Vol. 3 n. 1
giugno 2011
RIVISTA SEMESTRALE

RICERCAZIONE

RICERCA EDUCATIVA, VALUTATIVA
E STUDI SOCIALI SULLE POLITICHE
E IL MONDO GIOVANILE

DIREZIONE SCIENTIFICA
Maurizio Gentile

iprase
Erickson

RICERCAZIONE

RICERCA EDUCATIVA, VALUTATIVA
E STUDI SOCIALI SULLE POLITICHE
E IL MONDO GIOVANILE

Rivista semestrale
pubblicata due volte all'anno in giugno e dicembre

RICERCAZIONE

SIX-MONTHLY JOURNAL OF RESEARCH
IN EDUCATION, EVALUATION STUDIES,
AND YOUTH POLICIES

Six-Monthly Journal
published twice a year in June and December

La rivista esce due volte l'anno. L'abbonamento si effettua versando € 27,00 (per abbonamenti individuali), € 32,00 (per Enti, Scuole, Istituzioni) o € 26,00 (per studenti) sul c/c postale n. 10182384 intestato a Edizioni Centro Studi Erickson, via del Pioppeto, 24 – 38121 TRENTO, specificando l'indirizzo esatto. L'abbonamento dà diritto alle seguenti agevolazioni:

1. sconti speciali su tutti i libri Erickson;
2. sconto per l'iscrizione a convegni, corsi e seminari organizzati dal Centro Studi Erickson.

L'impegno di abbonamento è continuativo, salvo regolare disdetta da effettuarsi compilando e spedendo, entro il 31 ottobre, il relativo modulo scaricabile dal sito www.erickson.it, sezione «Riviste». La repulsa dei numeri non equivale a disdetta.

Registrazione presso il Tribunale di Trento n. 1380 del 21/11/08.
ISSN: 2036-5330
Direttore responsabile: Maurizio Gentile

Editing: Roberta Tanzi
Impaginazione: Mirko Pau
Immagine di copertina: © Robert Hunt/iStockphoto

Ufficio abbonamenti: Tel. 0461 950690; Fax 0461 950698; info@erickson.it

IPRASE

www.iprase.tn.it - iprase@iprase.tn.it

ISTITUTO PROVINCIALE PER LA RICERCA E LA SPERIMENTAZIONE EDUCATIVA
PROVINCIAL INSTITUTE OF EDUCATIONAL RESEARCH AND EXPERIMENTATION

L'IPRASE ha il compito di promuovere e realizzare la ricerca, la sperimentazione, la documentazione, lo studio e l'approfondimento delle tematiche educative e formative, ivi comprese quelle relative alla condizione giovanile, a sostegno dell'attività del sistema educativo della Provincia di Trento, anche per promuovere l'innovazione e l'autonomia scolastica. L'IPRASE fornisce supporto alle istituzioni scolastiche e formative, al comitato provinciale di valutazione del sistema scolastico e formativo nonché al Dipartimento Istruzione della Provincia Autonoma.

Collaborazioni

Su richiesta delle scuole autonome, di reti di scuole, o del Dipartimento Istruzione, l'Istituto progetta e realizza attività di ricerca per le scuole del primo e del secondo ciclo, le scuole dell'infanzia, gli istituti di formazione professionale.

Partenariati

Nello svolgimento dei propri compiti l'IPRASE collabora con l'Università statale degli studi di Trento, con altre università, con istituti di ricerca e di documentazione facenti capo al Ministero della pubblica istruzione e con istituti di ricerca educativa operanti in Italia e all'estero.

Indagini internazionali

L'IPRASE coordina, in convenzione con l'INVaLSI, tutte le attività relative alla partecipazione della Provincia Autonoma di Trento alle seguenti indagini internazionali: IEA-TIMMS, IEA-PIRLS, OCSE-PISA. I risultati sono considerati una fonte di estrema importanza al fine di analizzare e collocare le prestazioni degli studenti trentini in un quadro nazionale e internazionale.

Osservatorio giovani e infanzia

La Provincia Autonoma di Trento ha assegnato all'IPRASE il compito di realizzare un osservatorio sulla condizione giovanile e sulle politiche locali per i giovani. L'obiettivo dell' Osservatorio è «fornire quadri di riferimento aggiornati che possano consentire la lettura dei processi formativi e valutare la congruenza delle risorse investite con i bisogni formativi analizzati» in un'ottica di sistema.

IPRASE, located in Trento, Italy, is the Provincial Institute of Educational Research and Experimentation. The Institute carries out studies, research and publishes documentation in the pedagogical, methodological and training fields. Its principal objective is to support innovation and autonomy in schools and networks of schools, as well as promoting activities of the Provincial Committee of Evaluation of Schools and the training systems employed by the various bodies involved in education.

Collaboration with schools

On request from the autonomous schools, the school networks or the Provincial Council, the Institute also carries out research activities within schools, preschools, kindergartens and vocational training schools.

Partnerships

The Institute works in partnership with the University of Trento and with other Italian Universities, with Institutes of Research approved by the Italian Ministry of Education and with other European educational research bodies.

International surveys

IPRASE manages, in collaboration with INVaLSI, the participation of the Autonomous Province of Trento in the following international surveys: IEA-TIMMS, IEA-PIRLS, OCSE-PISA. The findings are considered an important source for analysing current trends and collocating Trentino students' performances into a national and international framework.

Monitoring Board of youth and childhood

The Autonomous Province of Trento has entrusted IPRASE with the task of creating a Monitoring Board on youth and local policies for young people. Its purpose is to provide up-to-date frames of reference that could permit the reading of educational processes and assess the consistency of the resources invested with the formative needs of young people, from a perspective of system.

IPRASE

Arduino Salatin
DIRETTORE/DIRECTOR
salatin@iprase.tn.it

Via Gilli 3, 38100 Trento – Italia
Tel + 39 461 49.43.60 – Fax +39 461 49.43.99

CALL for PAPERS

RicercAzione è una rivista semestrale che pubblica articoli nel campo della ricerca educativa, valutativa e degli studi sociali sulle politiche giovanili. È rivolta a ricercatori, decisori istituzionali, dirigenti scolastici, insegnanti, consulenti, operatori sociali.
Il Direttore e il Consiglio editoriale della rivista invitano a presentare articoli dopo aver attentamente esaminato le linee guida per gli autori. I manoscritti che non rispettano le norme editoriali non saranno presi in considerazione.
RicercAzione è interessata a ricevere lavori che offrono evidenze e contributi a supporto della comprensione e dei processi decisionali. La rivista è focalizzata sulle seguenti aree tematiche.

- *Nuovi curricoli*: modelli curricolari per competenze chiave e strumenti didattici per la padronanza, didattiche disciplinari.
- *Metodologie di insegnamento-apprendimento*: didattica laboratoriale, personalizzazione e individualizzazione, apprendimento cooperativo, apprendimento basato su problemi e progetti, nuovi ambienti di apprendimento e strumenti didattici multimediali, apprendimenti non formali e informali.
- *Valutazione degli apprendimenti e delle competenze*: modelli e strumenti di valutazione formativa, valutazione continua dell'apprendimento, riconoscimento e certificazione delle competenze.
- *Valutazione della qualità della scuola*: autovalutazione di istituto e dei processi educativi, valutazione esterna della scuola e valutazione di sistema, modelli e strumenti di valutazione del capitale scolastico.
- *Sviluppo professionale del personale docente e del personale direttivo*: modelli di formazione iniziale e in servizio, competenze professionali, metodologie e strumenti per lo sviluppo organizzativo.
- *Contesti sociali e attori dei sistemi formativi*: evoluzione della condizione dell'infanzia e della gioventù, politiche giovanili in Italia e in Europa, genitorialità e nuovi ruoli educativi, valori e capitale sociale, modelli e politiche delle reti sociali.

I punti sopra elencati sono guide per la stesura degli articoli e non una lista esaustiva di potenziali tematiche.
Si prega di inviare le proposte di pubblicazione al direttore scientifico della rivista Maurizio Gentile: maurizio.gentile@iprase.tn.it.

ARTICOLI PUBBLICATI

VOLUME 1

NUMERO 1
Giugno 2009

ARTICOLI

1. PISA e le performance dei sistemi educativi
2. Approfondimenti su PISA e l'indagine sui giovani canadesi e il passaggio all'università

3. Risultati principali di PISA 2006: la competenza scientifica degli studenti di Machao-Cina
4. Indagine PISA 2006 nel Regno Unito: possiamo imparare dai nostri vicini?
5. PISA 2003: comparazione tra gli stati federali della Germania
6. Il Trentino nell'indagine OCSE-PISA 2006: risultati principali e studio dei maggiori fattori che influiscono sulle variazioni delle performance
7. Risultati PISA 2006 in Emilia Romagna e confronti tra regioni del Nord-est e del Nord-ovest
8. Le regioni italiane partecipanti a PISA 2006 nel confronto con altre regioni europee: prime esplorazioni
9. Fattori individuali e di scuola che in Veneto incidono sul risultato in scienze di PISA 2006 del Veneto
10. Divario territoriale e formazione delle competenze degli studenti quindicenni
11. L'Italia nell'indagine OCSE-PISA: il ruolo del Framework per la definizione dei curricoli e la valutazione delle competenze
12. Le indagini OCSE-PISA: crocevia di politiche, ricerche e pratiche valutative e educative

Numero 2
Dicembre 2009

Articoli

13. Valutazione dell'apprendimento e alunni con bisogni educativi speciali: discussione sui risultati emersi dal progetto *Inclusive Settings*
14. La formazione iniziale degli insegnanti da una prospettiva inclusiva: recenti sviluppi in ambito europeo
15. La professione docente tra sfide e opportunità
16. Pratiche di valutazione degli apprendimenti nel primo ciclo d'istruzione: il punto di vista dei docenti
17. La percezione della gestione e del clima della classe negli alunni di scuola primaria e secondaria di primo grado: analisi e implicazioni educative
18. Il curricolo per competenze tra centralità delle discipline, leggi di riforme e progetti di innovazione curricolare

VOLUME 2

Numero 3
Giugno 2010

Articoli

19. La competenza scientifica degli studenti europei della scuola secondaria: un'analisi multilivello
20. Il progetto Didaduezero. «Le competenze digitali nella scuola e nel territorio: le opportunità offerte dagli ambienti web 2.0»
21. Modelli di comunità nel contesto scolastico e universitario: mito o realtà? Esperienze sul campo
22. Decidere a scuola. Dirigenti e insegnanti fra le riunioni e le classi
23. La valutazione del rendimento scolastico nel passaggio tra scuola primaria e secondaria di I grado: uno studio realizzato in un istituto comprensivo

Numero 4
Dicembre 2010

Articoli

VOLUME 3

Numero 5
Giugno 2011

Articoli

CALL for PAPERS

RicercAzione is a six-monthly journal which publishes works in the field of educational research, evaluation and social studies on youth policies. The journal is addressed to researchers, policy and decision makers, principals, teachers and consultants and social operators.
Editor and Editorial board invite submission of manuscripts to be considered for publication. Please review author's guidelines before submitting a manuscript for consideration. Manuscripts that do not adhere to the guidelines will not be considered by editors.
The journal will review a range of manuscripts that provide evidences and contribution with the aim to understand phenomena and to support decision-making. The journal has an on-going interest in reviewing manuscripts related to this list of topics:

- *New curricula*: competence-based instructional models, key competences and instructional tools for mastery, school-subject teaching.
- *Learning-teaching methodologies*: differentiated instruction, cooperative learning, problem and project-based learning, learning environments and multi-media educational tools, non-formal and informal learning.
- *Learning and competence assessment*: training assessment models and tools, continuing learning assessment, competence recognition and certification.
- *School quality evaluation*: school self-evaluation, evaluation of educational processes, external evaluation, system evaluation, models and tools for the evaluation of social capital.
- *Professional development of teaching and managing staff*: pre-service and in-service training models, professional skills, methods and tools for the organisational development.
- *Social contexts and subjects of training systems*: changes in childhood and youth welfare, youth policies in Italy and Europe, parenthood and new educational roles, values and social capital, social network models and policies.

The issues listed above are intended to be guides for writers and not to be an exhaustive list of potential topics.
Please send manuscripts to the editor Maurizio Gentile: maurizio.gentile@iprase.tn.it.

ARTICLES PUBLISHED

VOLUME 1

Issue 1
June 2009

Articles

1. PISA and the performance of educational systems
2. Insights from PISA and the Canadian youth and transition survey
3. Key findings of the Macao-China PISA 2006 scientific literacy study
4. The OECD-PISA 2006 survey in the UK: Can we learn from our neighbours?
5. PISA 2003: A comparison of the German federal states

VOLUME 3

Issue 5

June 2011

Articles

RICERCAZIONE
RICERCA EDUCATIVA, VALUTATIVA
E STUDI SOCIALI SULLE POLITICHE
E IL MONDO GIOVANILE

Vol. 3, n. 1, giugno 2011

INDICE

EDITORIALE

STUDI E RICERCHE

RIFLESSIONI

L'INTERVISTA

RICERCAZIONE
SIX-MONTHLY JOURNAL OF RESEARCH IN EDUCATION, EVALUATION STUDIES, AND YOUTH POLICIES
Vol. 3, n. 1, June 2011

INDEX

EDITORIAL

STUDIES AND RESEARCHES

POINTS OF VIEW

THE INTERVIEW

EDITORIALE

Francesco Rubino e Maurizio Gentile

Migliorare tutti gli aspetti dell'educazione e garantire l'eccellenza in modo che risultati di apprendimento ben identificati e misurabili siano raggiunti da tutti, soprattutto in lettura, matematica e abilità di vita ritenute essenziali.

UNESCO

Nel 2007 si è svolta, a distanza di quasi cinquant'anni dalla prima edizione risalente al 1963, l'indagine comparativa periodica sull'apprendimento della matematica e delle scienze, nota con l'acronimo TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Achievement). Il progetto è promosso dall'IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). TIMSS 2007 è la quarta delle rilevazioni effettuate. Le precedenti edizioni hanno avuto luogo nel 1995, nel 1999 e nel 2003, anno a partire dal quale TIMSS ha assunto una periodicità quadriennale.[1]

L'indagine del 2007 ha una struttura simile a quella del 2003: oggetto di valutazione sono le conoscenze e le abilità in matematica e scienze, misurate mediante prove standardizzate, di due popolazioni di studenti, quelli che si trovano al quarto anno di scolarizzazione (quarta classe della scuola primaria in Italia) e quelli che si trovano all'ottavo anno (che in Italia corrispon-

[1] Lo studio del 1995 è stato il primo progetto sistematico compiuto dopo vari studi preliminari dedicati a scienze e matematica. Per scienze le prime due ricerche furono denominate FISS e SISS svolte rispettivamente nel 1968-1972 (i cui dati furono assemblati tra il 1970 e il 1971) e nel 1982-1986 (i cui dati furono raccolti e assemblati tra il 1983 e il 1984). Per matematica i progetti furono denominati FIMS (1963-1967) e SIMS (1977-1981).

EDITORIAL

Francesco Rubino and Maurizio Gentile

Improve all aspects of the quality of education and ensure excellence so that recognized and measurable learning outcomes are achieved by all, especially in literacy, numeracy and essential life skills.

UNESCO

The periodic comparative study on learning mathematics and sciences, known by the acronym TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Achievement) was performed in 2007, after almost fifty years since the first edition dating back to 1963. The project is promoted by the IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement).

TIMSS 2007 is the fourth of the surveys performed. Previous editions were held in 1995, 1999 and 2003, and TIMSS has been held every four years since 2003.[1]

The 2007 survey has a structure similar to the structure adopted in 2003: the knowledge and skills in mathematics and science of two populations of students, measured using standardized tests, involving students who are in their fourth school year (fourth primary school class in Italy) and students who are in their eighth

[1] The 1995 study was the first systematic project completed after several preliminary studies devoted to science and mathematics. The first two research studies on science were named FISS and SISS and were conducted respectively in 1968-1972 (for which the respective data were assembled between 1970 and 1971) and in 1982-1986 (for which the respective data were collected and assembled between 1983 and 1984). The projects relating to mathematics were called FIMS (1963-67) and SIMS (1977-1981).

de alla terza classe della scuola secondaria di primo grado).

TIMSS 2007 ha coinvolto complessivamente circa 425.000. Lo studio sugli alunni del quarto anno è stato condotto in 36 Paesi e 7 *benchmarking participants,*[2] mentre per gli alunni dell'ottavo anno lo studio è stato condotto in 49 Paesi e 7 *benchmarking participants*.

Scopo dell'indagine IEA-TIMSS

Il principale obiettivo di TIMSS è quello di supportare i Paesi partecipanti nel monitoraggio e valutazione dell'insegnamento e apprendimento della matematica e delle scienze e di seguire la tendenza dei risultati nella loro evoluzione temporale e attraverso la comparazione dei due livelli scolastici coinvolti nell'indagine: scuola primaria (quarto anno di scolarizzazione), scuola secondaria di primo grado (ottavo anno di scolarizzazione). L'indagine offre opportunità concrete per:

1. ottenere dati comparabili a livello internazionale;
2. osservare l'evoluzione degli apprendimenti in matematica e scienze sia da una rilevazione all'altra sia comparando i dati della scuola primaria con quelli della scuola secondaria di primo grado;
3. valutare gli effetti dei processi d'insegnamento sul rendimento in matematica e scienze;
4. comprendere quali sono le condizioni di contesto in base alle quali si possono spiegare i risultati di apprendimento;
5. usare i risultati a supporto di decisioni politiche.

Un'importante caratteristica di TIMSS è che essa non si limita a monitorare i livelli di apprendimento raggiunti dagli studenti ma, in analogia con altre indagini comparative internazionali, raccoglie anche una ricca serie di

[2] I *benchmarking participants* sono province o regioni che partecipano all'indagine TIMSS per un proprio obiettivo interno di comparazione. I dati di queste realtà territoriali non sono inclusi nel calcolo della media internazionale.

year (which is the third class of secondary school in Italy), are evaluated.

TIMSS 2007 involved about 425,000 students, overall. The study of fourth year students was conducted in 36 countries and 7 benchmarking participants,[2] whereas, the study of the eighth year students was conducted in 49 countries and 7 benchmarking participants.

The purpose of the IEA-TIMSS survey

The main goal of TIMSS is to support the countries participating in the monitoring and evaluation of teaching and learning mathematics and science and to follow the trend of results in their temporal evolution and through the comparison of the two school levels involved in the survey: primary school (fourth school year) and secondary school (eighth school year). The survey provides real opportunities to:

1. obtain comparable data at an international level;
2. observe the evolution of learning in mathematics and science both from one survey to the other and by comparing the elementary school data with the middle school data;
3. assess the effects of the teaching processes on the performance in mathematics and science;
4. understand which contextual conditions form the basis to explain the learning outcomes;
5. use the results to support policy decisions.

An important feature of TIMSS is that it does not just monitor the levels of learning achieved by students but, unlike other international comparative surveys, also collects a wealth of background information. The survey enables the impact on learning of educational policies, curricula, resources available to schools to be assessed, and in general, enables data to be analysed and correlated in order to identify

[2] The «benchmarking participants» are Provinces or Regions which participate in the TIMSS survey for their own internal comparison objective. The data referred to these local situations are not included in the calculation of the international average.

informazioni di contesto. L'indagine consente di valutare l'incidenza sugli apprendimenti delle politiche di istruzione, dei programmi di studio, delle risorse a disposizione delle scuole, e in generale, di analizzare e correlare i dati raccolti nell'intento di far emergere i fattori che potrebbero risultare più rilevanti nell'apprendimento della matematica e delle scienze.

Il modello di valutazione

TIMSS distingue tre dimensioni curricolari articolati rispettivamente su tre livelli di analisi. Nella Tabella 1 mostriamo schematicamente come si articolano i tre livelli.

TABELLA 1
Livelli dei curricoli di matematica e scienze indagati in TIMSS

Dimensione	Livello	Descrizione
Curriculum previsto	Paese	È il piano di studi stabilito a livello nazionale o a livello di sistema
Curriculum realizzato	Scuola	È ciò che viene effettivamente insegnato dai docenti all'interno delle classi
Curriculum appreso	Studente	È l'insieme delle conoscenze e abilità effettivamente apprese dagli studenti, così come vengono rilevate dalle prove

Prima della somministrazione dei test e dei questionari di contesto un comitato composto da un certo numero di Paesi partecipanti, in cui sono presenti esperti dei curricoli di matematica e scienze, redige il modello di valutazione o *quadro di riferimento (framework)*. Il modello fa da base per la progettazione delle prove di valutazione e viene poi approvato da parte di tutti i Paesi partecipanti. Grazie a questo strumento, diviene possibile redigere item capaci di toccare argomenti comuni a tutti i Paesi, anche se non tutti necessariamente sono in grado di rispettare tale vincolo. Nella fase di *pre-testing* (verifica sul campo della qualità delle prove) gli item che ogni Stato ritiene non siano rappresentativi del proprio curricolo vengono rimossi.

the factors which could be more important in mathematics and science.

Evaluation model

TIMSS differentiates three curricula dimensions articulated, respectively, on three levels of analysis. In Table 1 we show schematically how to articulate the three levels.

TABLE 1
Levels of curricula in mathematics and science investigated in TIMSS

Dimension	Level	Description
Curriculum foreseen	Country	Plan of studies established at a national level or system level
Curriculum completed	School	What is actually taught by the teachers in the classroom
Curriculum learned	Student	The set of knowledge and skills actually learned by students, as they are identified by the tests

A committee comprising a number of participating countries, including experts in mathematics and science curricula, prepares the assessment model or *framework reference* before the context tests and questionnaires are administered. The model forms the basis for the design of the assessment tests. The model is then approved by all the participating countries. It becomes possible to prepare items which concern issues common to all countries thanks to this tool, although not all of them are necessarily able to comply with this constraint. In the pre-testing phase (verifying the quality of the tests in the field) the items which each country believes are not representative of their curriculum are removed.

Two main domains are distinguished for each discipline: *cognitive* and *content*. Table 2 shows the internal structure for each domain. Obviously the content domains change in relation to the discipline. In contrast, the cognitive domains are common to both disciplines and school levels.

The contents domains of each discipline are divided, in turn, into subject areas. 9 areas have been identified in mathematics, concerning the

TABELLA 2
Schema riassuntivo del framework TIMSS 2007

Domini cognitivi		Conoscenza Applicazione Ragionamento	
Matematica	*Domini di contenuto*	IV anno	• Numeri • Figure geometriche e misure • Rappresentazione di dati
		VIII anno	• Algebra • Numeri • Geometria • Dati e probabilità
Scienze	*Domini di contenuto*	IV anno	• Scienze della Terra • Biologia • Fisica
		VIII anno	• Chimica • Scienze della Terra • Biologia • Fisica

Per ogni disciplina, si distinguono due domini principali: *cognitivo* e *di contenuto*. La Tabella 2 mostra l'articolazione interna a ogni dominio. Ovviamente i domini di contenuto cambiano in relazione alla disciplina. Al contrario, i domini cognitivi sono comuni a entrambi le discipline e ordini di scuola.

I domini di contenuto di ciascuna disciplina si articolano a loro volta in aree tematiche. In matematica, per la quarta classe di scuola primaria, sono stati individuate 9 aree tematiche: ad esempio «numeri naturali», «linee ed angoli», «lettura e interpretazione», ecc. Per la terza secondaria di primo grado sono 13. Alcuni esempi: «espressioni algebriche», «numeri interi», «misure geometriche», ecc. In scienze, alcuni esempi di aree per la scuola primaria sono: «caratteristiche e processo di vita dei viventi», «ecosistema», «classificazioni e proprietà della materia», ecc. Per la scuola secondaria di primo grado: «classificazione e composizione della materia», «forza e movimento», «terra sistema solare e universo», ecc.

I quesiti delle prove TIMSS sono stati progettati per sollecitare e rilevare specifici processi cognitivi. Come indicato nella Tabella 2 i processi cognitivi presi in esame sono: *conoscenza*, *applicazione*, *ragionamento*. I processi cognitivi sono valutati in relazione ai contenuti di apprendimento. Essi interagiscono con le cono-

TABLE 2
Overview of 2007 TIMSS framework

Cognitive domains		Knowledge Application Reasoning	
Mathematics	*Content domains*	year IV	• Numbers • Geometric figures and measures • Data representation
		year VIII	• Algebra • Numbers • Geometry • Data and probability
Science	*Content domains*	year IV	• Earth Sciences • Biology • Physics
		year VIII	• Chemistry • Earth Sciences • Biology • Physics

fourth class of primary school: for example, «natural numbers», «lines and angles», «reading and interpretation», etc. There are 13 areas for year eight. Some examples: «algebraic expressions», «integers», «geometrical measurements», etc. In science, some examples of areas for primary schools are «characteristics and life process of living beings», «ecosystem», «classifications and properties of matter», etc. For the junior school: «classification and composition of matter», «force and motion», «earth, solar system and universe», etc.

The questions in the TIMSS tests were designed to stimulate and identify specific cognitive processes. As indicated in Table 2, the cognitive processes examined are: *knowledge, application, reasoning*. The cognitive processes are assessed in relation to the learning content. They interact with the content knowledge influencing the outcome of the tests.

The items of the TIMSS tests foresee two formats: multiple choice and open answer.[3] The coding and scoring system is very complex and requires specific preparation. In order to simplify we can say that the multiple-choice questions score 1 point and the open-ended questions may

[3] Two types of open-ended questions are foreseen: a) *short*, for which the student must only write the answer, b) *extended*, for which the student must also describe the procedure followed or to argue the reasons for its reply.

scenze di contenuto influendo sullo svolgimento delle prove.

