pensato quindi in funzione della rendicontabilità delle attività delle scuole in termini di efficacia, secondo modalità pubblicistiche dei risultati conseguiti di cui informare le famiglie e l'opinione pubblica;
2. un'altra che vede nel valore aggiunto uno strumento utile, ma da utilizzare con cautela, e funzionale soprattutto all'attivazione di processi interni di autovalutazione delle scuole orientati al miglioramento delle prestazioni degli alunni, della didattica e del funzionamento organizzativo.

I Paesi che per primi si sono avvalsi delle misurazioni del valore aggiunto in maniera stabile e su ampia scala, lo hanno fatto mossi dall'interesse di rendicontare quanto fatto dalle scuole e dal personale scolastico. Questo è quanto si è verificato in Inghilterra a partire dagli anni Ottanta del secolo scorso, quando il governo conservatore di allora puntava alla produttività della spesa pubblica e alla competitività dei servizi, comprese le scuole

(Saunders, 2003). L'introduzione del valore aggiunto come strumento per la misurazione del rendimento scolastico, in Inghilterra è stata resa ufficiale nel 1998, ma già nel 2007 sono stati apportati dei cambiamenti alle procedure di calcolo, includendo anche variabili legate alla provenienza socio-economico-culturale degli alunni (CVA: Contextual Value Added) (Kelly & Downey, 2010).

La prassi del ranking tra le scuole in ambito anglosassone è stata ed è tutt'oggi molto diffusa: al termine della fase di misurazione infatti ogni scuola viene posizionata in una graduatoria resa pubblica in ragione dei risultati conseguiti (*league tables*). Questo fenomeno anche in un paese che ha sicuramente maggiore familiarità di altri, compreso in nostro, con le pratiche misuratorie e di accountability, ha posto e pone non pochi problemi, sia di carattere sociale, politico che di natura squisitamente metodologico-procedurale, tant'è che anche nel Regno Unito si stanno sempre più diffondendo modelli valutativi misti, che cercano di integrare forme esterne ed interne di valutazione dell'efficacia scolastica (Ofsted, 2004).

Altre applicazioni del valore aggiunto come strumento di accountability sono state realizzate in alcuni Stati americani, come Tennessee, Pennsylvania, New York, Kentucky, Texas, Ohio. Alcuni autori (Amrein-Beardsley, 2008; Corsini, 2008; Webster, 2005) segnalano come l'aver vincolato l'introduzione del valore aggiunto a soluzioni più o meno dichiarate di accountability abbia dato vita a forme di *gaming* che hanno finito con il produrre risultati poco attendibili, e misurazioni del livello di *proficiency* scarsamente affidabili. Laddove l'applicazione della misurazione del valore aggiunto è stata associata a premialità e incentivi, o al contrario a misure sanzionatorie in caso di risultati negativi, si sono verificati in misura variabile "comportamenti opportunistici" da parte di dirigenti scolastici, insegnanti e studenti legati alla composizione delle classi per ottenere valutazioni più convenienti per la scuola, a danno degli allievi più deboli e di gruppi socialmente svantaggiati; legati al *teaching to the test*, al *cheating*, allo *skimming* (cioè selezione/riduzione degli alunni partecipanti alle prove standardizzate), alla manomissione o eliminazione dei dati negativi in fase di inserimento delle risposte o caricamento a sistema dei risultati delle prove (Jacob & Levitt, 2003).

Tutto questo non significa che il valore aggiunto non possa avere una qualche utilità ai fini della misurazione e valutazione dei risultati di apprendimento degli alunni e della capacità delle scuole di intervenire su di essi. Con la consapevolezza tuttavia, evidenziata da alcuni autori (Lucisano & Corsini, 2015) che il valore aggiunto non è in grado di dire tutto (neanche per quanto riguarda gli apprendimenti), poiché se correlazioni elevate (0,60) tra valore aggiunto e osservazioni in classe possono essere lette positivamente nell'ottica del miglioramento scolastico, rappresentano comunque un dato preoccupante dal punto di vista dell'accountability, poiché resta sempre una varianza consistente non spiegata e non attribuibile direttamente a fattori sotto il controllo del docente o della scuola (Anderman, Anderman, Yough & Gimbert, 2010; Hill, Kapitula & Umland, 2011).

Come evidenziato anche da Hanushek e Raymond (2003) è importante adottare "modelli longitudinali" di calcolo del valore aggiunto, più efficaci nella rilevazione dell'efficacia educativa ovvero del contributo della scuola all'apprendimento dei suoi alunni, dove i livelli di apprendimento degli stessi alunni sono misurati non *una tantum* ma in almeno due momenti diversi, ad esempio all'inizio della frequenza di un ciclo scolastico e dopo un certo periodo. Questo tuttavia limita solo in parte lo svantaggio che, come nel caso italiano, le rilevazioni nazionali siano condotte su alunni ogni volta diversi (se non a distanza di diversi anni), poiché resta comunque difficile stabilire se eventuali variazioni di risultato siano riconducibili ad una maggiore o minore azione incisiva della scuola o ad una diversa

composizione della popolazione. Limite quest'ultimo ben evidenziato anche all'interno degli stessi rapporti nazionali Invalsi (2016a, 2016b).

A fronte anche di queste difficoltà tecnico-misuratorie è opportuno svincolare la misurazione del valore aggiunto da logiche burocratiche e deterministiche. Esso infatti può rappresentare un indicatore di efficacia utile da cui partire per innescare più ampi processi di autovalutazione, da integrare anche con informazioni qualitativamente più approfondite, non facili da ottenere con rilevazioni quantitative e standardizzate. Le misure di valore aggiunto essendo soprattutto degli indicatori non sono in grado di per sé di far comprendere agli operatori scolastici le cause dei punti di debolezza riscontrati e neppure quali interventi sia opportuno predisporre in vista di un loro superamento. Esse sono funzionali a segnalare un problema, una criticità. Una volta rilevato il problema, per agire e intervenire in modo appropriato occorre integrare i risultati di valore aggiunto con una serie di informazioni supplementari sulla scuola e sui processi di insegnamento-apprendimento. Come già precisato nel rapporto dell'OECD del 2008 (OECD, 2008), accanto ai dati relativi al rendimento degli alunni e alle loro caratteristiche demografiche e socio-culturali, occorrono informazioni sul contesto scolastico e sui processi didattico-valutativi realizzati dalle scuole stesse.

In questa prospettiva, che vede il calcolo del valore aggiunto non come misura consuntiva ma come dato diagnostico da cui partire per supportare l'autovalutazione delle scuole, poter disporre di dati attendibili sull'apprendimento degli alunni può essere utile per informare con evidenze le scuole e a fronte di queste indicare dove intervenire in funzione del miglioramento. Come suggerisce Saunders (2003, p. 215), nell'ambito dell'autovalutazione: "le misurazioni del valore aggiunto contribuiscono a formulare meglio le domande, a mettere a fuoco i metodi con cui la scuola risponde ai bisogni dei propri studenti, a stimolare tra gli insegnanti un dibattito più documentato e puntuale".

L'orientamento attuale del dibattito internazionale sull'efficacia scolastica si sta sempre più concentrando sullo sviluppare negli operatori scolastici processi di autovalutazione e di autoanalisi del proprio operato, sostenendoli nell'integrare i dati di valore aggiunto con ulteriori informazioni sui processi di insegnamento/apprendimento e sul contesto nel quale essi esercitano la loro attività. La logica che giustifica l'impiego del valore aggiunto a scuola pertanto deve essere sempre meno quella dell'accountability, intesa come rendicontazione, e sempre più quella del miglioramento delle performance scolastiche (school improvement) (Scheerens, 2000).

7. Considerazioni conclusive

Qualsiasi sistema per poter monitorare costantemente l'andamento e l'efficacia dei propri interventi necessita di informazioni aggiornate in merito ai risultati conseguiti nel breve, medio e lungo periodo. Ciò vale anche per la scuola. Il calcolo del valore aggiunto può fornire informazioni significative sul cosiddetto "effetto scuola", ma perché ciò si verifichi è fondamentale che detta misurazione sia restituita non solo a livello di scuola (come avviene attualmente), ma soprattutto a livello di classe e di alunno. L'applicazione del valore aggiunto a livello individuale consente di impostare le rilevazioni e le misurazioni non solo secondo una prospettiva sincronica (cross-sectional), ma anche diacronica. Grazie a questa seconda prospettiva longitudinale è possibile evidenziare, attraverso i risultati di prove standardizzate costruite sugli stessi quadri di riferimento qual è la curva di crescita di ogni singolo allievo, giungendo quindi ad una valutazione che non è solo sommativa,

ma anche formativa poiché è in grado di documentare l'evoluzione dei progressi di apprendimento dell'alunno nel corso del tempo e qual è stato il contributo fornito dalla scuola in questa direzione (Giovannini & Tordi, 2009; Rosa, 2013). Tutto questo prevede la messa a regime di un sistema di codifica dei risultati capace di seguire l'allievo per un periodo di tempo molto lungo, basato sull'«ancoraggio» dei risultati all'alunno nella progressione da una classe all'altra e da un ordine scolastico all'altro (Amrein-Beardsley, 2008). Attualmente l'Invalsi sta concentrando i propri sforzi in questa direzione (Invalsi, 2017). La sfida pertanto è quella di disporre di un sistema di valutazione esterna che possa essere funzionalmente utilizzato all'interno delle scuole, anche a livello di classe e di singolo alunno, mantenendo lo storico dei risultati e dei progressi compiuti da ciascun allievo, in modo da disporre di ulteriori dati e strumenti per incidere sul miglioramento degli apprendimenti (Calvani & Vivanet, 2014; Trincherò, 2013).