Gli item delle prove TIMSS prevedono due formati: a scelta multipla e a risposta aperta.[3] Il sistema di codifica e assegnazione dei punteggi è molto complesso e richiede una preparazione specifica. Volendo semplificare possiamo dire che le domande a scelta multipla valgono 1 punto e quelle a risposta aperta possono avere un punteggio pari a 1 o a 2, a seconda della completezza e correttezza della soluzione.

Il campionamento

Gli studenti a cui somministrare le prove vengono selezionati mediante un campionamento casuale a due stadi. Al primo stadio sono selezionate le scuole — con probabilità inversa alla loro dimensione — e al secondo stadio, all'interno di ciascuna scuola, sono selezionate — con probabilità eguale — due classi intere per il quarto anno e due per l'ottavo anno. Al fine di rendere le scuole e le classi rappresentative della popolazione di riferimento, a ogni studente viene attribuito un peso, che indica il segmento di popolazione da lui rappresentato.

La partecipazione del Trentino a TIMSS

Il Trentino ha partecipato alla rilevazione del 1995 come parte del campione nazionale. Ha invece preso parte all'indagine del 2003 con un proprio campione e altrettanto ha fatto per TIMSS 2007. In quest'ultimo caso, però, d'intesa con la IEA, ha posticipato la rilevazione al 2008, adottando una modalità censuaria a livello di scuola: sono state cioè incluse nella rilevazione tutte le scuole della Provincia (si veda la Tabella 3).

[3] Sono previsti due tipi di risposte aperte: a) *breve*, per la quale lo studente deve solo scrivere la risposta; b) e*stesa*, per la quale lo studente deve descrivere anche il procedimento seguito o argomentare le ragioni della sua risposta.

score 1 or 2 points, depending on the completeness and correctness of the solution.

Sampling

The students who take the tests are selected through random sampling in two stages. The schools are selected in the first stage — with a probability inverse to their size — and in the second stage two whole classes for the fourth year and two for the eighth year are selected (within each school), with equal probability. In order to make the schools and classes representative of the reference population, each student is assigned a weight that indicates the segment of the population he represents.

Involvement of the Trentino Region in TIMSS

The Trentino Region participated in the 1995 survey as part of the national sample. Whereas, the Trentino Region took part in the 2003 and 2007 surveys with its own sample. In the latter case (2007), however, in agreement with the IEA, it has postponed the data collection to 2008, adopting a census method on a school level: all the schools in the Province were included in the survey (see Table 3).

TABLE 3
Trentino sample for TIMSS 2007

	Number of schools	Number of classes	Number of students	Student population represented
Year four	61	118	1462	5039
Year eight	57	110	1658	4917

The survey adopted the same procedures and the same tools used internationally in 2007. Trentino can compare data at a national and international level, can follow the progress of learning and, above all, carry out analyses to

TABELLA 3
Il campione trentino TIMSS 2007

	Numero scuole	Numero classi	Numero studenti	Popolazione di studenti rappresentata
Quarta primaria	61	118	1462	5039
Terza secondaria I grado	57	110	1658	4917

La rilevazione ha impiegato le stesse modalità e gli stessi strumenti utilizzati a livello internazionale nel 2007. Il Trentino può mettere a confronto i dati a livello nazionale e internazionale, può verificare l'evoluzione degli apprendimenti e, soprattutto, effettuare analisi per la ricerca dei fattori che influiscono sull'apprendimento e, in particolare, di quelli che sono associati a più alte prestazioni.

In questo numero

Il volume si compone di tre sezioni. La prima, *Studi e Ricerche,* è dedicata a resoconti empirici e analisi di secondo livello basati sui data-set TIMSS. Il livello di analisi è internazionale, nazionale e regionale. La sezione ospita contributi di importanti studiosi di riferimento. Questo primo gruppo di articoli passa in rassegna diverse questioni:

a) le tendenze internazionali osservate negli ultimi dieci anni;
b) il problema dei divari nel rendimento matematico;
c) lo studio delle conoscenze e delle abilità che caratterizzano la competenza matematica;
d) i fattori che possono spiegare i risultati di apprendimento in scienze.

Siamo profondamente grati a Ina Mullis e Mick Martin del Boston College, a Linda Sturman e Yin Li dell'NFER, a Young-Sun Lee e Yoon Soo Park della Columbia University e a Elisa Caponera dell'INVALSI per aver accettato con tanta generosità e competenza il nostro invito a collaborare alla redazione del numero.

search for the factors which influence learning and, in particular, those which are associated with higher performances.

In this issue

The volume consists of three sections. The first, *Studies and Researches,* is dedicated to empirical reports and second-level analyses based on TIMSS data sets. The level of analysis is international, national and regional. The section contains contributions by leading scholars well known in the field. This first group of articles examines various questions:

a) international trends observed over the last ten years;
b) the problem of differences in mathematical performance;
c) the study of knowledge and skills which characterize mathematical skills;
d) factors which can explain the learning outcomes in science.

We are deeply grateful to Ina Mullis and Mick Martin of Boston College, to Linda Sturman and Yin Li of NFER, to Young-Sun Lee and Yoon Soo Park of Columbia University and to Elisa Caponera of INVALSI for accepting with such generosity and competence our invitation to collaborate in the drafting of this issue.

The second group of articles was supervised by the following authors: Angela Martini, Maurizio Gentile, Francesco Pisano, Arianna Bazzanella.[4] The articles will provide evidences about the background elements, both individual and didactic, which can influence learning outcomes. Francesco Rubino closes the section by proposing an analysis between the National Test results and the TIMSS mathematics test

[4] The works cited are extracts based on provincial report TIMSS 2007 edited by Dr. Angela Martini and by Dr. Francesco Rubino: Martini, A., & Rubino, F. (2010). *I risultati degli studenti trentini in Matematica e Scienze nel 2008. Rapporto provinciale TIMSS*. (The results achieved by Trentino Region students in Mathematics and Science in 2008. TIMSS Provincial Report.) Trento: Editore Provincia Autonoma di Trento. (Edited by Autonomous Province of Trento.)

Il secondo gruppo di articoli è stato curato dai seguenti autori: Angela Martini, Maurizio Gentile, Francesco Pisanu, Arianna Bazzanella.[4] I lavori proposti offrono evidenze circa gli elementi di contesto, individuali e didattici che possono influire sui risultati di apprendimento. Francesco Rubino chiude la sezione proponendo un'analisi tra risultati della Prova Nazionale e delle Prove TIMSS di matematica somministrate in terza secondaria di primo grado. L'autore valuta il peso dei tre processi cognitivi (conoscenza, applicazione, ragionamento) sui risultati ottenuti dagli studenti nella Prova Nazionale.

La sezione *Riflessioni* ospita tre saggi di Paolo Calidoni, Gabriele Anzellotti e Gwang Chol Chang. In virtù della loro posizione professionale e accademica ci hanno dato l'opportunità di conoscere questioni legate al tema dell'insegnamento e dell'apprendimento della matematica e delle scienze. I punti di vista sono i seguenti:

a) le indagini comparative nazionali e internazionali come fonti di informazione per il miglioramento delle pratiche valutative e didattiche nella scuola;
b) la valutazione delle competenze matematiche nel passaggio tra la *scuola superiore* e *l'università*;
c) i risultati delle indagini internazionali nel quadro di riferimento proposto dall'UNESCO noto come «Education for All».

Ci sembra importante soffermarci sul terzo punto. Il lavoro di Gwang Chol Chang — che ringraziamo molto per avere accettato il nostro invito — pone l'attenzione sul tema della qualità dei processi educativi nel quadro di riferimento dei cosiddetti Millennium Development Goals (MDGs) e di Education for All (EFA).

L'EFA fu un'iniziativa internazionale lanciata nel 1990 a Jomtien (Thailandia) con lo scopo

[4] I lavori citati sono estratti basati sul rapporto provinciale TIMSS 2007 curato dalla Dr.ssa Angela e Martini e dal Dr. Francesco Rubino: Martini, A., & Rubino, F. (2010). *I risultati degli studenti trentini in Matematica e Scienze nel 2008. Rapporto provinciale TIMSS*. Trento: Editore Provincia Autonoma di Trento.

administered in year eight. The author assesses the weight of the three cognitive processes (knowledge, application, reasoning) in the results achieved by the students in the National Test.

The *Points of view* section contains three essays by Paul Calydon, Gabriele Anzellotti and Gwang Chol Chang. They gave us the opportunity to learn about issues related to the topic of teaching and learning mathematics and science by virtue of their professional and academic position. The points of view are as follows:

a) national and international comparative surveys as sources of information to improve assessment and teaching practices in the school;
b) the assessment of mathematical skills in the transition between upper *secondary school and University;*
c) the results of international surveys in the reference framework proposed by UNESCO known as «Education For All».

It seems important to dwell on the third point. The work by Gwang Chol Chang — who we thank very much for having accepted our invitation — focuses on the quality of educational processes in the reference framework of the so-called Millennium Development Goals (MDGs) and Education for All (EFA).

The EFA was an international initiative launched in 1990 in Jomtien (Thailand) with the aim of promoting the best educational opportunities for every citizen in every society. After a decade of slow progress, the international community met in 2000 in Dakar (Senegal) and reaffirmed its commitment to EFA specifying the goals that all the countries should achieve by 2015.

After Dakar, the Global Campaign for Education (GCE) was born. The «Coalizione per la Campagna Globale per l'Educazione-Italia» (Coalition for the Global Campaign for Education-Italy) was created four years ago in Italy, thanks to the initiative of Save the Children, FLC-CGIL, Action Aid, Ucodep-Oxfam and Manitese and currently includes 17 organizations. The task of the campaign

di promuovere il massimo delle opportunità educative per ogni cittadino in ogni società. Dopo una decade di lenti progressi, la comunità internazionale si incontrò nel 2000 a Dakar (Senegal) e riaffermò il suo impegno per l'EFA specificando gli obiettivi che tutti i Paesi dovranno raggiungere entro il 2015.

Dopo Dakar nacque la Global Campaign for Education (GCE). Quattro anni fa in Italia per iniziativa di Save the Children, FLC-Cgil, Action Aid, Ucodep-Oxfam e Manitese nacque la Coalizione per la Campagna Globale per l'Educazione-Italia che oggi raccoglie 17 organizzazioni. Il compito della campagna è quello di sensibilizzare il mondo della scuola e di fare pressione sui governi perché mantengano gli impegni presi.[5]

Uno degli obiettivi EFA riguarda la qualità dei processi educativi:

> Migliorare tutti gli aspetti dell'educazione e garantire l'eccellenza in modo che risultati di apprendimento ben identificati e misurabili siano raggiunti da tutti, soprattutto in lettura, matematica e abilità di vita ritenute essenziali. (UNESCO, 2000, p. 17)[6]

I governi partner EFA dovrebbero garantire la qualità dell'educazione di base indipendentemente dal sesso, dallo status socio-economico, dalla lingua, dall'origine etnica, dal territorio in cui si vive. Per l'UNESCO sono otto gli indicatori che qualificano un sistema educativo di qualità:

1. alunni motivati, ben accuditi e sani;
2. insegnanti adeguatamente formati e uso di strategie di apprendimento attive;
3. ambienti, strumenti e materiali didattici appropriati;
4. curricoli insegnati e appresi utilizzando le lingue locali, basati sulle conoscenze e le esperienze dei docenti e degli alunni;
5. un ambiente che incoraggi l'apprendimento ma che sia accogliente, sicuro, sensibile alle differenze di genere;

[5] Si veda per maggiori dettagli: http://www.cge-italia.org/index.php?view=categoryevents&id=2%3Aeventi-gaw&option=com_eventlist&Itemid=12

[6] Si veda: UNESCO (2000). *The Dakar framework for action. Education for All: meeting our collective Commitments*. Dakar, Senegal: World Education Forum. Disponibile su: http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001211/121147e.pdf [Accesso il 30.04.11]

is to foster awareness in schools and to put pressure on governments to keep their commitments.[5]

One of the objectives of EFA concerns the quality of the educational processes:

> Improve all aspects of the quality of education and ensure excellence so that recognized and measurable learning outcomes are achieved by all, especially in literacy, numeracy and essential life skills. (UNESCO, 2000, p. 17)[6]

The EFA partner governments should ensure the quality of basic education regardless of gender, socio-economic status, language, ethnic origin, the territory in which one lives. For UNESCO there are eight indicators that qualify a quality educational system:

1. motivated, well looked after and healthy pupils;
2. adequately trained teachers and use of active learning strategies;
3. appropriate environments, tools and teaching material;
4. curricula taught and learned by using local languages, based on knowledge and experience of teachers and pupils;
5. an environment that encourages learning but is welcoming, safe, sensitive to gender differences;
6. a clear definition of learning outcomes in terms of knowledge, skills, attitudes and values;
7. participatory governance procedures and management of educational processes;
8. respect for and involvement of local communities.

And as one can see the aim and indicators seem closely related to the assessment models adopted and the results offered by the international comparative surveys. To discuss the consequences of such reasoning is outside the

[5] For further details refer to: http://www.cge-italia.org/index.php?view=categoryevents&id=2% 3Aeventi com_eventlist-Gaw & option = & Itemid = 12

[6] See: UNESCO (2000). *The Dakar Framework for Action. Education for All: Meeting Our Collective Commitments*. Dakar, Senegal: World Education Forum. Available at: http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001211/121147e.pdf [Access 30.04.11]

6. una chiara definizione dei risultati di apprendimento in termini di conoscenze, abilità, atteggiamenti e valori;
7. modalità partecipative di governo e gestione dei processi educativi;
8. rispetto e coinvolgimento delle comunità locali.

A ben vedere, obiettivo e indicatori sembrano strettamente connessi ai modelli valutativi adottati e ai risultati offerti dalle indagini internazionali comparative. Va al di là di questo scritto discutere le conseguenze di tale ragionamento, tuttavia ci sembra importante richiamare due questioni.

1. In che misura le riforme a livello nazionale e locale, le azioni di sistema e i diversi provvedimenti legislativi stanno migliorando l'educazione e garantendo l'eccellenza a tutti?
2. Come i governi e le amministrazioni locali insieme ai relativi uffici studi, centri di ricerca e istituti possono assumere l'obiettivo EFA come punto di partenza sul quale basare la ricerca di indicatori e modelli valutativi di scuola, dei docenti e dei risultati di apprendimento degli alunni?

Infine, la terza parte è dedicata a *L'intervista*. L'intervista prende le mosse da una questione di fondo: è ingenuo continuare a coltivare una sorta di «razionalismo educativo» secondo cui i miglioramenti scolastici possono essere decisi sulla base di evidenze e i loro impatti sono valutati raccogliendo prove? Abbiamo discusso la questione con Bruno Losito, professore associato della *Facoltà di Scienze della Formazione dell'Università di Roma Tre*, esperto di indagini internazionali comparative, di sistemi e processi valutativi. Lo studioso offre numerosi chiarimenti su aspetti di metodo, discute l'uso delle indagini nell'ambito delle politiche educative, entra nel merito della struttura e dei contenuti delle prove, incoraggia a utilizzare i quadri di riferimento come strumenti per migliorare la competenza valutativa delle scuole.

Nella speranza di aver fatto un buon lavoro vi auguriamo una buona lettura!

scope of this publication, nonetheless, we feel it is important to emphasize two questions.

1. To what extent are the reforms at national and local level, the actions of the system and the various legislative measures improving education and ensuring excellence for all?
2. How can the governments and local governments along with their research departments, research centres and institutions take the EFA goal as a starting point on which to base the search for indicators and assessment models of the school, teachers and the learning outcomes of students?

Lastly, the third part is devoted to *The interview*. The interview is prompted by a fundamental question: is it naive to continue to cultivate a kind of «educational rationalism» according to which school improvements can be decided on the basis of evidence and their impacts are assessed by collecting evidence? We discussed the issue with Bruno Losito, Associate Professor at the *Faculty of Education of Roma Tre,* an expert in international comparative surveys, systems and assessment processes. The scholar provided numerous clarifications concerning aspects of method, discusses the use of surveys in the context of educational policies, examines the essence of the structure and content of the tests, encourages us to use the reference frameworks as tools to improve the competence assessment of schools.

We hope we have done a good job and hope this publication makes enjoyable reading!

STUDI E RICERCHE

RICERCAZIONE

TIMSS TRENDS FROM 1995 TO 2007: A FOCUS ON ITALY

Ina V. S. Mullis
Michael O. Martin

TIMSS & PIRLS International Study Center

To get news on or to share views on this article, the first author can be contacted to the following address:

Boston College
140 Commonwealth Ave.
Chestnut Hill, MA 02467, USA
Phone: +1 617 552 1600
E-mail: timss@bc.edu

ABSTRACT

This paper focuses on TIMSS trends in students' educational achievement in Italy since 1995. With data on mathematics and science achievement at fourth and eighth grades and mathematics and physics for advanced students at the final year of secondary schooling, TIMSS is a unique source of information for examining the results of countries efforts to improve student outcomes over the past 15 years. This paper describes the trends in Italy in comparison to those in a number of other countries that have participated since 1995, including several top-achieving Asian countries, several European countries, and the United States.

Keywords: TIMSS trends – Italian trends – TIMSS achievement

ESTRATTO

Questo articolo si concentra sulle tendenze osservate nel rendimento alla prova TIMSS degli studenti italiani a partire dal 1995. Con i dati su matematica e scienze per il quarto e l'ottavo grado di scolarizzazione e su matematica e fisica per gli studenti dell'ultimo anno di scuola secondaria di primo grado, TIMSS è una fonte di informazioni preziosa per esaminare l'impegno dei sistemi educativi dei Paesi partecipanti nel migliorare i risultati dei loro alunni nel corso degli ultimi 15 anni. Questo articolo descrive le linee di tendenza italiane confrontate con un certo numero di altri Paesi che hanno partecipato all'indagine, a partire dal 1995. Tra questi sono presenti alcuni tra i meglio classificati Paesi asiatici, diversi Paesi europei e gli Stati Uniti.

Parole chiave: Tendenze TIMSS – Tendenze italiane – Risultati TIMSS

1. Overview of TIMSS

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) is a large and innovative international assessment that has been conducted every four years since 1995, with TIMSS 2011 currently under way in about 70 countries. TIMSS Advanced, which assesses advanced mathematics and physics at the senior secondary level, was conducted in 1995 and 2008, with the next assessment planned for 2015. The goal of TIMSS is to provide comparative information about educational achievement across countries to improve teaching and learning in mathematics and science. TIMSS measures trends in mathematics and science achievement at the fourth and eighth grades, as well as monitoring curricular implementation and identifying promising instructional practices from around the world. TIMSS is a project of the IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), an independent international cooperative of national research institutions and government agencies that has been conducting studies of cross-national achievement in a wide range of subjects since 1959. Because country participation in any IEA study is voluntary, the decision is made by each member country according to its data needs and resources, and then coordinated through the IEA Secretariat in Amsterdam.

1.1. Availability of TIMSS trend data

TIMSS trend data are available across four assessment cycles: 1995, 1999, 2003, and 2007. The initial and extremely ambitious TIMSS assessment in 1995 encompassed participation at five grade levels, including students in the fourth and eighth grades and in the final year of secondary school. However, subsequent assessments have not covered as many grades, with the 1999 assessment only at the eighth grade, and then the TIMSS 2003 and 2007 assessments beginning the current practice of including both fourth and eighth grades. The number of countries has grown across the assessment cycles, with TIMSS 1995 involving 40 countries and TIMSS 2007 involving 59 countries and approximately 425,000 students. The TIMSS trends from 1995 through 2007 have been described in two companion reports, the [*TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades* (Mullis, Martin, & Foy, 2008)] and the *TIMSS International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics Science Study at the Fourth and Eighth Grades* (Martin, Mullis, & Foy, 2008). The TIMSS Advanced 2008 assessments of mathematics and physics at the senior secondary school level involved 10 countries, including changes in students' achievement between 1995 and 2008 in five countries. The details of the TIMSS Advanced 2008 assessments were presented in the *TIMSS Advanced 2008 International Report: Findings from IEA's Study of Achievement in Advanced Mathematics and Physics in the Final Year of Secondary School* (Mullis, Martin, Robitaille, & Foy, 2009).

2. Fourth grade trends in mathematics

The TIMSS & PIRLS International Study Center at Boston College published the trends in mathematics achievement from 1995 through 2007 in the *TIMSS 2007 International Mathematics Report*. At the fourth grade, 16 countries had trend data for the 1995 and 2007 assessments: Australia, Austria, the Czech Republic, England, Hong Kong SAR, Hungary, Iran, Japan, Latvia, the Netherlands, New Zealand, Norway, Scotland, Singapore, Slovenia, and the United States. As documented in the 2007 international reports, generally, and even in the same countries for mathematics and science, between 1995 and 2007 there was a tendency toward more improvement than declines at the fourth grade.

More specifically, in mathematics at the fourth grade, eight of the countries showed improvement between 1995 and 2007: Australia, England, Hong Kong SAR, Iran, Latvia, New Zealand, Slovenia, and the United States. Of the remaining countries, four—Singapore, Japan,

Scotland, and Norway — showed essentially no change in achievement, and four—Austria, the Netherlands, Hungary, and the Czech Republic — showed declines. Keeping in mind there was no assessment in 1999 at the fourth grade, it also is interesting to consider more recent results. These findings also are positive for mathematics, showing that average achievement between 2003 and 2007, either increased (nine countries) or stayed the same (10 countries), with only two countries having decreases.

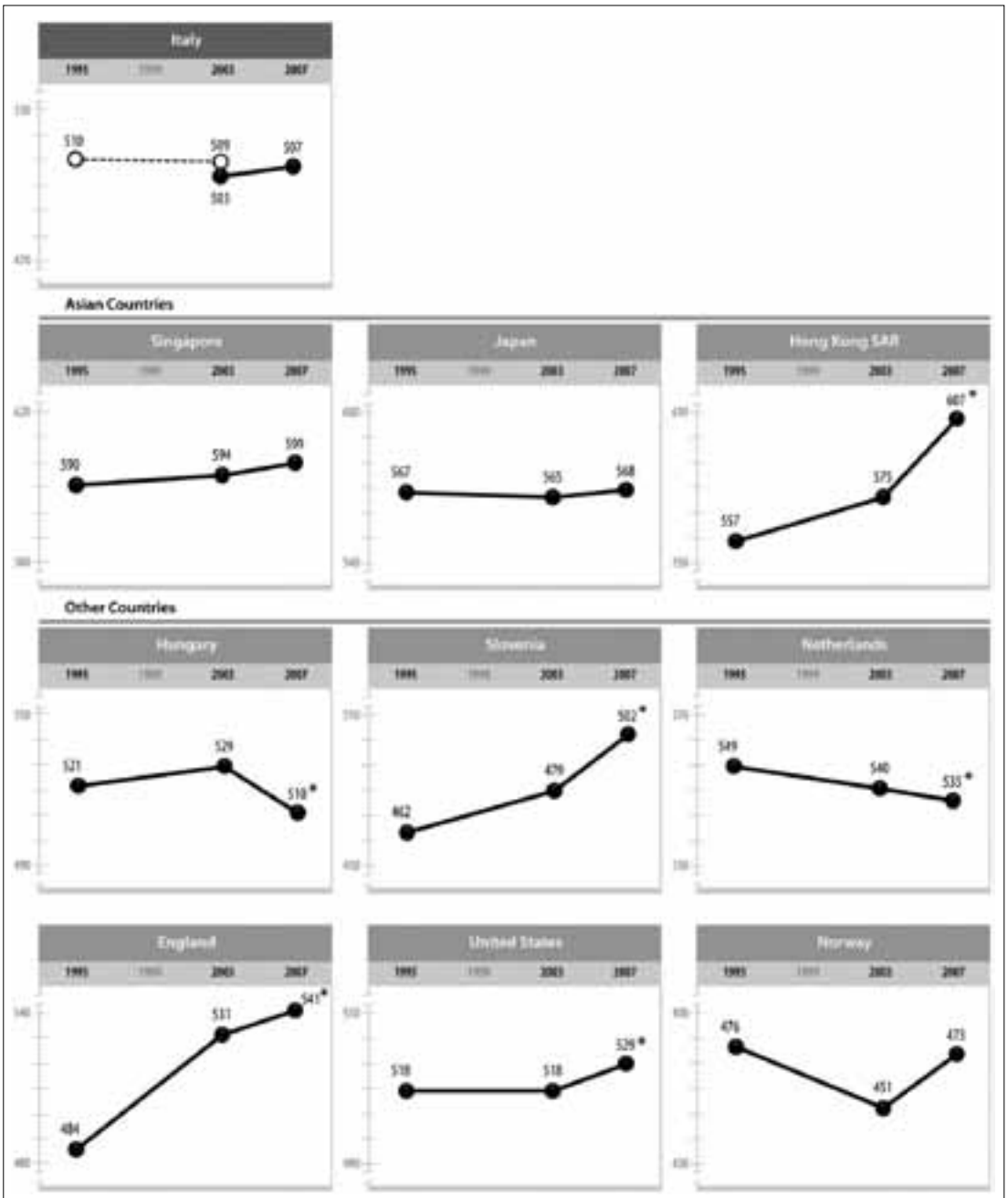
Figure 1 presents TIMSS trend results in average mathematics achievement for selected countries, keeping in mind there was no fourth grade assessment in 1999. For Italy, the trends between 1995 and 2003, shown by the dotted line, have been computed to be comparable between assessments. In 1995, four Italian Regions did not participate — Piemonte, Toscana, Lazio, and Sicilia — so the 2003 were recomputed without these four Regions. The results between the 2003 and 2007 assessments are based on participation by all Regions, and match the results presented in the *TIMSS 2007 International Mathematics Report*. The Italian results are shown in comparison to the trends for nine other countries from 1995 to 2007, selected from countries with complete data sets (1995, 2003, and 2007) to represent several of the high-performing Asian countries, a variety of European countries, and also include the United States.

As shown in Figure 1, mathematics achievement showed little change in Italy between 1995 and 2007 at the fourth grade. Because a number of Asian countries consistently have been the top-achieving countries in TIMSS, the first row in Figure 1 shows the results for three of these countries — Singapore, Japan, and Hong Kong SAR. In 2007, for fourth grade mathematics, Hong Kong SAR, Singapore, and Japan were among the top-performing countries. Of these high-achieving Asian countries, Hong Kong SAR showed significant improvement from 1995 together with significant improvement from 2003 to 2007, suggesting a sustained improvement over the 12-year period from 1995 to 2007. There was little change between 1995 and 2007 in Singapore or Japan.

The other countries in Figure 1 span a range of mathematics achievement. On average, Hungary, the Netherlands, England (since 2003), and the United States performed above the TIMSS scale average; while Slovenia performed about at the TIMSS scale average and Norway below it. These countries also showed a variety of trend patterns. For example, Slovenia and England were the two other countries in addition to Hong Kong SAR to show a pattern of sustained improvement from 1995 to 2007. For the United States, the improvement since 1995 largely reflected improvement between 2003 and 2007. Norway declined significantly between 1995 and 2003, but rebounded in 2007 almost back to the original level. Finally, the Netherlands and Hungary had decreased achievement in 2007.

Figure 2 presents brief descriptions of the TIMSS 2007 International Benchmarks in mathematics, and trends in the percentages of fourth grade students scoring at each of the benchmarks. The benchmarks represent the range of performance shown by students internationally. TIMSS conducted a detailed scale anchoring analysis to describe TIMSS 2007 mathematics performance at four different points on the TIMSS mathematics scales: Advanced is 625, High is 550, Intermediate is 475, and Low is 400. The results revealed substantial variation in performance between students achieving at the high end and the low end of the scale. At the fourth grade, students at the Advanced International Benchmark applied mathematical understanding and knowledge in a variety of relatively complex problem situations and were able to explain their reasoning, whereas those at the Low International Benchmark demonstrated some basic mathematical knowledge and were able to compute with whole numbers, recognize some geometric shapes, and read simple graphs and tables.

In general, the higher a country's average achievement, the higher the percentages of students reaching the high and advanced benchmarks. In 2007, 6 percent of the Italian fourth grade students reached the advanced benchmark in mathematics and 29 reached the High benchmark, with these figures the same as in



No fourth-grade assessment in 1999.
The scale interval is 10 points for each country.
* Indicates significant difference from 1995.
Trends between 1995 and 2003 for Italy are based on data that did not include four Regions: Piemonte, Toscana, Lazio, and Sicilia.

Fig. 1 TIMSS Trends in Average Mathematics Achievement – Fourth Grade.

2003. However, in 2007 more Italian students reached the Intermediate and Low levels, indicating progress in the lower regions of the scale. Because of the difference in the 1995 Italian sample (not including four Regions), the 1995 Italian results are not included.

Italy	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced			6	6
High			29	29
Intermediate			65	67
Low			89	91

TIMSS International Benchmarks (Points on the TIMSS Scale)	
Advanced (625)	Students can apply their understanding and knowledge in a variety of relatively complex situations and explain their reasoning.
High (550)	Students can apply their knowledge and understanding to solve problems.
Intermediate (475)	Students can apply basic mathematical knowledge in straightforward situations.
Low (400)	Students have some basic mathematical knowledge.

Asian Countries

Singapore	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	38		38	41
High	70		73	74
Intermediate	89		91	92 ○
Low	96		97	98 ○

Japan	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	22		21	23
High	61		60	61
Intermediate	89		89	89
Low	98		98	98

Hong Kong SAR	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	17		22	46 ○
High	56		67	81 ○
Intermediate	87		94	97 ○
Low	97		99	100 ○

Other Countries

Hungary	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	11		10	9
High	38		41	35
Intermediate	72		76	67
Low	91		94	88 ●

Slovenia	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	2		2	3 ○
High	14		18	25 ○
Intermediate	45		53	67 ○
Low	77		84	92 ○

Netherlands	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	12		5	7 ●
High	50		44	42 ●
Intermediate	87		89	84
Low	99		99	98

England	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	7		14	16 ○
High	24		43	48 ○
Intermediate	54		75	79 ○
Low	87		93	94 ○

United States	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	9		7	10
High	37		33	40
Intermediate	73		72	77 ○
Low	92		93	95 ○

Norway	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	2		5	2
High	16		30	35
Intermediate	53		49	52
Low	84		75	83

○ Significantly higher than 1995

● Significantly lower than 1995

Fig. 2 Trends in Percentages of Students Reaching TIMSS International Benchmarks in Mathematics – Fourth Grade.

Looking at the Asian countries, the results show that 40 to 41 percent of the fourth grade students in Singapore and Hong Kong SAR reached the Advanced benchmark and 74 to 81 percent reached the high benchmark. For Hong Kong SAR, this represented a considerable increase from 2003. The percentages were not quite as high in Japan, but it is clear that substantial percentages of fourth grade students in these Asian countries demonstrated high to advanced levels of achievement.

As for the other countries, Slovenia and England had relatively steady increases across the achievement distribution, and the United States had improvement at the lower end of the distribution. For the countries with declines in achievement between 1995 and 2008, Hungary had lower percentages of students reaching the lower benchmarks, and the Netherlands had lower percentages reaching the higher benchmarks.

3. Fourth grade trends in science

The TIMSS trends in science achievement for the 1995, 1999, 2003, and 2007 assessments can be found in the *TIMSS 2007 International Science Report*. Comparing across the 12 years between 1995 and 2007 at the fourth grade, 16 countries had achievement data available. The overall patterns are more positive than for mathematics, with seven countries showing increases, four with similar achievement, and five with decreases.

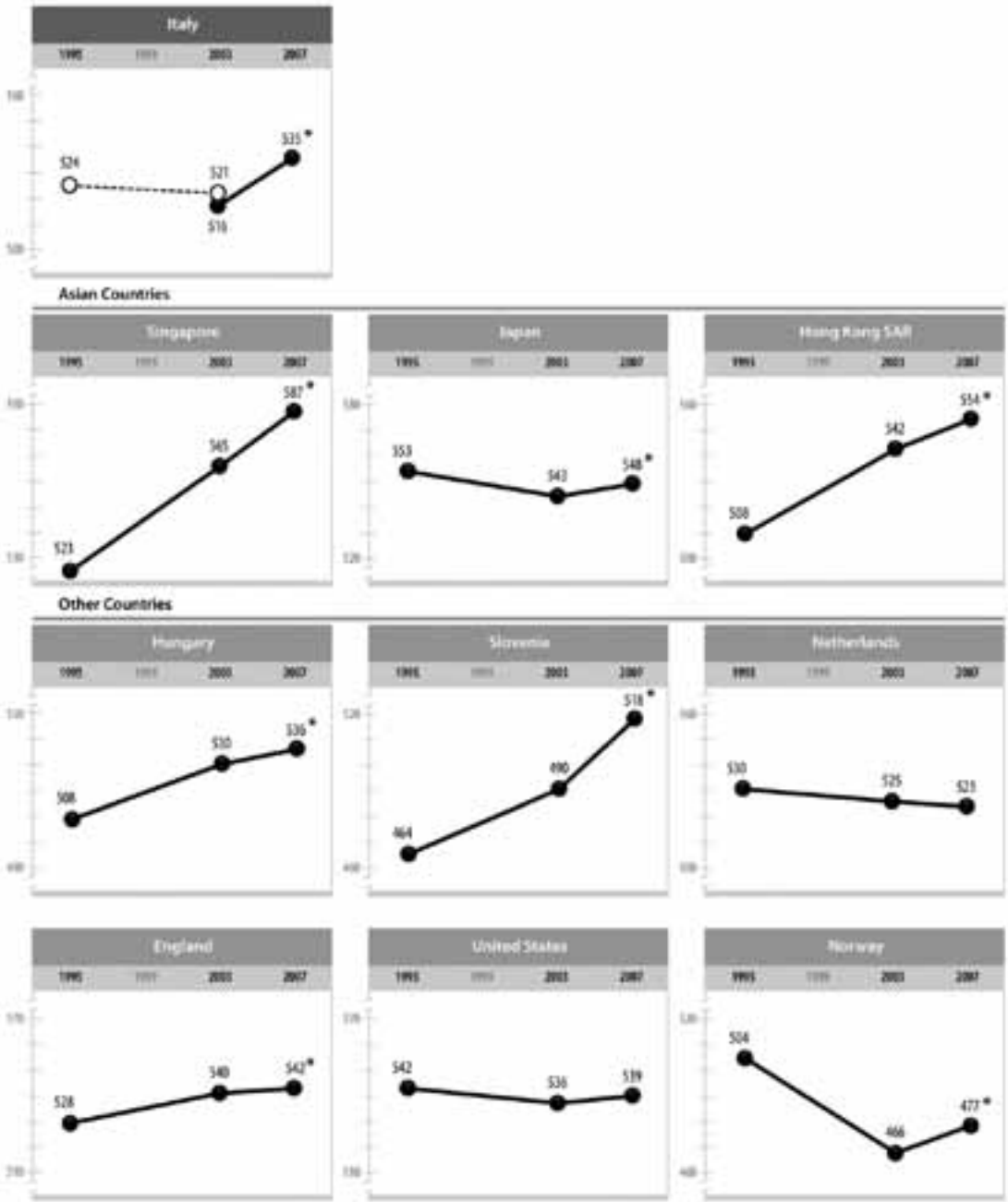
Figure 3 presents the trends in average science achievement at the fourth grade for the same countries as shown for mathematics in Figure 1. For Italy, the trends between 1995 and 2003 (without the four Regions of Piemonte, Toscana, Lazio, and Sicilia) were stable, but there was a significant improvement between 2003 and 2007. Also, looking at three of the high-performing Asian countries, Singapore and Hong Kong SAR showed substantial improvement between 1995 and 2007, while achievement in Japan remained at about the same level. As for the other countries, fourth grade students in Hungary and Slovenia showed significant improvement in science achievement, while those in the Netherlands, England, and the United States remained at about the same levels. In Norway, there was a decline in science achievement at the fourth grade.

Figure 4 presents the results for the TIMSS 2007 International Benchmarks in science for the fourth grade. Looking at the brief descriptions of the benchmarks, it can be seen that students at the Advanced International Benchmark applied knowledge and understanding of scientific processes and relationships in beginning scientific inquiry whereas those at the Low International Benchmark displayed some elementary knowledge of life science and physical science. In Italy, significantly higher percentages of students in 2007 than in 2003 reached the three top benchmarks.

The improvement between 2003 and 2007 in Italy was similar to that shown in Singapore and Hong Kong SAR, with little change between 1995 and 2003, but considerable progress between 2003 and 2007. However, it can be noted that whereas 36 percent of the Singaporean students reached the advanced benchmark in 2007, only 12 to 14 percent of the students did in Italy, Japan, and Hong Kong SAR. The pattern of improved performance in 2007 at three or four benchmarks also was evidenced in Hungary, England, and Slovenia, although relatively fewer Slovenian students reached the high and advanced benchmarks. In comparison, the Netherlands and the United States showed stability across assessments, with a decrease at the advanced level compared with 1995. Also compared with 1995, the Norwegian fourth grade students demonstrated decreases across the entire achievement distribution.

4. Eighth grade trends in mathematics

Across the TIMSS countries, the trends in mathematics achievement between 1995 and 2007 were not as encouraging at eighth grade as they were at fourth grade. At eighth grade, 20 countries had data in both 1995 and 2007: including the Australia, Bulgaria, Colombia,



No fourth-grade assessment in 1999.
The scale interval is 10 points for each country.
* Indicates significant difference from 1995 (2003 for Italy).
Trends between 1995 and 2003 for Italy are based on data that did not include four Regions: Piemonte, Toscana, Lazio, and Sicilia.

Fig. 3 TIMSS Trends in Average Science Achievement – Fourth Grade.

Cyprus, Czech Republic, England, Hong Kong SAR, Hungary, Iran, Japan, Korea, Lithuania, Norway, Romania, the Russian Federation, Scotland, Singapore, Slovenia, Sweden, and the United States. Of the 20 countries, five had increased average achievement in 2007 compared

Italy	Percent of Students			
	[illegible]	[illegible]	2003	2007
Advanced			9	11 ○
High			35	44 ○
Intermediate			70	78 ○
Low			91	94

TIMSS International Benchmarks (Points on the TIMSS Scale)	
Advanced (625)	Students can apply knowledge and understanding of scientific processes and relationships in beginning scientific inquiry.
High (550)	Students can apply knowledge and understanding to explain everyday phenomena.
Intermediate (475)	Students can apply basic knowledge and understanding to practical situations in the sciences.
Low (400)	Students have some elementary knowledge of life science and physical science.

Asian Countries

Singapore	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	14		23	36 ○
High	42		61	68 ○
Intermediate	71		86	88 ○
Low	89		95	96 ○

Japan	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	33		32	12 ●
High	54		49	33
Intermediate	67		84	86
Low	87		96	97

Hong Kong SAR	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	3		7	14 ○
High	30		47	55 ○
Intermediate	69		87	88 ○
Low	93		98	98 ○

Other Countries

Hungary	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	7		10	11 ○
High	32		42	47 ○
Intermediate	67		76	78 ○
Low	90		94	93 ○

Slovenia	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	2		3	6 ○
High	14		22	36 ○
Intermediate	45		61	74 ○
Low	79		87	93 ○

Netherlands	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	6		3	4 ●
High	38		32	34
Intermediate	82		83	79
Low	98		99	97

England	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	13		15	14
High	42		47	48 ○
Intermediate	72		79	81 ○
Low	90		94	95 ○

United States	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	19		13	15 ●
High	36		43	47
Intermediate	78		78	78
Low	93		94	94

Norway	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	8		2	1 ●
High	32		15	17 ●
Intermediate	61		49	54 ●
Low	89		79	84 ●

○ Significantly higher than 1995 (2003 for Italy)

● Significantly lower than 1995 (2003 for Italy)

Fig. 4 Trends in Percentages of Students Reaching TIMSS International Benchmarks in Science – Fourth Grade.

with 1995, five similar had achievement, and 10 decreased achievement.

Figure 5 presents the eighth grade trend results in mathematics for Italy and nine other countries, most of which are the same as those shown at the fourth grade). The 1995 sample did not include four Regions in Italy, so had reduced coverage. In 1999, there was full sample coverage, and that became the basis for trends into the future. However, to link 1999 back to 1995, a second achievement estimate was computed not including the four Regions. That difference is shown by the dotted line between 1995 and 1999. As shown in Figure 5, including the trends from 1995 to 1999 on a slightly reduced sample, achievement in Italy was relatively constant from assessment to assessment across the four cycles. In the context of more declines across TIMSS countries than improvements, the fact that achievement in Italy remained at a steady level could be considered as relatively good news.

Of all the countries with comparable samples across all four assessments at the eighth grade, only four did not have any declines between assessments — England and the United States (shown in Figure 5) as well as Korea and Lithuania. For the three Asian countries included in Figure 5, both Singapore and Japan lost ground over the 12 years. Hong Kong SAR had increases, but then declined between 2003 and 2007 to the extent that achievement essentially returned to the same level as in 1995. After no change between 1995 and 2003, Slovenia improved between 2003 and 2007. Hungary and the Russian Federation had some ups and downs, but ended up with lower achievement in 2007 than in 1995. The Swedish eighth grade students showed steady declines in achievement between 1995 and 2003, and particularly between 2003 and 2007.

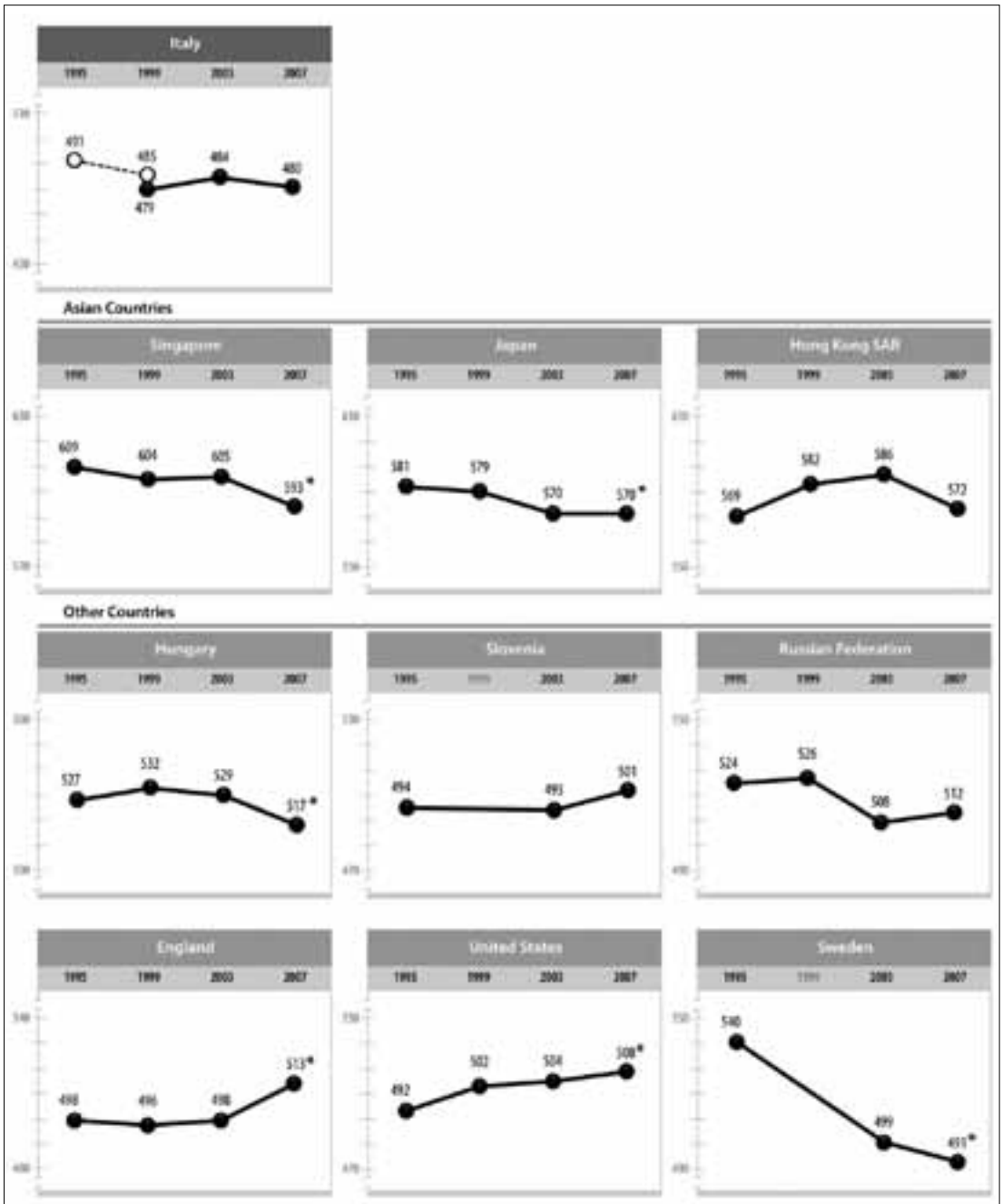
Figure 6 shows the trends in percentages of eighth grade students reaching the TIMSS International Benchmarks. Students at the High International Benchmark demonstrated an excellent grasp of the mathematics in the assessment, including the ability to solve a variety of non-routine problems. In comparison, those at the Low benchmark demonstrated some knowledge of whole number and decimals, operations, and basic graphs.

For Italy, data are not available for 1995 due to the reduced sample coverage (missing four Regions) compared with the other assessments. However, similar to the trends in average achievement, there was consistency from assessment to assessment with the exception of a steady decline in the percentage of students reaching the High benchmark. This same trend pattern, but even more pronounced, was observed in Singapore and Japan. In both Asian countries, in addition to fewer students reaching the high level in 2007 than in 1995, fewer reached the intermediate and low levels. A similar pattern was observed in Hungary, with decreased percentages of students reaching the two lowest benchmarks. In Sweden, decreased percentages reached all four benchmarks. Between 1995 and 2007, the percentages reaching benchmarks decreased from 12 to 2 percent for Advanced, from 46 to 20 percent for High, from 81 to 60 for Intermediate, and from 96 to 90 for Low, indicating more severe declines at the upper regions of the achievement distribution. Slovenia and the Russian Federation had little, if any, changes. Finally, England improved in the middle of the achievement distribution, and the United States, in all levels except the advanced benchmark.

5. Eighth grade trends in science

At the eighth grade, of the 19 countries with 1995 data, 5 had increased achievement in 2007, 11 had similar achievement, and only three had decreases. Thus, the trend results between 1995 and 2007 for eighth grade science show stability in average achievement, in general, for the TIMSS countries over the 12-year period.

Figure 7 presents the science trend results for Italy and for the same set of countries as shown for mathematics at the eighth grade. It can be seen that the Italian results are consistent with the prevailing pattern across TIMSS countries, in that average achievement in science was re-



The scale interval is 10 points for each country.
* Indicates significant difference from 1995.
Trends between 1995 and 1999 for Italy are based on data that did not include four Regions: Piemonte, Toscana, Lazio, and Sicilia.

Fig. 5 TIMSS Trends in Average Mathematics Achievement – Eighth Grade.

latively stable from assessment to assessment (including between 1995 and 1999, not including four Regions). Also, most of the other countries in Figure 7 did not show changes in average science achievement between 1995 and 2007, including Singapore, Japan, Hungary, the

Italy	Percent of Students			
	[illegible]	1999	2003	2007
Advanced		4	3	3
High		21	18	17 ●
Intermediate		51	56	54
Low		82	86	85

TIMSS International Benchmarks (Points on the TIMSS Scale)	
Advanced (625)	Students can organize and draw conclusions from information, make generalizations, and solve non-routine problems.
High (550)	Students can apply their understanding and knowledge in a variety of relatively complex situations.
Intermediate (475)	Students can apply basic mathematical knowledge in straightforward situations.
Low (400)	Students have some knowledge of whole numbers and decimals, operations, and basic graphs.

Asian Countries

Singapore	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	40	42	44	40
High	84	77	77	70 ●
Intermediate	98	94	93	88 ●
Low	100	99	99	97 ●

Japan	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	29	29	24	26
High	67	66	62	61 ●
Intermediate	91	90	88	87 ●
Low	98	98	98	97 ●

Hong Kong SAR	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	23	28	31	31 ○
High	65	70	73	64
Intermediate	88	92	93	85
Low	96	98	98	94

Other Countries

Hungary	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	10	11	11	10
High	40	43	43	36
Intermediate	74	75	75	69 ●
Low	94	93	93	91 ●

Slovenia	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	4		3	4
High	22		23	21
Intermediate	60		60	61
Low	90		90	92

Russian Federation	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	9	12	6	8
High	38	39	38	33
Intermediate	73	73	66	68
Low	93	93	92	91

England	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	6	6	5	8
High	27	25	26	35 ○
Intermediate	63	60	63	59 ○
Low	87	88	90	98

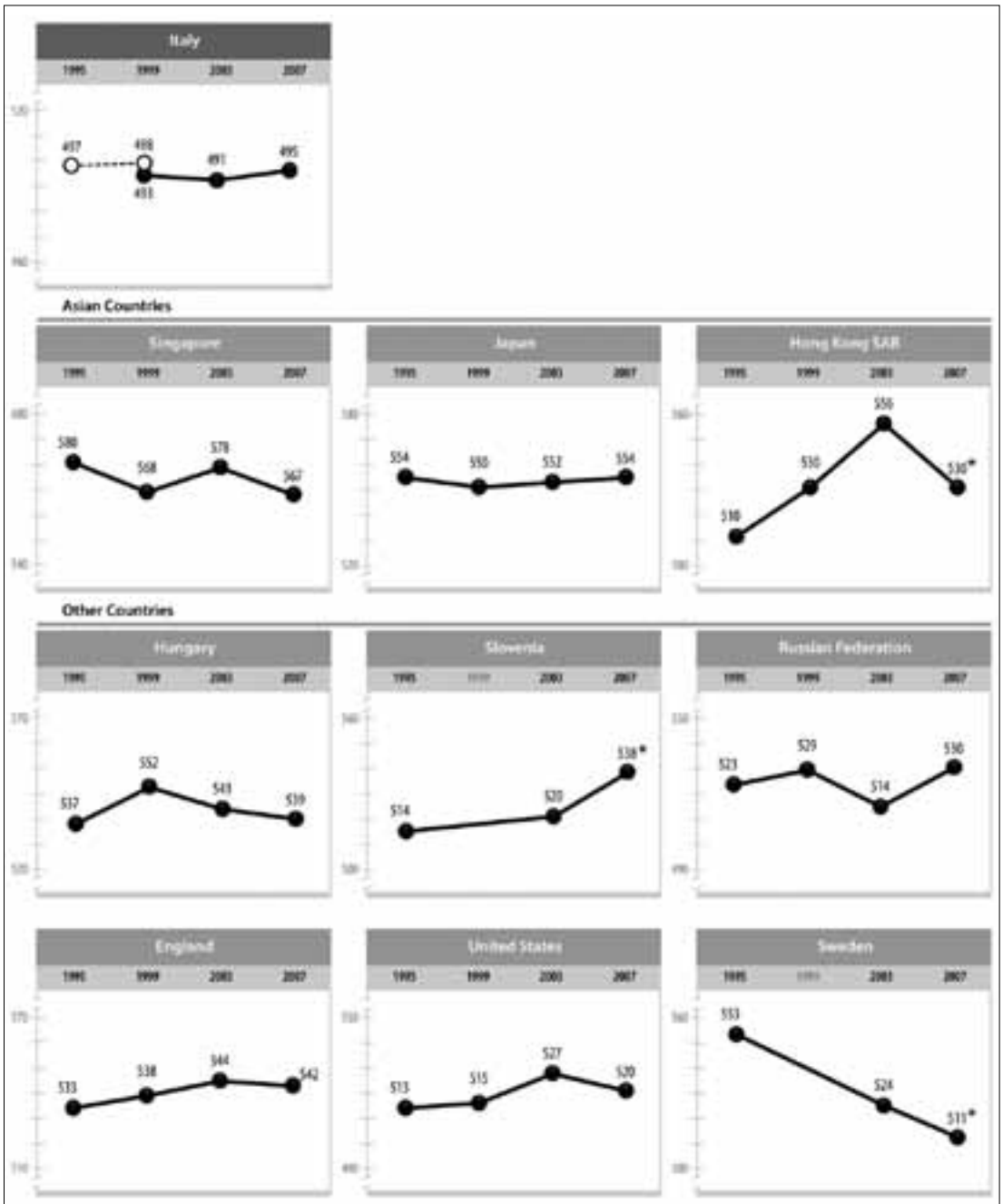
United States	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	4	7	7	6
High	26	38	29	31 ○
Intermediate	63	62	64	67 ○
Low	86	87	90	92 ○

Sweden	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	12		3	2 ●
High	46		34	26 ●
Intermediate	81		64	62 ●
Low	96		91	90 ●

○ Significantly higher than 1995 (1999 for Italy)

● Significantly lower than 1995 (1999 for Italy)

Fig. 6 Trends in Percentages of Students Reaching TIMSS International Benchmarks in Mathematics – Eighth Grade.