Bibliografia

- Amrein-Beardsley, A. (2008). Methodological concerns about the education value-added assessment system. *Educational researcher*, 37(2), 65–75.
- Anderman, E.M., Anderman, L.H., Yough, M.S., & Gimbert, B.G. (2010). Value-added models of assessment: Implications for motivation and accountability. *Educational Psychologist*, 45(2), 123–137.
- Bressoux, P., & Bianco, M. (2004). Long- term teacher effects on pupils' learning gains. *Oxford Review of Education*, 30(3), 327–345.
- Calvani, A., & Vivanet, G. (2014). Evidence Based Education e modelli di valutazione formativa per le scuole. *ECPS - Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies*, 9, 127–146.
- Campodifiori, E., Figura, E., Papini, M., & Ricci, R. (2010). Un indicatore di status socio-economico-culturale degli allievi della quinta primaria in Italia. *Working Papers INVALSI*, 2. http://www.invalsi.it/download/wp/wp02_Ricci.pdf (ver. 15.12.2017).
- Capperucci, D. (2017). Prove del Servizio nazionale di valutazione e apprendimento della matematica: migliorare le performance della scuola primaria a partire dai risultati. *Studi sulla Formazione*, 20(1), 43–67.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S.G., & Aiken, L.S. (2013). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*. London, UK-New York, NY: Routledge.
- Corsini, C. (2008). *Il valore aggiunto in educazione*. Roma: Nuova Cultura.
- Corsini, C. (2015). *Valutare scuole e docenti*. Roma: Nuova Cultura.
- Demie, F. (2003). Using value-added data for school self-evaluation: a case study of practice in inner-city schools. *School Leadership & Management*, 23(4), 445–467.
- Decreto del Presidente della Repubblica 28 marzo 2013, n. 80. *Regolamento sul sistema nazionale di valutazione in materia di istruzione e formazione*.
- European Commission/EACEA/Eurydice (2009). *National Testing of Pupils in Europe: Objectives, Organisation and Use of Results*. Brussels: EACEA/Eurydice.

- European Commission/EACEA/Eurydice (2015). *Assuring quality in education: policies and approaches to school evaluation in Europe*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Figura, E., & Ricci, R. (2011). Il Servizio Nazionale di Valutazione: finalità e caratteristiche. In D. Capperucci (ed.), *La valutazione degli apprendimenti in ambito scolastico. Promuovere il successo formativo a partire dalla valutazione* (pp. 152-169). Milano: Franco Angeli.
- Giovannini, M.L., & Tordi, C. (2009). Misura del valore aggiunto e miglioramento dell'insegnamento. Riflessioni da un'indagine empirica nelle scuole primarie bolognesi. In G. Domenici & R. Semeraro (eds.), *Le nuove sfide della ricerca didattica tra saperi, comunità sociali e culture* (pp. 655-668). Roma: Monolite Editrice.
- Goldstein, H. (2001). Using pupil performance data for judging schools and teachers: scope and limitations. *British educational research journal*, 27(4), 433-442.
- Grisay, A. (1999). Comment mesurer l'effet des systèmes scolaires sur les inégalités entre élèves? In D. Meuret (ed.), *La justice du système éducatif* (pp. 113-138). Bruxelles: De Boeck.
- Hanushek, E.A., & Raymond, M.E. (2003). Improving educational quality: how best to evaluate our schools. In Y. Kodrzycki (ed.), *Education in the 21st century: meeting the challenges of a changing world* (pp. 193-224). Boston, MA: Federal Reserve Bank of Boston.
- Heck, R.H. (2000). Examining the impact of school quality on school outcomes and improvement: A value-added approach. *Educational administration quarterly*, 36(4), 513-552.
- Hill, H.C., Kapitula, L., & Umland, K. (2011). A validity argument approach to evaluating teacher value-added scores. *American Educational Research Journal*, 48(3), 794-831.
- Hox, J.J., Moerbeek, M., & van de Schoot, R. (2010). *Multilevel analysis: Techniques and applications*. London, UK-New York, NY: Routledge.
- INVALSI. Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema educativo di Istruzione e di formazione (2016a). *Rilevazioni nazionali degli apprendimenti 2015-16. Rapporto risultati*. https://invalsi-areaprove.cineca.it/docs/file/07_Rapporto_Prove_INVALSI_2016.pdf (ver. 15.12.2017).
- INVALSI. Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema educativo di Istruzione e di formazione (2016b). *L'effetto scuola (valore aggiunto) sui risultati delle prove INVALSI*, https://invalsi-dati.cineca.it/2016/docs/effetto_scuola_2016.pdf (ver. 15.12.2017).
- INVALSI. Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema educativo di Istruzione e di formazione (2017). *Rilevazioni nazionali degli apprendimenti 2016-17. Rapporto risultati*. https://invalsi-areaprove.cineca.it/docs/file/07_Rapporto_Prove_INVALSI_2017.pdf (ver. 15.12.2017).