The scale interval is 10 points for each country.
* Indicates significant difference from 1995.
Trends between 1995 and 1999 for Italy are based on data that did not include four Regions: Piemonte, Toscana, Lazio, and Sicilia.

Fig. 7 TIMSS Trends in Average Science Achievement – Eighth Grade.

Russian Federation, England, and the United States. Hong Kong SAR showed considerable improvement between 1995 and 2003, and then a significant decline in 2007, but average achievement in 2007 was still above the original 1995 level. Slovenia did not participate in 1999, but has showed steady improvement since then. In contrast, Sweden showed considerable declines, particularly between 2003 and 2007.

Figure 8 presents the trends in percentages of eighth grade students reaching the science benchmarks. At the eighth grade, students at the Advanced International Benchmark demonstrated a grasp of some complex and abstract concepts in biology, chemistry, physics, and earth science. In comparison, those at the Low International Benchmark simply recognized some basic facts from the life and physical sciences.

In Italy, achievement related to the science benchmarks has remained essentially unchanged since 1999, except a slight decline at the advanced benchmark. (The 1995 data are not shown since they were not comparable, because four Regions were not included.) The pattern of consistency from assessment to assessment is reflected in the similarity across assessments for the benchmark results. Japan, Hungary, the Russian Federation, and England had no significant changes, and the United States changed only slightly at the low benchmark. Despite having about one-third, by far the largest proportion, of students reaching the advanced benchmark, Singapore had significant decreases at the two lowest levels. Sweden had substantial decreases at all four levels, including from 19 to 7 percent at the advanced level and from 52 to 32 percent at the high level. Of the countries shown in Figure 8, only Slovenia showed progress across the entire achievement distribution.

6. TIMSS advanced mathematics

Although the initial 1995 TIMSS assessment examined the teaching and learning of mathematics and science for students in their last year of secondary school, that component was not reassessed until 2008. Ten relatively diverse countries participated in TIMSS Advanced 2008: Armenia, Iran, Italy, Lebanon, the Netherlands, Norway, the Philippines, the Russian Federation, Slovenia, and Sweden. Detailed results were published in the *TIMSS Advanced 2008 International Report*.

Italy was one of the original participants in the 1995 advanced mathematics assessment that also participated in the replication of that assessment in 2008. TIMSS Advanced 2008 focused once again on students who were enrolled in the last year of secondary school, and who were specializing in advanced mathematics or physics as part of an academic program. Although Italy participated in both the mathematics and physics portions of TIMSS Advanced 2008, because its 1995 participation was only in the mathematics portion, that is where trend data are available.

Taking part in an international study comparing and contrasting the achievement of senior secondary students enrolled in the most advanced programs in mathematics and science that their countries have to offer provides information about the quality and quantity of well-educated citizens graduating from their secondary schools, particularly those with strong background and career interests in fields related to mathematics, science, engineering, and technology. On the other hand, it is the case that the additional sources of variation across countries by the final year of secondary school complicate the interpretation of the results. By the final year, countries have provided different opportunities for students in the rigor and length of their advanced programs, and students also have had opportunities for choices.

In shaping educational policy, every country confronts the challenge of providing a high level of education for all students. It may be a goal to offer a highly enriched program in advanced mathematics to a significant percentage of the students, and have those students achieve at internationally high levels. However, there are issues of practicality and feasibility. Also, decisions about what constitutes a high level of education or a specialized program, differ considerably across countries, as do ideas about

how many students should or can participate in advanced courses or receive specialist training. Thus, TIMSS Advanced developed a coverage index as a means of comparing the relative sizes of the populations included in the study in these countries.

Italy	Percent of Students			
	[illegible]	1999	2003	2007
Advanced		5	4	4 ●
High		26	23	24
Intermediate		59	59	62
Low		86	87	88

TIMSS International Benchmarks (Points on the TIMSS Scale)	
Advanced (625)	Students can demonstrate a grasp of some complex and abstract concepts in biology, chemistry, physics, and earth science.
High (550)	Students can demonstrate conceptual understanding of some science cycles, systems, and principles.
Intermediate (475)	Students can recognize and communicate basic scientific knowledge across a range of topics.
Low (400)	Students can recognize some basic facts from the life and physical sciences.

Asian Countries

Singapore	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	29	25	33	32
High	64	62	66	67
Intermediate	91	84	85	80 ●
Low	99	95	95	93 ●

Japan	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	18	16	15	17
High	54	52	53	55
Intermediate	85	84	86	85
Low	97	97	98	96

Hong Kong SAR	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	7	2	13	16 ○
High	33	40	58	45 ○
Intermediate	70	80	89	77 ○
Low	90	96	98	92

Other Countries

Hungary	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	12	19	14	13
High	44	53	46	46
Intermediate	89	83	82	80
Low	95	96	97	96

Slovenia	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	8		6	11 ○
High	32		33	45 ○
Intermediate	69		75	81 ○
Low	93		96	97 ○

Russian Federation	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	11	15	6	11
High	38	41	32	41
Intermediate	71	73	70	74
Low	92	92	93	95

England	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	15	17	15	17
High	41	45	48	48
Intermediate	75	76	81	79
Low	93	94	96	94

United States	Percent of Students			
	1995	1999	2003	2007
Advanced	11	12	11	10
High	38	37	41	38
Intermediate	68	67	75	73
Low	87	87	93	92 ○

Sweden	Percent of Students			
	1995	[illegible]	2003	2007
Advanced	19		8	6 ●
High	52		38	32 ●
Intermediate	83		75	69 ●
Low	97		95	91 ●

○ Significantly higher than 1995 (1999 for Italy)

● Significantly lower than 1995 (1999 for Italy)

Fig. 8 Trends in Percentages of Students Reaching TIMSS International Benchmarks in Science – Eighth Grade.

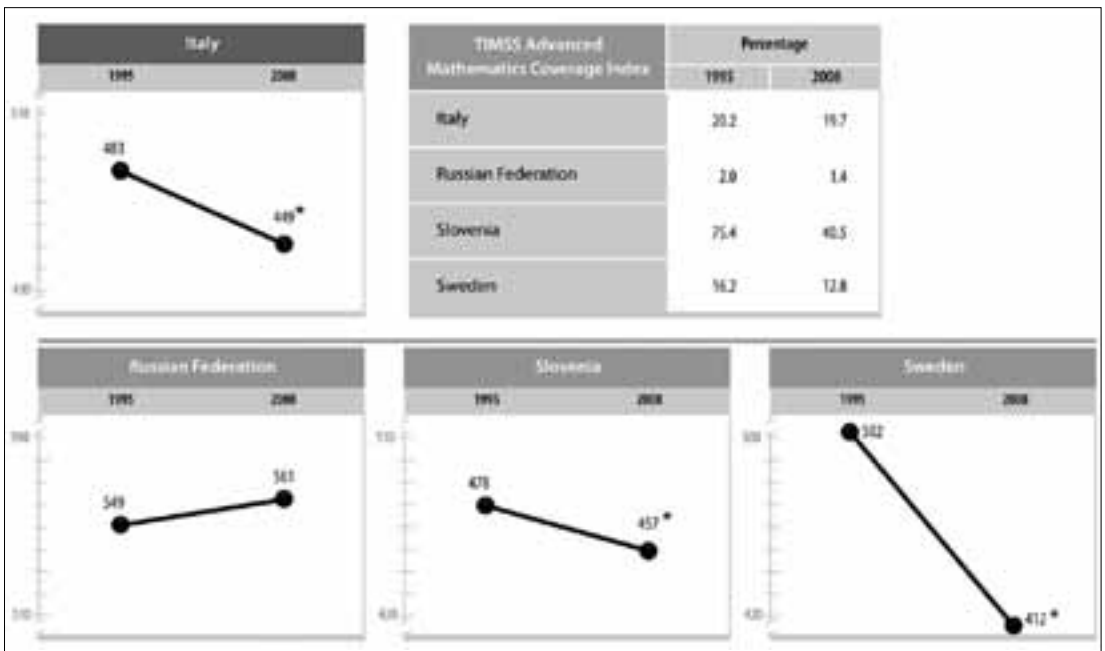
Figure 9 presents trend results for the four countries that participated in TIMSS Advanced mathematics in both 1995 and 2008 — Italy, the Russian Federation, Slovenia, and Sweden. Figure 9 also includes the results of the TIMSS Advanced Mathematics Coverage Index. The coverage index for a particular country is an estimate of the percentage of the entire national age cohort covered by the TIMSS Advanced target population. The components of the TIMSS Advanced Mathematics Coverage Index are fully documented in the *TIMSS Advanced 2008 International Report*.

It may be helpful to consider the TIMSS Advanced coverage index as a fraction, expressed as a percentage. The denominator of the fraction is the estimate of the size of the entire national population for the same age cohort as the students tested for TIMSS Advanced. For example, the students in Italy, Slovenia, and Sweden all were 19 years old, on average, whereas those in the Russian Federation were 17 years old. The four trend countries vary widely in terms of the overall size of their age cohorts (which depend on the size of their national populations). In the Russian Federation, the estimated size of the age group from which the TIMSS Advanced 2008 population was selected was greater than 1.5 million. At the opposite extreme, the size of the comparable age cohort in Slovenia was about 22,000. Italy's age cohort was about 606,000, and Sweden's about 126,000. The numerator of the fraction is the estimated size of the target population assessed by TIMSS Advanced derived from the TIMSS Advanced student sample. In Italy, the students were in the *Liceo Scientifico* (general schools with scientific focus), *Liceo Scientifico Tecnologico* (general schools with focus on technology), or *Istituti Tecnici* (vocational full-time training). In the Russian Federation, the students assessed by TIMSS Advanced were those who had 6 hours or more per week instruction in advanced mathematics, and were found in Lyceums, Gymnasiums, Special Schools for Mathematics and Physics, and some General Secondary Schools that had mathematics profiles. The Slovenian students were in the fourth year of the General Gymnasia. The Swedish students were in the natural science program and had taken the mathematics D course (the fourth in the mathematics progression), and may have taken the even more advanced optional E course.

In summary, the TIMSS Advanced Mathematics Coverage Index expresses the number of students enrolled in the advanced mathematics program or track assessed by TIMSS Advanced as a percentage of all students of the same age who could potentially have been in the advanced program or track (if they had all continued their schooling to the final year, wanted to be in the program, and had been accepted). The data show that the 2008 coverage index varies considerably, extending from a low of 1.4 percent in the Russian Federation, to about 12.8 percent in Sweden, to nearly 19.7 percent in Italy, and to 40.5 percent in Slovenia. It can be seen that the Russian Federation assessed a very elite population of students. Because all students in Russia study mathematics and physics every year in lower and upper secondary school, for the 1995 assessment the Russian Federation elected to assess the population that took the most mathematics, and then replicated that approach in 2008. At the other extreme, Solvenia has only two programs — vocational and general gymnasia — with only the latter offering the possibility of university admission.

The Italian coverage data shown in Figure 9 is about the same amount in 2008 as in 1995. In comparison, coverage dropped slightly in the Russian Federation (from 2.0 to 1.4 percent) and from 16.2 to 12.8 percent in Sweden. Coverage was considerably less in 2008 for Slovenia than it was in 1995, decreasing from 75.4 to 40.5 percent. Although Slovenia had a relatively high percentage of students taking advanced mathematics courses in 2008, this percentage represented a substantial drop from 1995.

In Italy, as well as in Slovenia and Sweden, average achievement in advanced mathematics declined significantly between the two assessments. Sweden showed the greatest average decline — almost 90 points. In the Russian Federation, average achievement in 2008



The scale interval is 10 points for each country.
* Indicates significant difference from 1995.

Fig. 9 TIMSS Advanced Mathematics – Trends in Average Achievement.

showed some signs of improvement but was not significantly different from that in 1995. Although data are available for only four countries, it can be noted that the pattern of overall declines is consistent with the pattern of overall declines across the TIMSS countries at eighth grade. Because of the many cultural and educational factors involved, such as shifts in population, curriculum, school organization, and even students' attitudes, explaining changes in achievement over time is very difficult. A further complication may be that the reasons for declines at the upper secondary level can be found at earlier grades. For example, although the trends in mathematics achievement were relatively stable at the eighth grade in Italy and Slovenia, there was a decline in Sweden.

Figure 10 shows trends in the percentages of students who have taken advanced mathematics courses that reached the TIMSS Advanced 2008 International Benchmarks. In TIMSS 2008, students performing at the advanced benchmark demonstrated their understanding of concepts, mastery of procedures, and mathematical reasoning skills in algebra, trigonometry, geometry, and differential and integral calculus to solve problems in complex contexts. They were able to answer most of the questions in the assessment with a high degree of success. In the middle of the achievement continuum, those reaching the intermediate benchmark demonstrated knowledge of concepts and procedures in algebra, calculus, and geometry, but had some difficulty in solving a range of complex problems.

In Italy, the decline in achievement between 1995 and 2008 was concentrated primarily at the lower range of the achievement distribution. There were somewhat smaller percentages of students reaching the high and advanced levels, but significantly smaller percentages of students demonstrated a grasp of the concepts necessary to solve algebra, calculus, and geometry pro-

Italy	Percent of Students	
	1995	2008
Advanced	5	3
High	22	14
Intermediate	59	41 ▼

TIMSS Advanced International Benchmarks (Points on the TIMSS Advanced Scale)	
Advanced (625)	Students demonstrate their understanding of concepts, mastery of procedures, and mathematical reasoning skills in algebra, trigonometry, geometry, and differential and integral calculus to solve problems in complex contexts.
High (550)	Students can use their knowledge of mathematical concepts and procedures in algebra, calculus, and geometry and trigonometry to analyze and solve multi-step problems set in routine and non-routine contexts.
Intermediate (475)	Students demonstrate knowledge of concepts and procedures in algebra, calculus, and geometry to solve routine problems.

Russian Federation	Percent of Students	
	1995	2008
Advanced	22	24
High	51	55
Intermediate	78	83

Slovenia	Percent of Students	
	1995	2008
Advanced	5	3
High	23	14 ▼
Intermediate	54	41 ▼

Sweden	Percent of Students	
	1995	2008
Advanced	6	1 ▼
High	30	9 ▼
Intermediate	64	29 ▼

○ Significantly higher than 1995

▼ Significantly lower than 1995

Fig. 10 Trends in Percentages of Students Reaching TIMSS Advanced Mathematics International Benchmarks.

blems. This pattern of decline in achievement between 1995 and 2008 was nearly identical to that shown in Slovenia. As might be anticipated for the Russian Federation and Sweden, the trends at the benchmarks corresponded to the trends, on average. That is, the Russian Federation held steady across the achievement distribution showing slight upward, but statistically non-significant, changes at all three benchmarks. In Sweden, consistent with the substantial decline in average achievement, students evidenced declines across the achievement distribution. However, similar the results in Italy and Slovenia, the declines were more severe at the intermediate level, falling from 64 percent of the Swedish students reaching that level in 1995 to only 29 percent in 2008.

7. Summary

In general, Italy's trends in mathematics and science achievement over time seem generally consistent with those of other TIMSS countries. The stable levels of average achievement at grade four in mathematics perhaps were not as positive as the more prevalent upward shift evidenced in many countries, but Italy's upward trends in science achievement match the pattern across TIMSS countries. At the eighth grade, the stable levels in average achievement in mathematics are perhaps more positive than the more prevalent downward trends seen in many TIMSS countries, the stability in average science achievement corresponded to the pattern in many countries. Finally, compared with

the four countries with trend data in advanced mathematics for students in their final year of upper secondary, Italy's decline was not unusual. Three of the four countries, also including Slovenia and Sweden as well as Italy, had decreased average achievement. In comparison, the Russian Federation showed little, if any, change. Interestingly, the three countries with declines in advanced mathematics had the most change at the intermediate rather than the high and advanced levels of the achievement distribution. That is, smaller percentages of students demonstrated knowledge of concepts and procedures in algebra, calculus, and geometry.

REFERENCES

Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Robitaille, D. F., & Foy, P. (2009). *TIMSS Advanced 2008 International Report: Findings from IEA's study of achievement in advanced mathematics and physics in the final year of secondary school*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

EXPLORING THE MATHEMATICS GAP: TIMSS 2007

Linda Sturman

Research Manager, National Foundation for Educational Research (NFER), UK

Yin Lin

Statistician, National Foundation for Educational Research (NFER), UK

To get news on or to share views on this article, the first author can be contacted to the following address:

NFER
The Mere, Upton Park
Slough, Berkshire, UK
SL1 2DQ
Phone: +1 753 574123
E-mail: l.sturman@nfer.ac.uk

ABSTRACT

TIMSS 2007 results showed that England's students performed well in mathematics and science. However, they were consistently outperformed by students in five Pacific rim countries (Chinese Taipei, Republic of Korea, Singapore, Hong Kong SAR, and Japan), especially in mathematics at the eighth grade (G8). The analysis reported here used multilevel modelling to investigate potential associations between background variables and TIMSS 2007 achievement data. The aim was to identify trends which might help explain the G8 attainment gap, thus informing policy or practice in England and potentially raising achievement. The article focuses on the methodology used, the analysis outcomes and potential policy implications.

Keywords: TIMSS – Mathematics – Achievement – Multi-level model – NFER

ESTRATTO

I risultati dell'indagine TIMSS 2007 hanno mostrato che gli studenti inglesi hanno ottenuto buoni risultati in matematica e in scienze. Tuttavia, essi sono stati costantemente superati dagli studenti dei cinque Paesi del bacino del Pacifico (Cina-Taipei, Corea, Singapore, Hong Kong SAR e Giappone), in particolar modo in matematica gli studenti all'ottavo grado di scolarizzazione (G8). L'analisi riportata usa un modello multi-level per studiare le potenziali associazioni tra le variabili di sfondo e i risultati ottenuti in TIMSS 2007. Lo scopo è di identificare quei trend che possano aiutare a spiegare il divario tra i rendimenti all'ottavo grado di scolarizzazione, al fine di produrre informazioni per le politiche o le pratiche in Inghilterra e ottenere potenzialmente risultati migliori. L'articolo si focalizza sulla metodologia utilizzata, l'analisi dei risultati e le potenziali implicazioni per le politiche.

Parole chiave: TIMSS – Matematica – Risultati – Analisi multilivello – NFER

1. Introduction

What is TIMSS?

- A 4-yearly international survey of mathematics and science achievement among 9-10 and 13-14 year olds
- Aims: to inform educational policy and improve teaching and learning in mathematics and science
- Includes stringent participation targets and other quality assurance measures
- Provides information on how well countries do:
  - in mathematics and science
  - in the content and cognitive domains
  - at each «benchmark»
- Provides information on how each country compares:
  - with other countries
  - over time
- Provides information on factors associated with achievement

One of the key findings from TIMSS 2007 for England was that, while its students did well in mathematics and science at both the fourth and eighth grades (G4 and G8), they were consistently outperformed by a group of Asian Pacific rim countries: Chinese Taipei, Republic of Korea, Singapore, Hong Kong SAR, and Japan. The gap between England's achievement and that of these other countries was largest in mathematics at G8. England's mean score for G8 mathematics was 513, significantly higher than the scale average of 500, but significantly lower than the scores from the Pacific rim countries (see Table 1). The gap for mathematics at G4 was smaller, as were the gaps for science at both grades. This raised the question of why the gap for G8 mathematics might be so large and what could be done to close it.

The international TIMSS reports (Martin et al., 2008; Mullis et al., 2008) identified variables that vary with attainment. However, multi-level modelling analysis (Goldstein, 2003) on England's data indicated that some variables which had appeared to vary with mathematics attainment nevertheless did not show a significant relationship with that attainment once other factors were controlled for (Sturman et al., 2008). The usefulness of the multi-level modelling approach *within* a country prompted consideration of the possibility of using such an approach *across* countries, as a means of investigating how high attainment might differ from the highest attainment. As a result, exploratory analysis was carried out, to develop parallel multi-level models for each of the countries of interest. This aimed to identify trends that could explain the attainment gap and, thus, inform policy or practice in England and potentially raise achievement.

The analysis outlined here is relevant to researchers who wish to consider how to explore differences in attainment between countries, as well as being of interest to policy makers and educators who wish to improve attainment for their students.

TABLE 1
Mean G8 mathematics scale scores and statistical significance

Country	G8 mathematics scale score	Statistical significance
Chinese Taipei	598	Not significantly different from each other; significantly higher than the countries below
Korea	597	
Singapore	593	
Hong Kong SAR	572	Not significantly different from each other; significantly higher than England and lower than the countries above
Japan	570	
England	513	Significantly higher than scale average, and lower than the countries above
International scale average	500	

2. The method of analysis

2.1. The data and the sample

In order to make direct comparisons across the very different contexts of the six countries of interest, it was necessary to construct parallel models using identical variables for each of the countries under investigation. This approach inevitably contains some limitations and, thus, can only be exploratory rather than definitive.

The most important element in building comparable models was the availability of data for the same variables in each country. Variables

were drawn from the TIMSS 2007 international database (Foy & Olson, 2008). Variables which had proved significant in England's 2008 multi-level modelling analysis were included, as were others hypothesised to be potentially significant in the target countries. These variables were drawn from responses to the TIMSS student questionnaire, mathematics teacher questionnaire and school questionnaire.

Table 2 shows the number of respondents in each country. Although there are some differences in sample sizes, multi-level modelling is not greatly affected by such differences. Strong associations can still be detected, as can the direction of such associations.

TABLE 2
Sample sizes in the analysis

Country	Number of:		
	Students	Mathematics teachers	Headteachers
Chinese Taipei	4046	152	150
Korea	4240	243	150
Singapore	4599	357	164
Hong Kong SAR	3470	145	120
Japan	4312	216	146
England	4025	235	137

2.2. Constructing the models

The data of interest resulted in a large number of variables, which were reduced to a manageable number through factor analysis. It was important to use factors that loaded in the same way in each target country, so that robust comparisons could be made across countries. Inevitably, unless countries are remarkably similar, there will be different patterns of response to some questions. Exploratory factor analysis established that the variables of interest generally did load in similar ways in each country, with only a few exceptions. When loadings showed some consistency but did not form identical factors across countries, several possible solutions were considered. The solution adopted in each case depended on the circumstances. In some cases, the variables loading inconsistently were reviewed and some less relevant items were removed to see if consistency and reliability improved. Alternatively, one or more items were extracted from the group and used as separate variables in further analysis (subject to not being highly correlated with each other or the factor). Another alternative was to «force» items into parallel factors, subject to the response patterns being close enough to accommodate this action, and the reliability figures for the resulting factors being acceptable. Overall, few target variables were omitted: a suitable compromise could generally be found for variables felt to be of key importance.

Once factors and variables had been finalised, the models were constructed, using the lme4 package in R version 2.10.1. Because the number of target variables was large, a two-stage process was used. At the first, interim, stage the same variables were entered for all six countries and a «sifting» process, using a generous significance level, identified the variables potentially significant for each country. These were then entered into that country's final model.

Since the 2008 model (Sturman et al., 2008) contained some variables for which data was not available in all countries, it would not have been directly comparable with the Pacific rim models. Hence, the model for England was re-run with the same input variables as for the Pacific rim comparator countries. There was a high level of correspondence in the key findings between England's concurrent model and the 2008 model, allowing confidence in the analysis.

A series of models needed to be run, since TIMSS uses scaled achievement data containing «plausible values» (in this case, five values). For each country, parallel models needed to be run for each of the five plausible values and the results were then averaged. «Jackknifing procedures» were also used in order to estimate sampling error: each model, using the first plausible value, was run many times with different weights (in this case, between 60 to 75 times for each model). These processes were time-consuming but necessary for accuracy.

Technical information on working with plausible values can be found in the TIMSS Technical Report (Olson et al., 2008) and the international database User Guide (Foy & Olson, 2008).

2.3. Rationale for the method

One might question the usefulness of a method of cross-national analysis that poses such technical challenges, requires unanimity of target variables and necessarily omits variables for which data is not available in all target countries. However, this type of analysis can be more informative than simple regression analysis or comparison of frequencies. As an extension of regression analysis, multi-level modelling takes into account the hierarchical structure of the data. It can investigate multiple relationships between variables and the outcome simultaneously, and can quantify variance in the outcome at the different levels of analysis.

In complex situations, multi-level modelling can provide answers to some aspects of the research question or, where findings are inconclusive, it can prompt further questions. These might be answered by existing evidence or might lead to further more specific investigation. The analysis reported here was carried out in this exploratory spirit, with the intention of contributing to reviews of educational policy and potentially, therefore, improving students' learning: one of the main aims of international surveys such as TIMSS.

3. Outcomes

Although variables in multi-level models can be controlled for, the modelling cannot control for other variables not included. For example, past analysis in England had shown that prior attainment is a major predictor for achievement and hence any model of achievement would ideally include prior attainment data. However, in this analysis, prior attainment data was not available for students in all target countries. As a result, care must be taken when interpreting multi-level modelling outcomes. Conclusions can only be drawn in relation to the data available.

The results of this analysis give some insight into the score differences between England and the group of Pacific rim countries. However, there was no straightforward pattern of variables which were significant in the Pacific rim countries and not in England, or vice versa. This indicates that the reasons why the Pacific rim countries outperformed England so strongly in TIMSS 2007 G8 mathematics are complex.

A few variables were strongly associated with attainment in one or more countries, in a consistent direction (e.g. positively, indicating that, in each country, the greater the amount of that variable that was experienced, the higher the students' attainment; or negatively, indicating that a greater amount of the variable was associated with lower attainment). Other variables showed more mixed effects, and some were statistically significant in one country only. The main outcomes are summarised below, concentrating on the stronger effects or those with clear implications for policy and/or teaching and learning.

3.1. Explanatory power

As noted earlier, multi-level modelling takes into account the hierarchical structure of data. Data that is grouped or clustered (such as the grouping of students into classes and the grouping of classes within schools) must be modelled correctly taking into account the clustering and the hierarchies. Students are not randomly distributed within classes and schools. Students within the same class may be more similar to each other than to students in different classes, and in turn classes within one school may be more similar to each other than to classes in other schools. If this clustering is not taken into account, then standard errors are likely to be under-estimated.

Table 3 shows the amount of variation at each hierarchical level for each country's model before any of the explanatory background variables were included (the base models).

TABLE 3
Decomposition of variation in the base models

	School-level variance	Class-level variance	Student-level variance	Intraclass correlation*
Chinese Taipei	2430,59	–	8635,57	0,22
Korea	766,78	–	7715,32	0,09
Singapore	1780,72	4780,94	2069,49	0,21
Hong Kong SAR	5764,81	–	3221,27	0,64
Japan	1408,54	–	5873,25	0,19
England	1131,13	4806,13	1744,82	0,15

* Since class-level variation could only be evaluated in the two countries where more than one class was sampled in most schools, the intraclass correlation is calculated as the school-level variation as a proportion of the total variation.

For most countries, the variables in the models explained the majority of variation in test scores between schools (see Table 4). For the two countries where class level effects could be quantified, the models were also relatively effective, explaining half to two-thirds of the variance in test scores between classes in the same school.

However, there was less consistency at student level, with the variables in the model explaining a fifth to almost half of the variance in test scores for students within the same school in the Pacific rim countries and only 16 per cent of the variance in England. This suggests that, in England in particular, there are other student level factors related to attainment which the models did not include. These would need further investigation.

TABLE 4
Variance explained by the models

	Variance explained at school level	Variance explained at class level*	Variance explained at student level
Chinese Taipei	81,0%	–	47,2%
Korea	70,5%	–	47,4%
Singapore	91,1%	52,3%	22,9%
Hong Kong SAR	65,7%	–	21,6%
Japan	77,4%	–	35,6%
England	88,9%	63,6%	15,9%

* Class level effects could not be evaluated in the four countries where only one class was sampled in most schools.

3.2. Variables derived from the student questionnaire

Table 5 summarises the relationships identified by the six models for variables derived from the student questionnaire. All but one of the student questionnaire variables were significantly associated with attainment in at least one country. These variables could potentially have effects at any of the explanatory levels (school, class or student). Table 5 shows the quasi-effect sizes for the variables associated with attainment. These indicate the relative strength of the relationships between the variables and TIMSS 2007 G8 mathematics test scores in each country.

The strongest finding was that confidence and enjoyment in mathematics was positively associated with attainment in all six countries, Thus, the more that students' responses revealed confidence and enjoyment in learning mathematics, the more highly they attained in it. Causality could be in either direction: students might enjoy mathematics and be more confident in it because they do well, or they might do well because they enjoy it and are confident. The smaller effect for England indicates that changes in confidence and enjoyment levels in England were associated with smaller changes in attainment than was the case in the Pacific rim countries.

Compared with the Pacific rim students, England's students had relatively high levels of confidence and enjoyment in learning mathematics (Mullis et al., 2008). Despite this, they achieved less well than students in the Pacific rim countries. This might suggest that England's students are over-confident, relative to their Pacific rim counterparts. It is possible that, in the Pacific rim countries, students' confidence and enjoyment are hard-won, but bring greater rewards once gained.

3.2.1. Educational aspiration

Students were asked how far in their education they expect to go, and this variable was positively associated with mathematics attainment in all countries except Singapore. Students in

TABLE 5
Associations between student attainment and variables derived from the student questionnaire

Student variable (questionnaire factors and items)	Quasi-effect size					
	CT	K	S	HK	J	E
SQ9 (abcd) – Valuing mathematics						
SQ15 (abc) – School climate	-8	-7		-3	-5	-3
SQ17 (abch) – Out of school activities – Socialise/technology	-11	-6			-7	
SQ8 (abcdefgh) – Confidence and enjoyment in mathematics	+35	+37	+25	+25	+33	+17
SQ16 (abcde) – During last month – Incidents at school	-2			-4	-5	-4
Gender of student – Boy	-3		+2	+3		
SQ4 – Books in home	+12	+15			+11	+9
SQ5c – Resources at home – Study desk				-4	+3	
SQ5e – Resources at home – Internet	+7	+9	+2	+2	+9	
SQ7 – Educational aspiration	+19	+11		+7	+23	+5
SQ10k – Lecture – Style presentation	+9		-2	+2	-5	+2
SQ10l – Independent working	+10	+21		+3	+13	+2
SQ17g – Out of school – Read book for enjoyment	-3	+2				
SQ18a – Frequency of mathematics homework		-4				
SQ18b – Time on mathematics homework	+6				-5	
SQ21 – Student's time in country	-15		+2		-4	

Countries:
CT – Chinese Taipei; K – Korea; S – Singapore; HK – Hong Kong SAR; J – Japan; E – England.
A positive relationship indicates that the variable is associated with higher attainment; a negative relationship that it is associated with lower attainment.
Shaded row(s) indicate a variable that was not statistically significant in any model.
Factors are presented first (questionnaire items included in each factor are indicated) followed by separate variables entered into the model.
Moderate or large quasi-effect sizes (5 points upwards) are more likely to indicate real effects; some smaller values might indicate borderline or spurious relationships, which can arise in any model.

Singapore were more certain of their educational aspirations: no Singaporean student used the «don't know» response category, whereas the other Pacific rim countries had between 10 and 15 per cent of students saying that they did not know how far they expect to go. In England, almost one third of students had no idea how far they expect to progress in their education.

Causality could be in either direction. That is, students might achieve highly because they are motivated by their educational aim, or they might aim high because their ability is high. In either case, it is arguable that having the aspiration supports attainment and continued learning. If students know what they want, they can work towards it. The overall high attainment in the Pacific rim countries suggests that some students in these countries would be able to progress beyond the level they identify as their aspiration, but nevertheless choose not to do so. Conversely, where students do not have an aspiration, they cannot make an informed choice about working towards achieving their potential.

3.2.2. School climate

Small to moderate negative effects for learning climate were found in all countries except Singapore. In the five remaining countries, the more positive students were about their learning environment, the lower their attainment. This seems odd, but might indicate that teachers make particular efforts to create a climate that encourages lower-attaining students to persist in their efforts. It is worth considering the potential effects of encouraging an equally positive climate in higher attaining schools too.

A similar factor, about the social climate of the school, asked students to comment on incidents between students in the last month (having property stolen, being hurt, being made

to do things, being made fun of, and being left out of activities). For four countries (England, Chinese Taipei, Hong Kong SAR and Japan), lower attainment was seen where more of these events had happened in the preceding month.

3.2.3. Resources

Students were asked about resources at home, including number of books and an internet connection. In all countries but England, access to the internet at home was associated with higher attainment. However, in all countries, the majority of students had internet access at home and responses to another question showed that relatively few students frequently used the internet for mathematics school work. It is likely that this variable acted as an indicator of socio-economic status (SES), rather than a measure of educational use.

Similarly, the number of books in the home was associated with attainment in four countries: the more books in the home, the higher the student's attainment. Again, SES might explain this finding. It is possible that this variable did not show differences between students in Singapore or Hong Kong SAR because their SES differences were smaller than in the other countries. Alternatively, it could be that students in these countries rely more on other means of gaining information, perhaps electronically rather than through books.

3.2.4. Independent and group working

Students were asked to estimate the proportion of lessons in which they listened to their teacher give a lecture-style presentation and worked on problems on their own. Findings for lecture-style presentations were mixed and most effects were small, probably due to variation in causality. For example, in some cases, lecture-style teaching might be a practical response to large class sizes. In other cases, it might be used because high achieving students can cope with being taught in this way; in yet others, attainment might be lower because the predominant style of teaching is lecture-style with weaker students feeling unable to ask for clarification where necessary. If teaching within a country tends towards one of these rationales, then an effect in that direction might be found. If, however, teaching within a country varies between these rationales, then no strong overall relationship with achievement would be noticeable.

Effects for the «working independently» variable were generally stronger and were positive, indicating that the more students worked on problems on their own, the more highly they attained. Again, causality could be in either direction. It could be that working independently leads to higher attainment, or that having higher attaining students prompts teachers to give more opportunities to work independently.

3.2.5. Out of school activities

Students were asked about the time they spent on various activities in their leisure time. For the relationship between attainment and reading a book for enjoyment, small effects were found in two countries only (Chinese Taipei and Korea) and in different directions. Books can distract students from educational activities but can also inform and educate, and so the outcome for this variable depends greatly on context. This probably explains the varied results across the six countries.

Context also mattered for the variable «socialise/technology». This related to statements about the time spent watching television and videos, playing computer games, playing or talking with friends, and using the Internet. This variable was moderately significant in three countries only. The more time that students in Chinese Taipei, Korea and Japan spent on these activities, the lower their attainment. Even so, students in these three countries outperformed students in England, suggesting that other variables are also important alongside this factor.

Where effects were found, causality could, again, be in either direction. Additionally, context is important. For example, in some contexts, watching television, playing computer games, socialising, or using the internet may have developmental value, supporting not undermining students' formal education. Such activities can

also have value in enabling students to relax, thus being refreshed when they recommence formal learning activities. This dependence on context might explain why effects were found for only three countries.

3.2.6. Homework

Homework is generally considered important in consolidating and furthering learning but few effects were seen regarding frequency of homework or the time actually spent on homework. The relationship between homework and attainment can be complex. Relatively weak students might be assigned more homework or more frequent homework, but the same can also be true for high attaining students. This might explain why few effects were seen, and in different directions.

3.2.7. Student characteristics

Gender appeared to have a small effect in three countries: Chinese Taipei where girls did better; and Hong Kong SAR and Singapore, where boys did better. However, these differences did not correspond with those reported in the international report (Mullis et al., 2008, Exhibit 1.5, p. 59), where Chinese Taipei and Hong Kong SAR showed no significant gender differences, and Singapore's girls did better. It is probable that this difference arose from analysis methods. The international report evaluated absolute differences in scores and conducted significance tests on those differences. In theory, the score differences might be caused by gender alone or by other differences between the groups of boys and girls in the samples. Since multi-level modelling analysis can control for the effect of other variables in the model, it may therefore detect other patterns of gender difference, compared with the analysis of absolute differences. Even so, the effects seen in the multi-level models were small and might not be particularly important.

The amount of time that students had spent in the country in which they were tested showed mixed effects in three countries, possibly because movement between countries is facilitated where a familiar language is spoken. Some of the Pacific rim countries share languages and this can help students to settle in and continue to progress. There might also be some effects related to patterns of migration. For example, if a country has a policy of only accepting highly qualified immigrants, this can mean that the children of immigrants join their new schools with a social advantage that will support their progress.

There were no migration effects in England, Korea or Hong Kong SAR. This might be because no effects exist, or that they existed when students were younger and had been eradicated by the eighth grade. National analysis suggested that this was the case in England (Sturman et al., 2008). However, it is important to remember that, even though there were no migration effects in England by G8, England's students were nevertheless outperformed by students in those countries where an effect did exist. Thus, eradicating an earlier difference would appear not to be sufficient in itself to raise mathematics attainment to the highest levels.

3.3. Variables derived from the teacher questionnaire

Many potentially relevant variables were derived from responses to the mathematics teacher questionnaire (see Table 6). However, none of these variables showed a consistent effect across all six target countries. Many showed a significant effect in one country only, and several in none of the countries. This section focuses on variables where effects were seen in more than one country.

3.3.1. Curriculum

Teachers reported on frequency of specific mathematical activities across the curriculum domains (how often they asked students to: work on fractions and decimals; use knowledge of the properties of shapes, lines and angles to solve problems; interpret data in tables, charts or graphs; and write equations and functions to represent relationships). This variable produced

TABLE 6

Associations between student achievement and variables derived from the mathematics teacher questionnaire

Teacher variable (questionnaire factors and items)	Quasi-effect size					
	CT	K	S	HK	J	E
TQM7 (all items) – Preparedness to teach mathematics topics						
TQM8 (ab) – Teacher interaction – Discussion and preparation						+7
TQM8 (cd) – Teacher interaction – Observation	-3		+9		-6	
TQM10 (abc) – Safety at school						
TQM11 (abc) – Adequate buildings and space						-5
TQM17 (bcde) – Mathematics activities – Domains	-3			-11	-5	+7
TQM17 (fghijk) – Mathematics activities – Methods					+5	
TQM18 (abcde) – Fewer limitations – Students		+5	+14	+13		+19
TQM18 (fghijk) – Fewer limitations – Resources						
TQM22 (ab) – Calculator usage – Routine				+10		+12
TQM22 (cd) – Calculator usage – Complex	-5					+7
TQM20 (all items) – Topic coverage	+6		+21	+13	+5	+34
TQM9 (abcdef) – Continuing Professional Development (CPD)					-4	
Gender of mathematics teacher – Male		-5	-5		-3	
TQM3 – Teaching experience						
TQM5 – Teacher specialism – Mathematics education (in comparison to «teacher specialism – mathematics»)					-5	
TQM5 – Teacher specialism – Others (in comparison to «teacher specialism – mathematics»)			-7			
TQM15 – Textbook use – Supplementary (in comparison to «Textbook use – primary basis»)				-11		
TQM15 – Textbook use – None (in comparison to «Textbook use – primary basis»)		+3				
TQM16g – Percentage of class time – Off task			-6			
TQM17l – Mathematics activities – Work in small groups						
TQM21 – Calculator – Less restricted use			+8			
TQM26 – Frequency of mathematics homework			+8			
TQM27 – Time required for mathematics homework					+6	+6
TQM28a – Homework type – Question sets			+8			
TQM28b – Homework type – Gather data and report		+3				
TQM28c – Homework type – Finding applications						
TQM29b – Homework use – Correct and give feedback			+10		-6	-9
TQM29d – Homework use – Class discussion						
TQM30a – Monitoring progress – Classroom tests					-7	
TQM30b – Monitoring progress – National/regional tests		-6	+9	+12		
TQM30c – Monitoring progress – Professional judgement						
TQM31 – Frequency of mathematics tests	+10		-5			
TQM32 – Test items – Multiple choice						
TQM33a – Test items – Recall						
TQM33d – Test items – Explanation and justification	+6				+6	+5

Countries:
CT – Chinese Taipei; K – Korea; S – Singapore; HK – Hong Kong SAR; J – Japan; E – England.
A positive relationship indicates that the variable is associated with higher attainment; a negative relationship that it is associated with lower attainment.
Shaded row(s) indicate a variable that was not statistically significant in any model.
Factors are presented first (questionnaire items included in each factor are indicated) followed by separate variables entered into the model.
Moderate or large quasi-effect sizes (5 points upwards) are more likely to indicate real effects; some smaller values might indicate borderline or spurious relationships, which can arise in any model.

mixed findings and might have been affected by prior attainment, since teachers are more likely to re-teach or ask students to practise concepts in which they are weak, while they are likely to cover the same topics in greater depth with more able students.

The most noticeable finding related to the curriculum was that topic coverage across all four mathematical domains (Number, Algebra, Geometry, and Data and Chance) was significant in all but one country (Korea). In the other five countries, students whose teachers said they had experienced topics earlier achieved more highly. The effect sizes varied and were largest in England. Further investigation of curriculum coverage showed key differences between England and the Pacific rim countries. *Up to and including* the year of testing, England's students tended to cover a wider range of curriculum areas in the mathematics domains than students in the other countries. In particular, they covered more Data and Chance topics, although fewer Algebra topics. However, the Pacific rim students had generally covered more Number topics than their English counterparts in the year *prior* to the year of testing. It was also noticeable that, even where the Pacific rim countries reported that their students began learning a topic later, they nevertheless outscored England's students in that domain (Mullis et al., 2008, Appendix B). The data does not indicate how much time is given in the Pacific rim countries to each concept once introduced. It is possible that topics are covered quickly or that time is spent on allowing students to digest and consolidate concepts. Even so, it is potentially important that more time is available in principle for the Pacific rim students to consolidate their understanding in key conceptual areas (such as Number or Algebra), compared with their peers in England. This prompts the question of whether there might be less depth in the curriculum in England than in the Pacific rim countries investigated, and this might give England's students less solid foundations on which to build their later mathematical understanding. If so, it is possible that differences in topic coverage might be a factor in the attainment gap. The data do not allow a definite conclusion to be drawn about this, but suggest that the issue of curriculum content and the timing of the introduction of topics might be worthy of further attention.

3.3.2. Calculator use

All target countries had policies on calculator use at G8, with teachers allowing calculators for some purposes. The TIMSS tests are designed so that questions can be answered with or without a calculator, but students can use a calculator if that is their usual practice. In England, the vast majority of TIMSS 2007 G8 students were taught by teachers who allowed restricted use of a calculator, while in Singapore and Hong Kong, the vast majority were split between restricted and unrestricted use. In two countries where no effects were seen for any of the calculator variables (Korea and Japan), the majority were divided between restricted use, or no use allowed at all. In Chinese Taipei, answers were spread across the three categories, with most divided between restricted use, or no use.

In Singapore, students with fewer restrictions on their use of a calculator scored more highly, in other words, the more that students in Singapore were allowed to use calculators, the better they did. No other country had a significant association on this variable.

However, effects were seen in three countries (England, Hong Kong SAR and Chinese Taipei) for *types* of calculators use. In England and Hong Kong SAR, the more that students used calculators to check answers and do routine computations, the better they did on the TIMSS 2007 mathematics test. This might be because using calculators for routine purposes can free up students to focus on the more complex aspects of a problem. However, since students in England were not the highest achieving overall, use of a calculator for routine purposes is clearly not sufficient to close the attainment gap. It is equally possible that a greater focus on foundation skills would free students to focus on complex aspects of a problem in the same way, without needing to use a calculator.

A similar relationship was seen in England for complex use of a calculator: the more that students used calculators to solve complex problems and explore number concepts, the better they did on the TIMSS G8 mathematics test. The reverse was true in Chinese Taipei: students there did less well if they used calculators more often for complex purposes.

For these variables, causality could be in either direction. Attainment might be better because a calculator is used or, conversely, teachers might allow calculators to be used because they know that students' level of attainment enables them to use a calculator effectively, or because they feel that weaker students need to use a calculator to support their progress.

Calculators are often seen as an impediment to learning. However, it is clear that unrestricted use of a calculator does not in itself prevent high attainment, because many teachers in two of the highest scoring countries, Singapore and Hong Kong, allow such unrestricted use. This suggests that calculators can support learning, but does not necessarily imply that unrestricted use is the means to greater success. It is likely that calculators might best support learning when used appropriately and that what constitutes appropriate use might vary across contexts.

3.3.3. Teaching

In three countries, students appeared to do less well when taught by a male teacher, but these were small, borderline effects only. Teachers' ratings of the adequacy of their school's buildings and work space was negatively associated with attainment in England and not significant elsewhere. Thus, the more highly that mathematics teachers in England rated their school's buildings and space, the less well their students performed on the test. Conversely, the less highly that teachers rated their school's buildings and space, the better their students performed on the test. This association might, however, arise from teacher's expectations: it is possible that teachers in high-attaining schools in England had higher expectations about their working environment than teachers in lower-attaining schools and were thus more likely to express dissatisfaction.

While the characteristics of the teacher showed few effects, the characteristics of the students (as reported by their teachers) were more noticeably associated with attainment. In four countries, a positive effect was seen for fewer limitations on teaching arising from the composition of classes. This variable refers to students with different academic abilities, students who come from a wide range of backgrounds (e.g., economic, language), students with special needs (e.g., hearing, vision, speech impairment, physical disabilities, mental or emotional/psychological impairment), uninterested students and disruptive students. Where teachers in Korea, Singapore, Hong Kong SAR and England reported fewer limitations on their teaching because of the types of students in their classes, their students did better in mathematics. Conversely, where more limitations on teaching were reported, achievement was lower. The largest effect was in England, suggesting that finding ways to address the range of needs within a single class might help in raising attainment.

3.3.4. Interactions between teachers

The more frequently that teachers in England discussed how to teach a particular concept, or prepared teaching materials together, the better their students did on the TIMSS mathematics test. This was a small effect and not seen in any other country.

Observing other teachers teach, or hosting such observations produced more effects, although these were positive in Singapore and negative in Chinese Taipei and Japan. The latter finding might be because observation is used as a tool more in these countries in classes or schools with lower-achieving students.

3.3.5. Homework

Students' reports relating to homework produced few consistent findings, and findings for the teachers' reports were similar. In Singapore, the more often that teachers said they assigned homework, the better students did on

the TIMSS 2007 mathematics test. Similarly, in England and Japan, the more time that students were required to spend on their homework, the better they did. In both cases, causality could be in either direction. Similarly, questions about *types* of mathematics homework produced few effects. Once again, there appear to be no clear lessons to be learned about homework: its impact is likely to be dependent on context.

Questions about responding to homework produced limited findings. There were three associations for giving feedback about homework to students: the more frequently this strategy was used, the higher attainment was in Singapore and the lower it was in England and Japan. This difference might be because of varying reasons for using the approach. For example, feedback about homework might be given to raise attainment that is already high, or it might be given to motivate and encourage lower achievers. The type of feedback (e.g. awarding grades or giving comments about how to improve) might also affect whether there is an association with attainment. Complex relationships are likely to arise in countries where a mixture of types of feedback is in use.

3.3.6. Monitoring progress

Teachers were asked to rate how much emphasis they placed on classroom tests (such as teacher-devised tests or those in textbooks), national or regional achievement tests, and their professional judgement, in monitoring students' progress in mathematics. The percentage of students whose teachers gave each of the three types of monitoring «major emphasis» or «some emphasis» were similar in England, whereas it was more common in the Pacific rim countries to use classroom tests or professional judgement and to rely less on national or regional tests. This suggests that many teachers in England emphasised a broader range of evidence than was the case for teachers in the other countries. Even so, there were no significant associations with attainment for England in any of these areas and there were mixed findings in the other countries, so that it is not possible to draw conclusions about use of monitoring methods in raising attainment further.

Teachers were asked several questions about testing their classes. Few consistent effects were seen. However, there were some moderate positive effects in three countries for how often teachers required students to explain or justify their test answers. It is not clear why this variable was not significant elsewhere, as all six countries used this type of test item to some degree. However, this finding reinforces the suggestion earlier that learning should be designed to encourage depth and understanding.

3.4. Variables derived from the school questionnaire

Table 7 summarises the associations identified for variables derived from the school questionnaires. Most variables were significantly associated with attainment in only one country or not at all.

3.4.1. School population

Headteachers were asked to specify the approximate percentage of students in their schools who came from economically affluent and economically disadvantaged homes. In Singapore, a higher proportion of students from affluent homes was associated with higher attainment, while similarly in Chinese Taipei, Hong Kong SAR and Korea, a lower proportion of economically disadvantaged students was associated with higher attainment.