- Jacob, B.A., & Levitt, S.D. (2003). *Rotten apples: An investigation of the prevalence and predictors of teacher cheating*. National Bureau of Economic Research. <http://pricetheory.uchicago.edu/levitt/Papers/JacobLevitt2003.pdf> (ver. 15.12.2017).
- Kelly, A., & Downey, C. (2010). Value-added measures for schools in England: looking inside the 'black box' of complex metrics. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 22(3), 181–198.
- Lucisano, P., & Corsini, C. (2015). Docenti e valutazione di scuole e insegnanti. *Giornale Italiano della ricerca educativa - Italian Journal of Educational Research*, 15, 97–109.
- Mc Caffrey, D.M., Lockwood, J.R., Koretz, D., Louis, T.A., & Hamilton, L. (2004). Models for Value-Added Modelling of Teacher Effects. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 29(1), 67–101.
- OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development (2008). *Measuring improvements in learning outcomes. Best practices to assess the value added of schools*. Paris: OECD Publications Service.
- OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development (2013). Synergies for better learning: an international perspective on evaluation and assessment. *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education*. Paris: OECD Publications Service.
- Ofsted. Office for Standards in Education, Children's Services and Skills (2004). *A New Relationship with Schools: Improving Performance through School Self Evaluation*. Sherwood Park: Department for Education and skills.
- Raudenbush, S.W., & Bryk, A.S. (2002). *Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods*. London: Sage.
- Ray, A. (2006). *School value added measures in England. A paper for the OECD project on the development of value-added models in education systems*. <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130321032041/https://www.education.gov.uk/publications/eOrderingDownload/RW85.pdf> (ver. 15.12.2017).
- Rosa, A. (2013). *Il valore aggiunto come misura di efficacia scolastica: un'indagine empirica nella scuola secondaria di I grado*. Roma: Nuova Cultura.
- Saunders, L. (2003). Il valore aggiunto nella valutazione scolastica: il punto di vista inglese. In N. Bottani & A. Cenerini (eds.), *Una pagella per la scuola. La valutazione tra autonomia e equità* (pp. 213-226). Trento: Erickson.
- Schagen, I., & Hutchison, D. (2003). Adding value in educational research - the marriage of data and analytical power. *British Educational Research Journal*, 29(5), 749–765.
- Scheerens, J. (2000). *Improving school effectiveness*. Paris: UNESCO International Institute for Educational Planning.
- Tekwe, C.D., Carter, R.L., Ma, C.X., Algina, J., Lucas, M.E., Roth, J., & Resnick, M.B. (2004). An empirical comparison of statistical models for value-added assessment of school performance. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 29(1), 11–36.

- Trincherò, R. (2013). Sappiamo davvero come far apprendere? Credenza ed evidenza empirica. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 13(2), 52–67.
- Trincherò, R. (2014). Il Servizio Nazionale di Valutazione e le prove Invalsi. Stato dell'arte e proposte per una valutazione come agente di cambiamento. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 14(4), 34–49.
- Vivanet, G. (2014). *Che cos'è l'evidence based education*. Roma: Carocci.
- Webster, W.J. (2005). The Dallas school-level accountability model: The marriage of status and value-added approaches. In R. Lissitz (ed.), *Value added models in education: Theory and applications* (pp. 233-271). Maple Grove, MN: JAM Press.
- Wright, S.P., Sanders, W.L., & Rivers, J.C. (2006). Measurement of academic growth of individual students toward variable and meaningful academic standards. In R. Lissitz (ed.), *Longitudinal and value added models of student performance* (pp. 385-406). Maple Grove, MN: JAM Press.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.583.8799&rep=rep1&type=pdf> (ver. 15.12.2017).