3.4.2. Additional teaching

In England, schools that offered remedial mathematics contained students who did less well in mathematics. Causality was likely to be from attainment to the need for extra support, rather than vice versa. No effects were seen in the Pacific rim countries. Each of the six countries had a broad range of attainment among its students (Mullis et al., 2008, Exhibit 1.1, p. 35) and this range was wider in the Pacific rim countries than in England. However, the Pacific rim countries had more of their students at the advanced or intermediate benchmarks for mathematics than was the case in England

TABLE 7

Associations between student achievement and variables derived from the school questionnaire

School variable (questionnaire factors and items)	Quasi-effect size					
	CT	K	S	HK	J	E
HQ18A (abcd) – Frequency of minor problems				-28		
HQ18A (ijkl) – Frequency of serious problems			-8			
HQ8 (abcdijkl) – School climate – Teachers and parents			+17			
HQ3a – School roll – Fewer economically disadvantaged students	+6	+8		+14		
HQ3b – School roll – More economically affluent students			+9			
HQ5 (bc) – School hours per week						
HQ9 – Mathematics ability groups				-13		
HQ10a – School offers enrichment mathematics						
HQ10b – School offers remedial mathematics						-11
HQ14a – Mathematics teacher evaluation – Internal observations						
HQ14b – Mathematics teacher evaluation – External observations		-5				
HQ14c – Mathematics teacher evaluation – Student achievement						+4
HQ14d – Mathematics teacher evaluation – Peer review		+4				-8
HQ16a – Difficulty in filling mathematics teacher vacancies						
HQ17a – Incentives to recruit or retain mathematics teachers				+6		

Countries:
CT – Chinese Taipei; K – Korea; S – Singapore; HK – Hong Kong SAR; J – Japan; E – England.
A positive relationship indicates that the variable is associated with higher attainment; a negative relationship that it is associated with lower attainment.
Shaded row(s) indicate a variable that was not statistically significant in any model.
Factors are presented first (questionnaire items included in each factor are indicated) followed by separate variables entered into the model.
Moderate or large quasi-effect sizes (5 points upwards) are more likely to indicate real effects; some smaller values might indicate borderline or spurious relationships, which can arise in any model.

(Mullis et al., 2008, Exhibit 2.2, p. 71) and so it is possible that schools in these countries offer remedial teaching to some students who might not be considered to need it in England (that is, students considered relatively able in England might be considered weaker students in the highest scoring countries).

It is also likely that some students across the six countries would have been exposed to additional teaching outside of school. The TIMSS questionnaires did not ask about this area and so any possible effects cannot be commented upon.

3.4.3. Teacher evaluation

Headteachers were asked whether any of the following were used to evaluate the practice of G8 mathematics teachers: observations by the principal or senior staff; observations by inspectors or other persons external to the school; student achievement; and teacher peer review. Few effects were seen for this area and only peer review was significant in more than one country. Where peer review was used to evaluate their teachers, students did less well in England but better in Korea. Causality could be in either direction.

3.4.4. Incentives to recruit and retain teachers

A minority of schools in each country offered incentives. In Hong Kong SAR (where only four per cent of schools offered incentives), student attainment was better in schools where mathematics teachers were given recruitment or retention incentives. This could be because teacher motivation matters in raising attainment, or because the schools offering incentives were better resourced. No other significant effects were seen. Despite the sparse evidence in this area, it is relevant to consider possible effects of using incentives, since the recruitment and retention of high quality mathematics teachers remains an issue in England.

4. Implications

The findings summarised above have many implications for educators and policy-makers. Some key implications are summarised below. They result in the diagram shown in Figure 1, which attempts to draw together the messages from this exploratory analysis. Some messages indicate changes that might usefully be made, while others indicate areas that might be worth exploring further. However, these cannot be «proven» solutions, given the complexity of the outcomes. They should be considered in relation to the analysis and the findings from which they were derived.

4.1. Implications from student questionnaire variables

- Students need to believe in their abilities and to enjoy their learning but their levels of confidence should be commensurate with their attainment and with encouraging further development.
- Students' aspirations need to be realistic, but lower aspirations do not necessarily limit attainment. A first step in raising mathematics attainment in England might be to raise educational aspirations generally, particularly for the large minority of students who are unclear about their educational aims.
- Students' activities outside of school are associated with their attainment in school. Facilitating students' social development in ways that support or complement their learning at school may require changes beyond the school, including at community and/or family level.
- A negative social climate was associated with lower attainment, while a positive learning climate was observed where attainment was lower. It is worth exploring whether there might be any potential impact on attainment through combining a positive school climate with increasing educational aspiration and with encouraging realistic self-evaluation of attainment.
- Independent working is associated with achievement in some countries. Its effectiveness might depend on students' ability to cope with this style of working. The aim should be to equip students to work independently, with understanding.
- There is a complex relationship between homework and achievement. Hence, more frequent or lengthy homework is not necessarily the way to raise attainment.
- Newly – or recently – arrived students can benefit from support to help them achieve their potential.

4.2. Implications from teacher questionnaire variables

- Encouraging understanding in students' learning may help in raising attainment. Reflecting this in assessment activities may also help, although there are no consistent messages about how methods of monitoring students' progress impact on attainment.
- It would be useful to review the purpose and impact of homework. There is insufficient evidence in this study to say whether giving feedback about homework is an effective strategy in raising attainment. However, evidence from other studies (Black &Wiliam, 1998) suggests that such techniques can impact positively on attainment and so it would seem sensible to encourage their use in this context.
- Appropriate use of calculators should be encouraged, but not at the expense of depth of learning.
- A country's national curriculum should ideally take account of depth as well as breadth, and of the potential for a deep understanding of basic concepts and mathematical thinking to facilitate later learning of more sophisticated concepts. Any curriculum review should consider the potential benefits (and pitfalls) of giving more emphasis to abstract concepts earlier in the curriculum.
- Raising attainment might be facilitated by addressing the social and educational differences that impact on students' learning, or by reducing class sizes. Such options have implications both for funding and for national policy.

- Interactions between teachers that contribute to their professional development may support teaching and learning but are not consistently associated with attainment in any one direction. The impact of these interactions will depend on circumstances.

4.3. Implications from school questionnaire variables

- Despite the wide range of attainment across their school populations, the Pacific rim countries had overall high attainment. In order to close the gap with these countries, it would seem that England should address the needs of both its lower achieving and its high achieving students.
- There were no clear lessons about the relationship between attainment and the evaluation of teachers. This appears to depend on circumstances.
- There was little evidence on which to base conclusions regarding incentives for the recruitment and retention of staff. This may require further investigation since recruitment and retention of high quality mathematics teachers remains a key policy issue in England.

5. Conclusion

With international comparison studies, it can be tempting to draw over-simplistic conclusions from outcomes. This can result in 'policy tourism', whereby factors apparently associated with attainment in one country may be highlighted as the solution to raising attainment in another country, without taking full account of contextual differences.

The analysis outlined here represents an attempt to go beyond the simplistic and to further explore similarities and differences between England and the Pacific rim countries investigated. It is important to bear in mind that this analysis was exploratory. The outcomes are best seen as indicative and this is reflected in the tentative nature of some aspects of the summary in Figure 1. The complexity of the outcomes means that it is not possible to specify

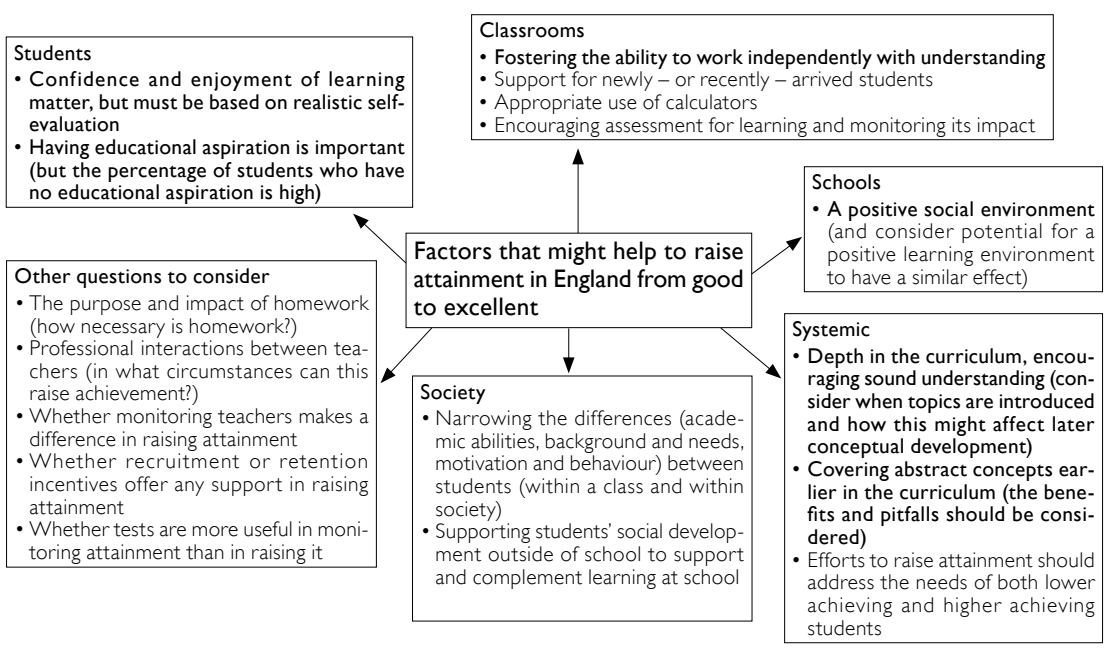


Fig. 1 Summary of factors that the multi-level models suggest might help to raise attainment in England from good to excellent. (Messages in bold are derived from particularly strong and/or consistent findings.)

a simple list of straightforward actions that will guarantee a rapid rise in England's attainment to match that of the Pacific rim countries. Some of the findings suggest that there might be useful changes that could happen within schools. Others might require changes at school level, while yet others might need change at the level of national policy or at societal level. Isolated development at one or two of these levels is unlikely to be effective. Rather, an holistic approach is most likely to be effective, addressing the broad range of factors indicated. Just as importantly, any changes made as a result of analysis such as this are likely to take time to have an impact.

The value of the analysis and outcomes reported here lie not just in attempting to offer solutions to the attainment gap investigated, but in offering a method that can be used in other countries to explore similar questions.

REFERENCES

Black, P., & Wiliam, D. (1998) *Inside the black box: Raising standards through classroom assessment*. London: King's College School of Education.

Foy, P. & Olson, J. F. (Eds) (2008). *TIMSS 2007 International Database and User Guide*. Chestnut Hill, MA: TIMSS and PIRLS International Study Center, Boston College.

Goldstein, H. (2003). *Multilevel statistical models*. Kendall's Library of Statistics (3rd edition). London: Arnold.

Martin, M. O., Mullis, I. V. S. & Foy, P., with Olson, J. F., Erberber, E., Preuschoff, C., & Galia, J. (2008). *TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS and PIRLS International Study Center, Boston College.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O. and Foy, P., with Olson, J. F., Preuschoff, C., Erberber, E., Arora, A. & Galia, J. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS and PIRLS International Study Center, Boston College.

Olson, J. F., Martin, M. O. & Mullis, I. V. S. (Eds) (2008). *TIMSS 2007 Technical Report*. Chestnut Hill, MA: TIMSS and PIRLS International Study Center, Boston College.

Sturman, L., Ruddock, G., Burge, B., Styles, B., Lin, Y. & Vappula, H. (2008). *England's achievement in TIMSS 2007: National report for England*. Slough: NFER.

EXAMINING THE MASTERY OF MATHEMATICS SKILLS IN ITALY

USING A COGNITIVE DIAGNOSTIC MODEL*

Young-Sun Lee
Yoon Soo Park

Teachers College, Columbia University

To get news on or to share views on this article, the first author can be contacted to the following address:

Department of Human Development
Teachers College
Columbia University
525 W. 120th Street, New York, NY, 10027
E-mail: yslee@tc.columbia.edu

ABSTRACT

Recently, studies of cognitive diagnostic models (CDMs) have received increased interest as they provide fine-grained information that can be used as feedback for instructors. This study examined the mastery of skills from the 4th grade mathematics assessment in the 2007 Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). Italian examinees were studied in comparison to students from England and Singapore. Results from the CDM analysis showed that students in Italy may need further instruction on skills involving number sentences with whole numbers, solving fractions and decimals, and calculating perimeters, area, and volume.

Keywords: Cognitive diagnostic model – Mathematics education – Attribute mastery – Italy – Elementary school

ESTRATTO

Recentemente, gli studi sui modelli cognitivi diagnostici (CDM), hanno registrato un incremento di interesse, in quanto forniscono informazioni «a grana fine» che possono essere utilizzate come feedback per gli insegnanti. Questo studio esamina la padronanza delle competenze in matematica rilevate mediante la prova TIMSS 2007 al 4° grado di scolarizzazione. Allo scopo, sono stati confrontati gli studenti italiani con studenti provenienti dall'Inghilterra e da Singapore. I risultati dell'analisi CDM mostrano che per gli studenti italiani potrebbero essere necessarie ulteriori attività didattiche finalizzate allo sviluppo di competenze che coinvolgano i numeri interi, la risoluzione di frazioni e decimali, il calcolo del perimetro, dell'area e del volume.

Parole chiave: Modelli cognitivi diagnostici – Didattica della matematica – Contenuti della padronanza – Italia – Scuola primaria

* The article is fully co-authored.

1. Introduction

International assessments provide a framework to compare the performance of students across different countries. In particular, the Trends in Mathematics and Science Study (TIMSS) has concentrated on testing students' proficiency of curricular topics in mathematics and science. The TIMSS has been conducted since 1995 and is administered on a four-year cycle. Traditionally, researchers have analyzed trends in international mathematics achievement based on overall performance (Baucal, Pavlovic-Babic, & Willms, 2006; Black & Wiliam, 2007; Takayama, 2007). However, studies have reported the inadequacy in using measures of overall performance as an indicator to provide diagnostic feedback when attempting to improve student performance (Cai, 2007). Rather, instructors, curricular developers, and policymakers require information on the specific mastery or non-mastery of fine-grained skills. This approach differs from methods of evaluating student performance focusing on measuring ability on a continuous measure without providing information on the mastery of fine-grained skills.

In the context of Italian mathematics education, efforts have been placed to measure the mastery of student performance based on specific skills. These issues have been documented in Boero and Dapueto (2007) that indicated a lack of directed information that teachers can use for training students and innovating the curriculum in Italy. They emphasized an urgent need for specific information to help students improve their problem solving skills. As this study indicates, the call for fine-grained information to assess students' mastery of skills is receiving greater demand even in Italy.

Compared to other countries' education systems, the Italian education system involves a greater interaction between students and teachers. Studies have found that Italian instructors tend to include student-teacher interaction in the blackboard with the rest of the students as audience, which has been a cultural aspect of its educational norm (Santagata & Stigler, 2000). Given such high teacher-student interaction, teachers require student-focused diagnosis of skills to improve instruction and also to enhance the educational process. This teaching environment is comparable to the atmosphere in other countries that have a more lecture-style learning, with less interaction. In other words, these studies indicate that diagnostic information on student mastery of skills may have a greater impact in an education setting such as Italy.

Considering these educational developments in Italy, the use of cognitive diagnostic models (CDMs) to examine student mastery of fine-grained skills would provide important information to instructors as feedback for improving their instruction. The high level of student-teacher interaction can also be used to support the impact that a CDM approach can have. In light of these changes, this study examines the skills mastery profile of Italy to provide a diagnosis of fine-grained attributes required for students at the 4th grade level using the 2007 TIMSS data. Not many studies have specifically examined Italian student performance using the TIMSS data (Ponzo & Scoppa, 2011) and the implications that can be derived from this study would be useful to help direct attention to specific deficiencies in skills.

While the focus of the analysis is on examining skills diagnosis of Italian students, two additional countries — England and Singapore — were used as references for comparison. These two countries were selected based on their performance. Singapore ranked 2nd, while England ranked 9th among 43 participating countries and regional entities in the 2007 administration of TIMSS 4th grade mathematics. Table 1 shows the mean proficiency, standard errors, and the sample size for the three countries.

The inferences generated from this study can provide useful information to understand the current state of Italian 4th grade students and their mastery of mathematics skills (here, attribute and skills have a nuanced difference, where the former indicates a more fine-grained measure of skills). The comparison across the two reference countries will also serves as

proxy for the level of skills mastery that other countries have achieved. As noted, the results from this study will provide new and meaningful examination into the mastery of fine-grained attributes that can be applied at the classroom setting for instructional purposes.

TABLE 1
TIMSS 2007 Mean Proficiency Statistics: England, Italy, and Singapore

Rank	Country	Mean proficiency	SE	Sample size
2	Singapore	599.41	3.74	5,041
9	England	541.47	2.88	4,316
20	Italy	506.75	3.14	4,470

Note: Ranking for the 4th grade mathematics was based on 43 participating countries and regional entities (Olson, Martin & Mullis, 2009).

2. Cognitive diagnostic model: DINA model

One of the main differences that CDMs have in comparison to traditional approaches to examining student performance is that the former provides classification of attribute mastery, whereas the latter is more concerned with ranking students. This study implements the deterministic, inputs, noisy, «and» gate (DINA; Junker & Sijtsma, 2001) model to conduct a CDM analysis. The DINA model has been one of the most commonly used CDMs as it provides a parsimonious and interpretable estimates of parameters (de la Torre, 2009). Other CDMs have been used to study the TIMSS data including the Rule-Space Model (Tatsuoka, 2009). A detailed account of previous studies using CDMs can be found in Lee, Park, and Taylan (in press).

The DINA model requires the identification of skills or traits needed to answer a question and implements the construction of a Q-matrix (Embretson, 1984; Tatsuoka, 1985). If we let X_{ij} be examinee i's response for item j, such that $i = \{1, 2, ..., I\}$, and $j = \{1, 2, ..., J\}$, and let $\underline{\alpha}_i = \{\alpha_{ik}\}$ be a vector of examinee i's skills for attribute k, such that $k = \{1, 2, ..., K\}$, then the vector $\underline{\alpha}_i$ becomes a binary vector with the value «1», signaling the presence of an attribute, skill, or cognitive process for the kth element, whereas the value «0» on the kth element represents the lack of such skill. Given the Q-matrix, a latent response vector for examinee i becomes $\underline{\eta}_i = \{\eta_{ij}\}$, such that $\eta_{ij} = \prod_{k=1}^{K} \alpha_{ik}^{q_{jk}}$. Here, the value «1» to the latent response represents examinee i's possession of all skills required to solve item j, whereas the value «0» signals that at least one required attribute is missing.

The DINA model calculates the probability that examinee i solves item j correctly given the skills vector $\underline{\alpha}_i$ as

$$P_j(\underline{\alpha}_i) = P(X_{ij} = 1 \mid \underline{\alpha}_i) = g_j^{1-\eta_{ij}} (1 - s_j)^{\eta_{ij}} .$$

Two parameters in the DINA model, the *slip* and *guessing* parameters, can be defined as $s_j = P(X_{ij} = 0 \mid \eta_{ij} = 1)$ and $g_j = P(X_{ij} = 1 \mid \eta_{ij} = 0)$ for item j, respectively (de la Torre, 2009). Students who do not possess all the skills sometimes guess and correctly answer an item, and students who possess all the skills sometimes slip and incorrectly answer an item. In addition to the guessing and slip parameters, an item discrimination parameter (de la Torre, 2008), $\delta = 1 - g - s$, can be derived. This parameter represents difference in the probability of latent classification as a master ($\eta = 1$) versus a non-master ($\eta = 0$); it can also be interpreted as the probability that examinees do not guess or slip.

3. Methods

3.1. Data

This study analyzed data from the 2007 administration of TIMSS using booklets 4 and 5 of the 4th grade mathematics section, which contained 25 items (Foy & Olson, 2009). These booklets were selected on the basis of the number of dichotomously scored items (i.e., only two items had partial credit) and the number of multiple choice items. All items were dichotomously scored, as the DINA model takes only binary response patterns. Omitted or unreached items were also scored as incorrect.

As described in the TIMSS 2007 framework (Mullis et al., 2005), the items in this booklet also had a balance of content domain and topic areas. Among the 25 items in booklets 4 and 5, 11 items (44%) targeted the Number (N) domain; 8 items (32%) targeted the Geometric Shapes and Measures (GM) domain; and 6 items (24%) targeted the Data Display (DD) content domain. Using the framework as a guide, 15 attributes were determined as fine-grained skills required to solve the 25 items. Table 2 lists the definitions of attributes and the number of times they were specified as well as the specific content domain used in this study.

Based on the list of 15 attributes (as presented in Table 2), a Q-matrix was developed that map-

TABLE 2
Attributes for TIMSS 2007 4th grade mathematics

Content domain	Attributes	# of times specified
Number (N)	*Whole numbers (4)*	
	1. Representing, comparing, and ordering whole numbers as well as demonstrating knowledge of place value.	6
	2. Recognize multiples, computing with whole numbers using the four operations, and estimating computations.	16
	3. Solve problems, including those set in real life contexts (for example, measurement and money problems).	11
	4. Solve problems involving proportions.	3
	Fractions and decimals (2)	
	5. Recognize, represent, and understand fractions and decimals as parts of a whole and their equivalents.	3
	6. Solve problems involving simple fractions and decimals including their addition and subtraction.	2
	Number sentences with whole numbers (1)	
	7. Find the missing number or operation and model simple situations involving unknowns in number sentence or expressions.	2
	Patterns and relationships (1)	
	8. Describe relationships in patterns and their extensions; generate pairs of whole numbers by a given rule and identify a rule for every relationship given pairs of whole numbers.	3
Geometric Shapes & Measurement (GM)	*Lines and angles (1)*	
	9. Measure, estimate, and understand properties of lines and angles and be able to draw them.	3
	Two-and three-dimensional shapes (2)	
	10. Classify, compare, and recognize geometric figures and shapes and their relationships and elementary properties.	7
	11. Calculate and estimate perimeters, area, and volume.	2
	Location and movement (1)	
	12. Locate points in an informal coordinate to recognize and draw figures and their movement.	3
Data & Display (DD)	*Reading and interpreting (2)*	
	13. Read data from tables, pictographs, bar graphs, and pie charts.	4
	14. Comparing and understanding how to use information from data.	3
	Organizing and representing (1)	
	15. Understanding different representations and organizing data using tables, pictographs, and bar graphs.	2

Note: The underlined headings in the attributes column designates the topic areas within the content domains as indicated in the 2007 TIMSS framework (Mullis et al., 2005).

ped the specific attributes used for each item. A final Q-matrix was developed using separate initial Q-matrices developed by separate mathematics instructors and specialists (i.e., coders) that were subsequently combined through discussion.

Figure 1 presents an exemplar item (item 3) that demonstrates the development of the Q-matrix. Item 3 asked examinees to select a response that was equal to the fraction «2/3». In the table below the item, a row of Q-matrix is presented, which indicates that attributes 2, 4, and 5 were required to solve this item. Attribute 2 is described as the skill to «recognize multiples, computing with whole numbers using the four operations, and estimating computations». Similarly, Attribute 4 is the mastery of solving «problems involving proportions». In addition, Attribute 7 is used to «find the missing number or operations and model simple situations involving unknowns in number sentence or expressions».

As the coders determined these three attributes were required to solve item 3, these were specified in the Q-matrix. As such, the Q-matrix provides information on the specific listing of attributes that are required for a given item. The TIMSS framework provides a specification of «Topic Objective», which is one main attribute for each item. This was included as well as other multiple attributes that the coders felt were necessary to solve the items. Detailed descriptions of the development of the Q-matrix are presented in Lee, Park, and Taylan (in press).

This study examined the attribute mastery profiles of England (rank #9), Italy (rank #20), and Singapore (rank #2). The selection of these countries was based on the overall rank as well as the sample sizes that were provided in the TIMSS booklet data sets. Singapore was one of the highest ranked countries following Hong Kong SAR, but had a larger sample size of 356. England was one of the highest performing European countries after the Russian Federation with a sample size of 312. The Italian sample had a size of 321 examinees.

3.2. Analysis

Given the Q-matrix, the data were fit separately for the three countries using the EM algorithm of the DINA model to estimate both guessing and slip parameters and attribute mastery prevalence. The computer program Ox (Doornik, 2002), available free of charge for academic research and teaching purposes, was implemented to run the EM algorithm for the DINA model, which was originally developed in de la Torre (2009).

Which fraction is equal to $\frac{2}{3}$?

A. $\frac{3}{4}$

B. $\frac{4}{9}$

C. $\frac{4}{6}$

D. $\frac{3}{2}$

Item		Number								Geometric Shapes & Measures				Data Display		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	M041069	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 1 Item 3 from the TIMSS 2007 4th grade mathematics.

TABLE 3

TIMSS 2007 4th grade mathematics Q-matrix

Item		Number								Geometric Shapes & Measures				Data Display		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	M041052	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	M041056	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	M041069	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	M041076	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	M041281	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6	M041164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
7	M041146	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
8	M041152	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
9	M041258A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
10	M041258B	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
11	M041131	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	M041275	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
13	M041186	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
14	M041336	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
15	M031303	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	M031309	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	M031245	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18	M031242A	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19	M031242B	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20	M031242C	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
21	M031247	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
22	M031219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
23	M031173	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	M031085	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
25	M031172	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

The DINA model parameters (i.e., guessing and slip), attribute prevalence (proportion of masters of a specific attribute), proportion of mastered (η_j) were calculated. The proportion of mastered indicates the proportion of examinees that have mastered the required attributes to solve an item. This statistic was compared with proportion correct with the assumption that proportion of masters would be similar to proportion correct. For items that had a discrepancy in these measures, further examination was conducted using item parameters to explain the difference.

Attribute prevalence, the proportions of examinees that have mastered the specific 15 attributes, was also examined. This was used to create latent classes, or attribute mastery profiles. Since there were 15 attributes used in this study, there were $2^{15} = 32{,}768$ total attribute profiles. Latent class sizes were ranked by the prevalence of each profile to examine dominant characteristics of the examinee sample. Information on examinee's attribute mastery profile could be used as feedback for instruction, as they indicate the presence or the absence of skills used to solve items.

Finally, a CDM-based distractor analysis was conducted to evaluate the utility of attribute mastery on distractors and to understand their interaction. Based on the classification of examinees as masters or non-masters of attributes specified in the Q-matrix, percentages were calculated with respect to their response categories. Conducting distractor

analysis in a CDM framework can be meaningful, because it indicates the distractor response category among examinees that were classified as masters. This information can be used by instructors to improve students' application of skills.

4. Results

Results from the CDM analysis are presented for Italy using England and Singapore as references. As described earlier, Italy's overall rank among participating countries and regional entities in the TIMSS 4th grade mathematics was 20th. This was used to compare with Singapore that was ranked 2nd and with England that was ranked 9th, which provides context for examining the results in relation to other countries and seeks for a way to improve skills mastery of Italian students.

Fit statistics of the DINA model were compared with IRT using information criteria measures. Table 4 shows the fit statistics that compare the DINA model to the 3-parameter logistic (3PL) IRT model. The comparison statistics were calculated for the three countries as well. Results show that between the two models, the Akaike Information Criterion (AIC) and Bayesian Information Criterion (BIC) indicate that the DINA model fits better with the lower information criteria statistics. This shows that conducting a CDM analysis using TIMSS data was a reasonable approach, because TIMSS data were pre-calibrated using unidimensional 3PL IRT model. This provides a legitimate framework for retrofitting data designed for IRT using the DINA model.

TABLE 4
Fit statistics: DINA and 3PL IRT model

Model	Fit statistic	England	Italy	Singapore
DINA	AIC	8363.62	8686.25	7294.79
	BIC	8550.78	8874.83	7488.54
3PL IRT	AIC	8502.91	9016.10	7332.96
	BIC	8783.63	9298.96	7623.58

4.1. Proportion correct and proportion of masters

To provide an illustration of the utility of a CDM approach in comparison to traditional methods of item analysis such as classical test theory, Figure 2 provides a comparison of proportion correct and the proportion of masters for each item. Here, the X-axis represents the three countries, in order of England, Italy, and Singapore, and the Y-axis represents the respective proportions. Hollow circles indicate proportion correct and filled circles represent the proportion of masters.

Proportion correct greater than proportion of masters. Intuitively, one would expect the proportion correct to be similar to the proportion of masters. However, Figure 2 shows that there were items that differed. For example in item 6, which required the mastery of Attributes 10 and 12 from the GM domain, proportion correct was greater than the proportion of masters for all three countries. Estimates of proportion correct and proportion of masters for England were 90% and 58%, respectively; they were 72% and 57% for Italy, respectively, and 97% and 76% for Singapore, respectively. These differences show a comparable discrepancy in the proportions of examinees that were able to answer the item without having mastered the required attributes. Items 7 (GM domain), 8 (GM domain), 12 (GM domain), 18 (N domain), 20 (DD domain), and 25 (DD domain) all show a similar pattern in that the proportion correct was greater than the proportion of masters.

Proportion of masters greater than proportion correct. Conversely, there were items that had greater proportion of masters than proportion correct. These items reflect greater proportions of examinees that have mastered the required attributes for a specific item, yet have lower proportion of correct responses. Item 21, which required Attributes 2, 3, and 7 from the N domain represents such a case. The proportion of masters and proportion correct for England was 17% and 24%, respectively. They were 4% and 15% for Italy, respectively,

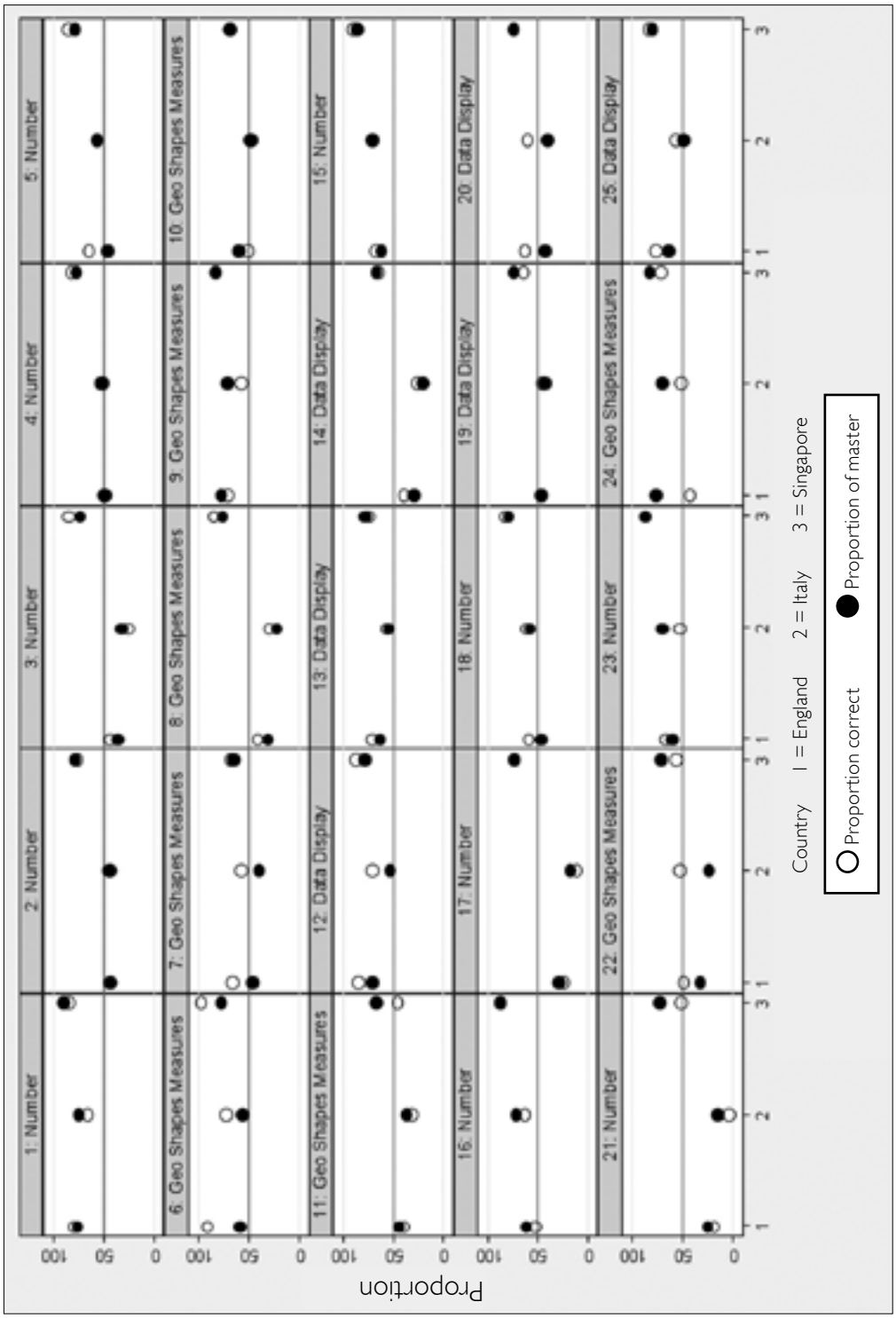


Fig. 2 Comparison of proportion correct and proportion of masters by item.

and 51% and 73% for Singapore, respectively. Items 9 (GM domain), 11 (GM domain), 16 (N domain), 17 (N domain), and 24 (GM domain) also have greater proportion of masters than proportion correct.

There were also items where the pattern of proportions differed by country. For both England and Singapore, the proportion correct was greater than proportion of masters, whereas for Italy, the proportion of masters were greater. For example, in Item 3, the proportion correct for England, Italy, and Singapore were 44%, 26%, and 85%, whereas the proportion of masters were 36%, 32%, and 72%, respectively. This indicates that for England and Singapore, proportion correct was greater than proportion of masters (i.e., guessing); on the other hand, for Italy, the proportion of masters was greater than the proportion correct (i.e., slip). As Figure 2 indicates, there were various patterns in the proportion of masters and proportion correct. These differences can be further examined by studying item parameter estimates derived from the DINA model.

4.2. DINA parameter estimates

Table 5 shows the item parameters for the three countries with respect to the content domain and items tested. Estimates of the guessing, slip, and the discrimination parameters are presented. As noted previously, the guessing parameter represents the probability that examinees answer an item correctly even when they had not mastered all the required attributes. On the other hand, the slip parameter reflects the probability that examinees answer an item incorrectly even when they were classified as having mastered all required attributes to solve the item. Estimates of the discrimination parameters represent the probability that examinees do not slip and guess (de la Torre, 2008). As such, items with low guessing and low slip items have higher discrimination estimates (i.e., $\delta = 1 - g - s$). The results also show standard errors that can be used to calculate 95% confidence intervals of the parameter estimate.

For example, for the guessing parameter in Item 1 of Italy, the mean estimate was 0.23 with a standard error of 0.05, which leads to a 95% confidence interval of 0.13 and 0.33.

Slip parameter. Italy had items with high estimates of the slip parameter. In particular, item 21 had a slip estimate of 0.75, which was greater than England and Singapore that had estimates of 0.53 and 0.24, respectively. As specified in the Q-matrix (see Table 3), item 21 requires the mastery of Attributes 2, 3, and 7, which are skills in the Number domain. Moreover, items 11, 14, 3, and 17 all have slip estimates greater than 0.50 and require the use of Attribute 2. Although Attribute 2 was required in these items with high slip estimates, items 11 and 14 include attributes that require mastery of attributes in the Geometric Shapes and Measures (GM) domain and the Data Display (DD) domain.

Guessing parameter. Compared to England and Singapore, Italy did not have high guessing parameter estimates. Guessing parameter estimates for Italy were all below 0.50, whereas for England and Singapore, there were several items that had guessing parameter estimates greater than 0.50. For example, the guessing parameter estimate for Item 6 was 0.79 and 0.88 for England and Singapore, respectively, whereas for Italy, it was 0.39. item 6 requires Attributes 10 and 12 from the GM domain. This indicates that examinees in England and Singapore lacked the mastery of these two attributes, but was able to guess and get the item correct. In addition, item 12 also had high parameter estimates for England and Singapore that were 0.57 and 0.54, respectively; the estimate for Italy was 0.45, which was within the confidence interval of England and Singapore, but was also one of its highest guessing parameter estimates. Item 12 required the mastery of Attributes 1, 13, and 15. Aside from Attribute 1, which was from the N domain, Attributes 13 and 15 were from the DD domain. High guessing parameter estimate indicate that students who did not master the specified attributes were still able to guess and correctly solve an item.

TABLE 5

DINA item parameters: England, Italy, and Singapore

Item	Domain	England					Italy					Singapore				
		G		S		δ	G		S		δ	G		S		δ
1	N	0.46	(0.06)	0.10	(0.02)	0.44	0.23	(0.05)	0.18	(0.03)	0.59	0.11	(0.11)	0.06	(0.01)	0.83
2	N	0.02	(0.03)	0.06	(0.03)	0.92	0.02	(0.05)	0.05	(0.04)	0.93	0.03	(0.07)	0.04	(0.01)	0.93
3	N	0.29	(0.03)	0.30	(0.05)	0.41	0.15	(0.03)	0.51	(0.05)	0.34	0.51	(0.05)	0.02	(0.01)	0.46
4	N	0.16	(0.04)	0.10	(0.04)	0.74	0.04	(0.03)	0.01	(0.03)	0.94	0.41	(0.06)	0.05	(0.02)	0.54
5	N	0.46	(0.04)	0.15	(0.03)	0.38	0.39	(0.04)	0.32	(0.04)	0.28	0.49	(0.06)	0.04	(0.01)	0.47
6	GM	0.79	(0.04)	0.02	(0.02)	0.20	0.39	(0.05)	0.01	(0.06)	0.61	0.88	(0.03)	0.00	(0.06)	0.12
7	GM	0.43	(0.04)	0.03	(0.03)	0.54	0.44	(0.04)	0.20	(0.04)	0.35	0.32	(0.04)	0.10	(0.03)	0.58
8	GM	0.21	(0.03)	0.14	(0.05)	0.65	0.11	(0.02)	0.06	(0.08)	0.83	0.48	(0.06)	0.03	(0.02)	0.49
9	GM	0.12	(0.06)	0.09	(0.02)	0.78	0.05	(0.04)	0.22	(0.03)	0.73	0.37	(0.06)	0.07	(0.02)	0.56
10	GM	0.11	(0.04)	0.22	(0.04)	0.67	0.05	(0.03)	0.02	(0.04)	0.94	0.25	(0.05)	0.08	(0.02)	0.66
11	GM	0.27	(0.04)	0.45	(0.05)	0.28	0.27	(0.03)	0.59	(0.05)	0.14	0.18	(0.04)	0.42	(0.03)	0.40
12	DD	0.57	(0.06)	0.02	(0.02)	0.42	0.45	(0.04)	0.04	(0.02)	0.51	0.54	(0.06)	0.04	(0.01)	0.42
13	DD	0.36	(0.05)	0.04	(0.02)	0.61	0.10	(0.03)	0.01	(0.03)	0.88	0.15	(0.05)	0.09	(0.02)	0.76
14	DD	0.28	(0.03)	0.33	(0.06)	0.40	0.22	(0.03)	0.53	(0.07)	0.26	0.28	(0.04)	0.14	(0.03)	0.57
15	N	0.34	(0.04)	0.11	(0.02)	0.55	0.39	(0.05)	0.15	(0.03)	0.46	0.37	(0.07)	0.02	(0.01)	0.61
16	N	0.12	(0.03)	0.19	(0.03)	0.69	0.20	(0.04)	0.21	(0.03)	0.59	0.33	(0.07)	0.04	(0.01)	0.63
17	N	0.01	(0.03)	0.33	(0.06)	0.66	0.01	(0.04)	0.50	(0.08)	0.50	0.15	(0.05)	0.07	(0.02)	0.79
18	N	0.30	(0.04)	0.07	(0.03)	0.63	0.14	(0.03)	0.01	(0.03)	0.85	0.31	(0.06)	0.03	(0.01)	0.66
19	DD	0.11	(0.03)	0.12	(0.03)	0.77	0.05	(0.02)	0.01	(0.05)	0.94	0.12	(0.04)	0.18	(0.03)	0.70
20	DD	0.39	(0.04)	0.08	(0.03)	0.52	0.48	(0.04)	0.25	(0.04)	0.27	0.42	(0.05)	0.15	(0.02)	0.43
21	N	0.07	(0.02)	0.53	(0.06)	0.40	0.00	(0.04)	0.75	(0.07)	0.24	0.03	(0.03)	0.29	(0.03)	0.68
22	GM	0.37	(0.04)	0.28	(0.06)	0.35	0.42	(0.03)	0.09	(0.05)	0.50	0.32	(0.05)	0.30	(0.03)	0.38
23	N	0.30	(0.04)	0.09	(0.02)	0.62	0.14	(0.04)	0.31	(0.03)	0.56	0.22	(0.06)	0.03	(0.01)	0.75
24	GM	0.22	(0.05)	0.51	(0.03)	0.27	0.21	(0.05)	0.35	(0.03)	0.44	0.23	(0.06)	0.18	(0.02)	0.59
25	DD	0.39	(0.05)	0.01	(0.03)	0.60	0.20	(0.03)	0.05	(0.03)	0.74	0.28	(0.06)	0.02	(0.01)	0.70

Note: Content domain represents the following: Number (N), Geometric Shapes and Measures (GM), and Data Display (DD).

Discrimination parameter. The discrimination parameter reflects the difference in the probability of classifying examinees as masters or non-masters for an item, which is derived by taking the probability of examinees that do not guess nor slip. In other words, items with a higher discrimination parameter estimate reflect items that are more effective in classifying individuals as masters given the specified list of attributes required to solve a particular item. Figure 3 presents a plot of the discrimination parameter estimates by item. The X-axis represents the three countries in order of England, Italy, and Singapore, and the Y-axis shows the item discrimination parameter.

Compared to England and Singapore, the discrimination parameter of Italy was higher in items 8, 10, 12, 13, 18, 19, 22, and 25. For these items, the combination of the guessing and slip parameters was lower for Italy, making the derived estimates of the discrimination parameter higher. For items 8, 10, and 22, the targeted domain was the GM domain, and for items 12, 13, 19, and 25, the focus was on the DD domain; item 18 was from the N domain. Considering that 8 and 6 items (among 25 total items) focus on the GM and DD domains, respectively, the high discrimination estimates from these items may indicate that the combined estimates of guessing and slip may be low for the GM and DD domains for Italy.

For items flagged as having high slip and guessing estimates, the discrimination estimates were also low.

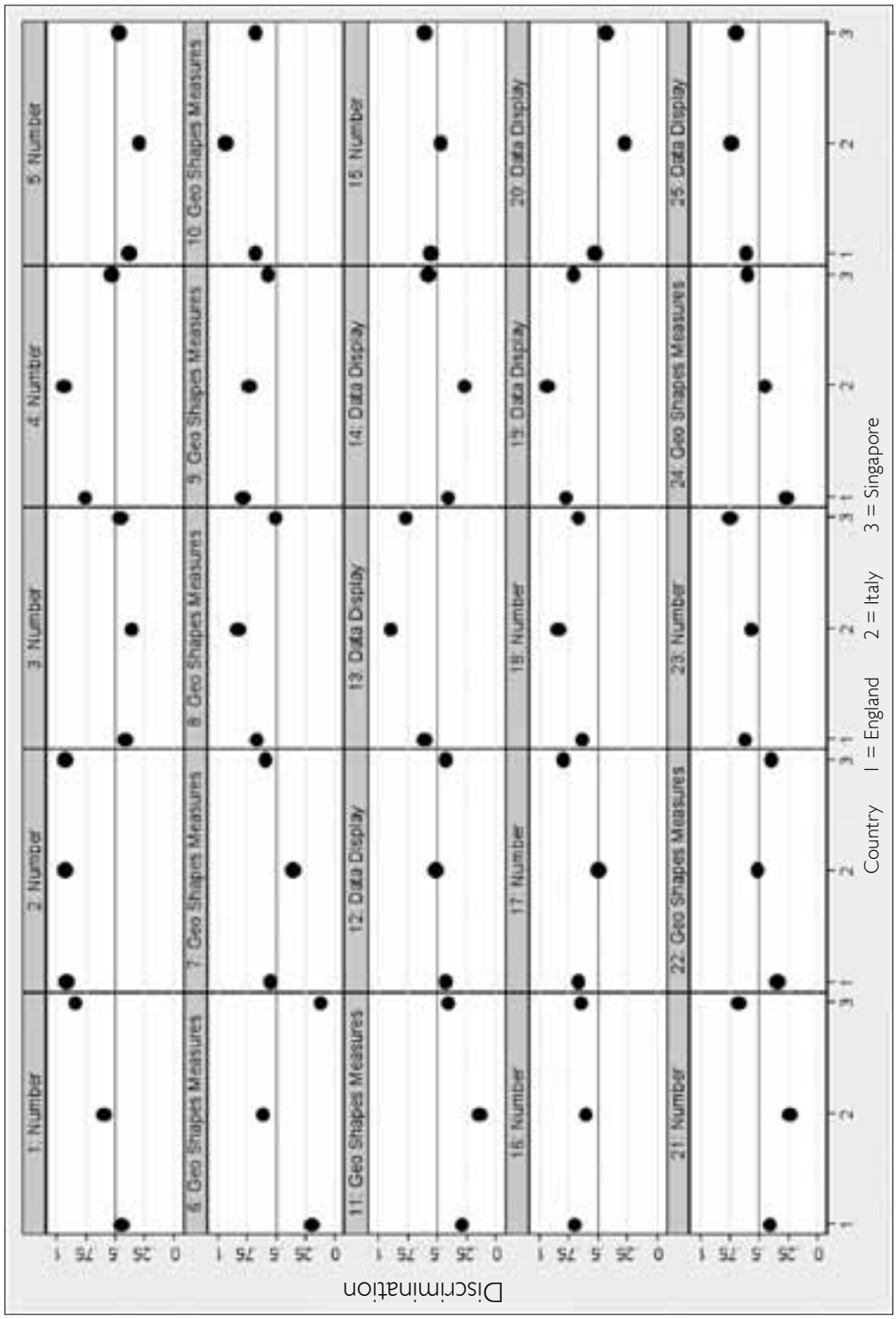


Fig. 3 Item discrimination by country.

This was the case for Items 21 (N domain), 11 (GM domain), 14 (DD domain), and 3 (N domain), which had discrimination estimates all below 0.30 due to high slip estimates over 0.50 for Italy. For item 6 (GM domain), discrimination estimates for Italy ($\delta = 0.61$) was greater than England ($\delta = 0.20$) and Singapore ($\delta = 0.12$), because they had high guessing estimates over 0.70.

4.3. Attribute mastery and classification

Attribute prevalence. The DINA model provides posterior estimates of attribute prevalence. This represents the proportion of examinees in the sample that have mastered the specific attributes. Table 6 presents the comparison of attribute prevalence between England, Italy, and Singapore. The table shows the 15 attributes that were used in this study as well as their categorization into content domains and topic areas. For a comparison across countries, the attribute prevalence for Italy was lower than every proportion for Singapore and was comparable to England. However, in some cases, the attribute prevalence was higher. For example, the attribute prevalence for Attribute 3 was 0.68 for England, while it was 0.78 for Italy. This indicates that there were nearly 10% more examinees with mastery of Attribute 3.

More specifically for Italy, the attribute prevalence was lowest for Attribute7 from the N domain with an estimate of 0.28. Attribute 7 is from the topic area of number sentences with whole numbers. Items 17 and 21 both required Attribute 7, which were found to have high slip estimates. Attribute 11 also had a low prevalence of 0.44; Attribute 11 was from the GM domain and tested the students' mastery of the 2- and 3-D shapes topic area. In addition, Attribute 5 had a low prevalence of 0.45, which required the mastery of the topic area from fractions and decimals in the N domain.

Latent classes. With respect to the attribute prevalence estimates, each examinee's skills mastery profile (i.e., vector of skills mastery classifications) can be grouped to form latent classes. Table 7 shows the latent class sizes for England, Italy, and Singapore. These sizes indicate the proportion of individuals with a particular skills profile. Table 7 only shows the top 10 ranked latent class sizes. However, there are 32,768 (i.e., 2^{15}) different possible skills profiles. For each profile, there are 15 attributes with «1» indicating the mastery of an attribute in the order presented in Table 2. For example, the

TABLE 6
Attribute prevalence: England, Italy, and Singapore

Attribute	Domain	Topic areas	England	Italy	Singapore
1	Number	Whole numbers	0.84	0.82	0.93
2			0.83	0.82	0.93
3			0.68	0.78	0.88
4			0.73	0.69	0.87
5		Fractions and decimals	0.45	0.45	0.78
6			0.61	0.62	0.81
7		Number sentences with whole numbers	0.41	0.28	0.75
8		Patterns and relationships	0.66	0.70	0.85
9	Geometric Shapes & Measurement	Lines and angles	0.73	0.61	0.76
10		2- and 3-D shapes	0.76	0.71	0.81
11			0.52	0.44	0.82
12		Location and movement	0.68	0.69	0.82
13	Data & Display	Reading and interpreting	0.86	0.76	0.89
14			0.66	0.58	0.80
15		Organizing and representing	0.79	0.67	0.86

TABLE 7
Latent class sizes: England, Italy, and Singapore

Rank	England		Italy		Singapore	
	Latent class	Size (%)	Latent class	Size (%)	Latent class	Size (%)
1	111111111111111	15.98	111111011111111	3.98	111111111111111	48.11
2	111111011101111	5.26	111111111110111	2.90	111111110111111	5.13
3	111100011101111	2.42	111101111101111	2.87	111111111101111	3.53
4	111100010101111	1.33	111111010101111	2.54	111110111111111	2.47
5	111011011101111	1.11	111111111111111	1.83	111111101111101	1.66
6	111111011111110	1.11	111110011101111	1.66	111110010111111	1.53
7	111100011101110	1.04	111000011101111	1.52	111111101110101	0.86
8	111001011101111	1.02	111101001101101	1.36	111111111110111	0.81
9	111111001110101	0.94	111101010101111	1.07	111110111110110	0.77
10	111110001110101	0.91	111111010101101	1.04	111111011111100	0.76

Note: The sequence of the indicators of latent classes represents mastery of the 15 attributes (in order of presentation).

latent class «111111011111111» represents the latent class of individuals with mastery of all skills except the 7th attribute.

Table 7 shows that over 48% of examinees from Singapore have mastered all 15 attributes specified in this mathematics exam, whereas only about 16% of students from England and less than 2% of students from Italy fit this profile. In fact, the largest latent class for Italy was examinees that mastered all attributes except for Attribute 7, which constituted nearly 4% of the sample. This was followed by examinees that lacked Attribute 11, which was about 3%, and then by examinees that lacked both Attributes 5 and 11. This result was similar in order for England, which had over 5% of examinees that lacked both Attributes 7 and 11. These findings also relate to the attribute prevalence estimates in Table 6, where the attribute prevalence for Attributes 7, 11, and 5 were the lowest for both England and Italy.

4.4. Distractor analysis

Based on classification of mastery, a DINA-based distractor analyses can be conducted. Examples of this method were demonstrated previously by Lee, Park, and Taylan (in press). Two items were selected to demonstrate this analysis and results.

Item 3 (Number). As noted earlier, item had a high slip estimate of 0.51. There were three attributes required to solve this item – Attributes 2, 4, and 5. Table 8 presents the proportions of students that selected a particular response given their mastery classification by country. Based on examinees that mastered these three attributes, it was found that only less than half (48.5%) answered correctly. Nearly a third (31.1%) of Italian students answered «D», which was the distractor for this item. Among students that have not mastered the required attributes, 73.2% also answered «D». The item inquired which fraction was equivalent to 2/3, and the response in «D» indicated its reciprocal, 3/2, which is incorrect. Instructors can use this information as feedback to improve the instruction of this item, because the slip rate was considered high for the item.

In comparison to students in Italy, nearly 69% of students in England classified as masters answered correctly, while over 18% of the students in England answered «A», and over 10% of the students answered «D». This indicates that both «A» and «D» may require further instruction as both have high proportions of mastered selecting the wrong response. For students in Singapore, nearly all students (about 98%) answered «C».

Item 21 (Number). In item 21, students were asked to solve a problem that required the mastery of Attributes 2, 3, and 7. Based on the difference in price for adults and children, the

TABLE 8
Percentage of responses given mastery classification by country: Item 3

Item 3	England		Italy		Singapore	
	Not mastered	Mastered	Not mastered	Mastered	Not mastered	Mastered
A	23.8%	18.6%	10.3%	17.5%	20.2%	1.2%
B	4.2%	1.8%	1.4%	2.9%	10.1%	0.8%
C	30.1%	69.0%	15.0%	48.5%	51.5%	97.7%
D	42.0%	10.6%	73.2%	31.1%	18.2%	0.4%

Note: «C» is the correct answer for this item.

item asked for the price of child's ticket given the total price and the number of tickets bought. Figure 4 shows the actual item and the percentages of student responses given mastery classification by country. Unlike other items, this question asked examinees to show their work, which proved to have an important implication for students in Italy. Students that did not show their work did not receive full credit for this item. Considering that over 31% of Italian students that were classified as masters did not receive full credit for not showing their work (in comparison to less than 10% in England and less than 5% in Singapore), further training on expressing their work may be required.

As noted in the presentation of parameter estimates, item 21 had a slip estimate of 0.75, the highest slip parameter estimate among the items tested. For this item, nearly a third of the students that mastered the required attributes in Italy did not show their work. Moreover, another third of the students that mastered the required attributes also did not answer correctly. On the other hand, less than 10% and 5% of students that mastered the required attributes in England and Singapore did not show their work, respectively.

5. Discussion

Given the increased use of international assessments such as the TIMSS to evaluate the performance of a country's in comparison to other countries, this study investigated the attribute mastery profile of examinees in Italy. Students from England and Singapore were used as reference comparisons, while focusing the results on Italy. Diagnostic information emerged from this study based on proportion of masters and proportion correct, DINA item parameters, attribute prevalence, and latent class sizes.

A man took his 3 children to a fair. Tickets cost twice as much for adults as for children.
The father paid a total of 50 zeds for the 4 tickets.

How many zeds did each child's ticket cost? Show your work.
Answer: _____

Item 21	England		Italy		Singapore	
	Not mastered	Mastered	Not mastered	Mastered	Not mastered	Mastered
Correct (work shown)	7.9%	53.5%	0.0%	37.1%	1.0%	71.0%
Correct (no work shown)	17.2%	9.9%	28.8%	31.4%	3.1%	4.7%
Incorrect: 50/4 or 12.5	8.9%	8.5%	10.6%	11.4%	11.5%	4.3%
Incorrect: other	66.0%	28.2%	60.6%	20.0%	84.4%	20.0%

Fig. 4 Distractor analysis for item 21.

High slip estimates. The discrepancy between proportion of masters and proportion correct indicated high prevalence of items where students slipped, meaning students that mastered the required attributes solved an item incorrectly. In comparison to England and Singapore, which had low slip parameter estimates, students in Italy had high slip estimates for items 3, 11, 14, 17, and 21. Here, high item parameter estimates were determined based on the 0.50 value, which meant that over half of the examinees either guessed or slipped; this value was also used in de la Torre and Douglas (2004) to determine items with high guessing and slip estimates. In fact, Italy had no guessing estimates greater than 0.50.

Items listed as having high slip estimates all required Attribute 2, which had an attribute prevalence estimate of 0.82. Attribute 2 describes the recognition of multiples, computing with whole numbers using the four operations, and estimating computations. Given the high prevalence of Attribute 2, students were not able to apply them correctly to solve the questions. This indicates practice and further instruction so that students can further develop skills to apply their mastery when actually solving the items.

Low attribute prevalence: attributes 5, 7, and 11. In general, there was a low prevalence of attribute mastery among Italian students' ability to find the missing number or operation and model simple situations involving unknowns in number sentence or expressions (Attribute 7). The attribute prevalence for Attribute 7 was 0.28. This meant that only about 28% of the examinees in Italy mastered this attribute. In fact, the largest attribute mastery profile (latent class) in Italy was the profile that lacked the mastery of Attribute 7. Attribute 11 also had a low attribute prevalence estimate of 0.44. This attribute involves the calculation of perimeters, areas, and volumes. Moreover, Attribute 5 is also noted for its low attribute prevalence level of 0.45, which describes the recognition, representation, and understanding of fractions and decimals as parts of a whole and their equivalents.

Italian examinees that lack Attributes 5, 7, or 11, but mastered all other attributes constituted the largest proportion of attribute mastery profile (latent class) covering almost 10% of the sample. This was comparable to the results in England and Singapore that had about 16% and 48% of examinees with mastery of all attributes; this attribute mastery profile also ranked as the most dominant latent class. On the other hand, the proportion of Italian students that mastered all 15 attributes ranked as the 5th largest latent class with a size that is less than 2%.

Although the inferences generated from this study rests in the assumption that the DINA model fits the data well, results indicated that the DINA model fit better than the 3PL IRT model, which was used to develop the items used in the TIMSS. This comparison in model fit provides a basis for using the CDM approach to make inferences about students' skills mastery profiles in Italy. As discussed in Lee, Park, and Taylan (in press), the CDM approach to examining attribute mastery profiles in TIMSS is a useful method to diagnose student performance. Furthermore, the Q-matrix used in this study has also been found to be adequate in size and use in terms of detail and context to be meaningful. In summary, the approach undertaken in this study should be meaningful and begin to open doors for further exploration into a CDM analysis of student performance. As indicated in the results, instructors in Italy can focus on reducing the high prevalence of «slip» in students, while focusing on curricular efforts to concentrate on emphasizing the practice and mastery of Attributes 5, 7, and 11.

Future studies on this topic can extend this study to examine how students in the 8th grade or how the attribute mastery profiles have changed during each administration of TIMSS to understand changes in student mastery. As demonstrated through this study, the use of CDM analysis to examine student performance provides a more detailed feedback for diagnosing areas where instructors and policymakers can focus. It also emphasizes the utility of this approach when compared to other traditional methods of ranking students such as classical test theory and item response theory approaches.

There are other CDMs available to examine student mastery. Other examples of CDMs include the deterministic input, noisy output, «or» gate

model (DINO; Templin & Henson, 2006). This model differs from the DINA model in that assumptions of the attribute requirements to solve an item are relaxed; rather than classifying an examinee as a master if all required attributes were mastered, the DINO model classifies an examinee as a master if the examinee mastered at least one of the required attributes. Another example of CDMs to consider is the multiple-strategy DINA model (de la Torre & Douglas, 2008). This model extends the framework of the DINA model to include multiple strategies that students may choose to solve the items. This model may yield different results that can help explain student responses to items and enhance their understanding of attributes. The choice of CDM depends specifically on the research questions and the application that is under investigation.

Finally, as indicated in the results, further examination into Italian students' practice of showing work needs to be studied. Although the distractor analysis for Item 21 showed one example, nearly a third of the students that mastered the required attributes solved the item correctly, but did not show their work. This was noticeably larger in proportion to examinees in England and Singapore. This requires further investigation. In light of these new developments in the CDM literature, this study provided one of the first empirical analyses of Italian mathematics and student attribute mastery.

REFERENCES

Baucal, A., Pavlovic-Babic, D., & Willms, J. D. (2006). Differential selection into secondary schools in Serbia. *Prospects: Quarterly Review of Comparative Education*, *36* (*4*), 539-546.

Black, P., & Wiliam, D. (2007). Large-scale assessment systems: Design principles drawn from international comparisons. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, *5* (*1*), 1-53.

Boero, P., & Dapueto, C. (2007). Problem solving in mathematics education in Italy: Dreams and reality. *ZDM Mathematics Education*, *39*, 383-393.

Cai, J. (2007). What is effective mathematics teaching? A study of teachers from Australia, Mainland China, Hong Kong, and the United States. *Mathematics Education*, *39*, 265-270.

de la Torre, J. (2008). An empirically-based method of Q-matrix validation for the DINA model: Development and applications. *Journal of Educational Measurement, 45*, 343-362.

de la Torre, J. (2009). DINA and parameter estimation: A didactic. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, *34*, 115-130.

de la Torre, J., & Douglas, J. (2004). Higher-order latent trait models for cognitive diagnosis. *Psychometrika, 69 (3), 333-353*.

de la Torre, J., & Douglas, J. (2008). Model evaluation and multiple strategies in cognitive diagnosis: An analysis of fraction subtraction data. *Psychometrika, 73,* 595-624.

Doornik, J. A. (2002). *Object-Oriented Matrix Programming Using Ox* (Version 3.1) [Computer software]. London: Timberlake Consultants Press.

Embretson, S. E. (1984). A general multicomponent latent trait model for response processes. *Psychometrika, 49,* 175-186.

Foy, P., & Olson, J. F. (2009). *TIMSS 2007 User Guide for the International Database*. Chestnut Hill, MA: IEA.

Lee, Y. – S., Park, Y. S., & Taylan, D. (in press). A cognitive diagnostic modeling of attribute mastery in Massachusetts, Minnesota, and the U.S. National Sample using the TIMSS 2007. *International Journal of Testing*.

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

Olson, J. F., Martin, M. O., & Mullis, I. V. S. (2009). *TIMSS 2007 Technical Report*. Chestnut Hill, MA: IEA.

Ponzo, M., & Scoppa, V. (2011). The long-lasting effects of school entry age: Evidence from Italian students. *Working Paper Series* (No. 01-2011). Universita della Calabria.

Santagata, R., & Stigler, J. W. (2000). Teaching mathematics: Italian lessons from a cross-cultural perspective. *Mathematical Thinking and Learning*, *2* (3), 191-208.

Takayama, K. (2007). «A Nation at Risk» Crosses the Pacific: Transnational Borrowing of the U.S. Crisis Discourse in the Debate on Education Reform in Japan. *Comparative Education Review*, *51*(4), pp. 423-446.

Tatsuoka, K. K. (1985). A probabilistic model for diagnosing misconceptions by the pattern classification approach. *Journal of Educational Statistics, 50,* 55-73.

Tatsuoka, K. K. (2009). Cognitive Assessment. An introduction to the Rule Space Method. New York: Routledge Academic.

Templin, J. L., & Henson, R. A. (2006). Measurement of psychological disorders using cognitive diagnosis models. *Psychological Methods*, *11*, 287-305.

INCIDENZA DELLE VARIABILI PSICOSOCIALI E DELLO STATUS SOCIOECONOMICO SUI RISULTATI DELLE PROVE DI SCIENZE

UN'ANALISI MULTILIVELLO

Elisa Caponera

INVALSI

Per chiedere notizie o scambiare opinioni su questo articolo, l'autrice può essere contattata al seguente indirizzo:

Via Borromini 5
00044 Frascati, Roma (Italy)
Tel.: +39 06 94185315
Fax: +39 06 94185309
E-mail: elisa.caponera@invalis.it

ABSTRACT

This study aims to evaluate the influence of students' attitudes and their socio-economic status on their performance in the 2007 TIMSS Science test. The data referring to 3,837 Italian students from 165 schools, a representative sample of eighth grade students in junior secondary school were analysed. The results of the multilevel regression analyses showed the significant impact of the attitudes towards the discipline, and the socio-economic index both at school level and at student level on the performance in the science test. Differences in performance were observed as a function of the geographic area of origin.

Keywords: Science performance – TIMSS – Science self-concept – Socio-economic status – Multilevel regression

ESTRATTO

Obiettivo del presente contributo è valutare l'influenza degli atteggiamenti degli studenti e del loro status socioeconomico sulla performance al test di scienze del progetto internazionale TIMSS 2007. Sono stati analizzati i dati relativi a 3837 studenti italiani di 165 scuole, un campione rappresentativo degli studenti delle terza classe della scuola secondaria di primo grado. I risultati delle analisi di regressione multilevel hanno evidenziato l'impatto significativo sulla performance al test di scienze degli atteggiamenti nei confronti della disciplina, dell'indice socioeconomico sia a livello scuola che a livello studente. Si osservano differenze di performance in funzione dell'area geografica di appartenenza.

Parole chiave: Rendimento in scienze – TIMSS – Concetto di sé in scienze – Status socioeconomico – Regressione multilivello

1. Introduzione

Negli ultimi anni si è assistito a un crescente interesse dei governi di molti Paesi per la valutazione dell'efficacia dei curricoli di istruzione relativi alle materie scientifiche (Council of the European, 2010; OECD, 2010). Un'elevata competenza in matematica e scienze risulta essenziale per lo sviluppo economico e per poter competere con successo nell'economia globale di mercato (Mullis et al., 2005). In tal senso, il tema di quali strategie siano più efficaci per aumentare il numero di laureati nei campi di matematica, scienze e tecnologie è divenuto centrale. In una risoluzione dell'aprile del 2006 del Parlamento Europeo viene riaffermata la centralità degli obiettivi della strategia di Lisbona (varata dal Consiglio Europeo nel marzo 2000) e la necessità di aumentare il numero di laureati in materie scientifiche e tecnologiche.

Diverse ricerche in letteratura hanno tentato di determinare più chiaramente quali fattori siano rilevanti per migliorare le competenze degli studenti in scienze e hanno posto attenzione sulla rilevanza di fattori motivazionali e sugli atteggiamenti degli studenti e variabili di contesto nella predizione della performance nelle materie scientifiche (ad esempio, Chang, Singh, & Mo, 2007; Lau & Roeser, 2002).

Una fonte preziosa di dati relativi alle competenze in scienze degli studenti delle scuole primarie e secondarie è l'indagine internazionale «Trends in International Mathematics and Science Study» (TIMSS), condotta con una periodicità quadriennale dall'International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) e che ha lo scopo di valutare le competenze degli studenti in matematica e scienze con l'obiettivo di ottenere dati validi e attendibili relativi alle abilità e conoscenze degli studenti e quindi, di conseguenza, sull'efficacia dei sistemi di istruzione dei paesi partecipanti. Nel TIMSS 2007, la valutazione della competenza scientifica si è articolata lungo due dimensioni, una relativa al contenuto scientifico e una relativa ai processi cognitivi coinvolti (si veda la Tabella 1). La performance viene valutata con prove scritte strutturate e standardizzate, che comprendono domande a scelta multipla, domande aperte a risposta breve, dove lo studente scrive solo la risposta, e domande aperte a risposta estesa dove lo studente deve spiegare in dettaglio il processo seguito per giungere alla risposta stessa (per una descrizione dettagliata si veda Mullis et al., 2005).

Un aspetto importante del progetto TIMSS è che esso permette, inoltre, di mettere in relazione la competenza in scienze con:

1. caratteristiche del singolo studente (misurate dal Questionario Studenti TIMMS), quali il background socioeconomico, i suoi atteggiamenti verso le scienze e le sue credenze relativamente alle proprie abilità in scienze;
2. indicatori di contesto che riguardano caratteristiche della scuola e del contesto territoriale in cui è inserita.

Per quanto riguarda il primo punto, diversi studi hanno dimostrato come il rendimento scolastico nelle scuole secondarie sia legato a un'interazione complessa e dinamica tra variabili cognitive, motivazionali e affettive (Singh et al., 2002; Volet, 1997).

Un costrutto, che si è rivelato particolarmente utile negli studi internazionali, è l'autopercezione riguardo la propria competenza in scienze. Tale costrutto, spesso definito come «concetto di sé in scienze»[1] influenza il rendimento scolastico.

Gli studi della Eccles e colleghi mostrano una relazione positiva e significativa tra il rendimento scolastico in una materia, il concetto di sé e l'interesse verso la materia (Denissen et al., 2007; Eccles & Wigfield, 2002). Diversi studi hanno evidenziato come il concetto di sé, gli atteggiamenti e la motivazione verso le scienze siano correlati positivamente con la performance accademica in tale materia. (si vedano Chang et al., 2007; House, 2000; 2003; 2004; 2008; Lau & Roeser, 2002; Mettas et al., 2006).

A livello scuola, sembra che fattori legati alla quantità di risorse disponibili siano correlati

[1] Si è usata in questo contesto la dicitura proposta dalla Eklöf per l'analoga scala riferita alla matematica nel TIMSS (Eklöf, 2007).

TABELLA I

Percentuali delle prove di scienze nel TIMSS 2007 dedicate ai domini cognitivi e dei contenuti nelle classi terze secondarie di I grado

Ambito di valutazione	Descrizione	Percentuali
Domini cognitivi		
Conoscenza	Fa riferimento alla conoscenza di base di fatti, informazioni, concetti, strumenti e procedure scientifiche da parte degli studenti. Comprende: ricordare/riconoscere, definire, descrivere, illustrare con esempi, usare strumenti e procedure	35
Applicazione	È incentrata sulla capacità di applicazione diretta della conoscenza e della comprensione in situazioni semplici. Comprende: confrontare/contrapporre/classificare, utilizzare modelli, mettere in relazione, interpretare informazioni, trovare soluzioni, spiegare	40
Ragionamento	Saper usare il ragionamento scientifico per risolvere problemi, per sviluppare spiegazioni, per trarre conclusioni, per prendere decisioni e per estendere la conoscenza acquisita a nuove situazioni Comprende le seguenti sottocategorie: analizzare/risolvere problemi, integrare/sintetizzare, ipotizzare/prevedere, progettare/pianificare, trarre conclusioni	25
Domini dei contenuti		
Biologia	Include la comprensione da parte degli studenti della struttura, dei processi vitali, della diversità e della interdipendenza degli organismi viventi, ovvero: 1. caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi; 2. cellule e loro funzioni; 3. cicli di vita, riproduzione ed ereditarietà; 4. diversità, adattamento e selezione naturale; 5. ecosistemi; 6. salute dell'uomo	35
Chimica	La valutazione riguarda la comprensione da parte degli studenti dei concetti che riguardano i seguenti argomenti: 1. classificazione e composizione della materia; 2. proprietà della materia; 3. trasformazione chimica	20
Fisica	Viene valutata la comprensione da parte degli studenti dei concetti connessi all'energia e ai processi fisici nelle seguenti aree di argomenti: 1. stati fisici e trasformazioni nella materia; 2. trasformazioni di energia, calore e temperatura; 3. luce; 4. suono; 5. elettricità e magnetismo; 6. forze e moto	25
Scienze della Terra	Fa riferimento allo studio della Terra e della sua posizione nel sistema solare e nell'Universo. Gli argomenti inclusi nell'insegnamento e nell'apprendimento delle scienze della terra attingono dagli ambiti della geologia, dell'astronomia, della meteorologia, dell'idrologia e dell'oceanografia, e sono connessi a nozioni di biologia, fisica e chimica. Riguardano: 1. struttura e caratteristiche fisiche della Terra; 2. processi, cicli e storia della Terra; 3. risorse della Terra, uso e conservazione; 4. la Terra nel sistema solare e nell'Universo	20

con il rendimento degli studenti (ad esempio, Greenwald, Hedges, & Laine, 1996; Schreiber, 2002). Un recente studio condotto da Sabah e Hammouri (2010), su studenti giordani partecipanti al TIMSS dimostra, però, che le risorse disponibili non influenzano il rendimento in scienze.

Per quanto riguarda i fattori di contesto, un tema centrale in letteratura è stato l'analisi dell'influenza del background socioeconomico degli studenti (*socioeconomic status:* $SES_{STUDENTE}$) sulla loro performance. Diversi studi (ad esempio, Chiu & Xihua, 2008; Sirin, 2005) sembrano confermare che variabili come l'occupazione dei genitori e il loro titolo di studio e la quantità di risorse disponibili a casa risultino correlate in modo consistente con la performance degli studenti. Alcune ricerche hanno evidenziato che sia l'aspetto più «economico» (quantità di beni posseduti, professione dei genitori, ecc.) che quello più «culturale» (titolo di studio dei genitori, numero di libri a casa) del background familiare dello studente siano rilevanti per la predizione della sua prestazione (Myrberg & Rosen, 2006; Turmo, 2004; Yang, 2003). In alcuni studi, inoltre, è stato calcolato un indice di status socioeconomico complessivo per ciascuna scuola (SES_{SCUOLA}) come media dei background

socioeconomici degli studenti frequentanti. Anche a livello di scuola, le differenze dello status socioeconomico sembrano influenzare il rendimento degli studenti nelle prove standardizzate relative alle indagini internazionali (ad esempio, McConney & Perry, 2010; Thorpe, 2006; Willms, 2006; Yang, 2003).

Da quanto fin qui esposto, risulta evidente l'importanza del SES sia a livello studente che a livello scuola per la previsione della prestazione degli studenti. Inoltre, nel contesto specifico del nostro Paese, al fine di una corretta valutazione dell'influenza del background socioeconomico sulla performance, occorre tenere in considerazione che è stata documentata in diversi studi la presenza di forti differenze tra aree geografiche in Italia (ad esempio, Bratti, Crecchi & Filippin, 2007; Montanaro, 2008) rispetto al rendimento nelle diverse indagini internazionali.

Il presente contributo di ricerca si inserisce all'interno di approfondimenti empirici derivanti dal progetto TIMSS (si vedano, ad esempio, Papanastasiou & Plomp, 2008; Robitaille & Beaton, 2002) e intende verificare se e in che misura fattori relativi agli atteggiamenti e alle credenze degli studenti e fattori di contesto influenzino la performance degli studenti italiani alle prove TIMSS di scienze.

In base alla letteratura fin qui riportata, si ipotizza che:

A.1. un elevato interesse in scienze sia positivamente associato alla performance degli studenti alle prove TIMSS di scienze;
A.2. un'elevata motivazione strumentale sia positivamente associata alla performance;
A.3. un più elevato concetto di sé in scienze è positivamente associato alla performance;
A.4. il background socioeconomico di provenienza dello studente eserciti una forte influenza sulla performance.

Relativamente agli indicatori di contesto si ipotizza che:

B.1. la disponibilità nelle scuole di risorse specifiche utili per l'insegnamento delle scienze e il clima di scuola percepito dal dirigente siano correlati positivamente con la performance degli studenti;
B.2. il background socioeconomico medio, calcolato a livello scuola, eserciti una forte influenza sulla performance.

Al fine di testare queste ipotesi, sono stati calcolati i coefficienti di correlazione tra le variabili considerate e si è utilizzato un approccio multilevel che permette di analizzare dati con struttura gerarchica dove le unità individuali (gli studenti) sono «contenute» in aggregati di livello superiore (le scuole), studiando contemporaneamente variabili appartenenti a livelli differenti di gerarchie.[2] Relativamente agli obiettivi del presente contributo, tale tecnica quindi permette di indagare contemporaneamente variabili misurate a livello studente (primo livello dell'analisi multilevel) e l'impatto sulla performance di alcune caratteristiche rilevanti della scuola frequentata (secondo livello dell'analisi multilevel).

2. Metodo

2.1. Partecipanti e procedura

Nel presente contributo saranno presentati i dati relativi agli studenti frequentanti la terza classe della scuola secondaria di I grado. Il campione complessivo, rappresentativo della popolazione italiana (N = 602.185), è costituito da 4408 studenti divisi in 170 scuole. Nel TIMSS viene usato un disegno di campionamento a due stadi (per una descrizione dettagliata, Olson et al., 2008). Nelle analisi riportate sono stati esclusi i casi con valori mancanti in una o più variabili esplicative considerate sia a livello studente che scuola; i risultati sono quindi basati su un campione di 3837 studenti raggruppati in 165 scuole.

2.2. Misure

Per ragioni di brevità e chiarezza espositiva, vengono qui presentate esclusivamente le misure pertinenti con l'obiettivo del presente elaborato

[2] Per una trattazione approfondita si vedano Goldstein (1995) e Hox (1995).

(per una descrizione dettagliata di tutte le misure cognitive e non cognitive usate nel TIMSS si veda il già citato lavoro di Olson e colleghi).

Scala di performance in scienze. Sviluppata dal gruppo di lavoro del TIMSS (Olson et al., 2008) utilizzando la *Item Response Theory* (IRT), la scala è composta da domande con risposta a scelta multipla e domande a risposta aperta. Il pool complessivo di item è composto da 214 e ciascun studente partecipante ha risposto a una delle 14 forme ridotte e parallele del test. In base alle stime IRT, è stato calcolato un punteggio di abilità per ciascun studente, che è stato in seguito trasformato in punteggio standardizzato della distribuzione complessiva (relativa a tutti gli studenti dei Paesi partecipanti) di media 500 e deviazione standard uguale a 100. La scala utilizzata per misurare la competenza in scienze ha elevata coerenza interna (Mediana internazionale dell'alpha di Cronbach = 0,84; in Italia, $\alpha = 0{,}83$).

Status socioeconomico a livello studente e a livello scuola. In base alle risposte date al Questionario Studenti è stato costruito un indice generale relativo allo status socioeconomico dello studente. Tale indice prende in considerazione informazioni relative a: 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. 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». Su tali variabili è stata condotta un'analisi in componenti principali. L'analisi fattoriale ha dimostrato che tali variabili appartengono al medesimo fattore (70% di varianza spiegata) che ha una adeguata attendibilità (standardized cronbach's $\alpha = 0{,}68$). L'indice di status socioeconomico calcolato a *livello studente* ($SES_{STUDENTE}$) è stato standardizzato (M = 0; DS = 1). Inoltre, è stato calcolato l'indice di status socioeconomico a *livello di scuola* (SES_{SCUOLA}) che corrisponde alla media del SES degli studenti partecipanti all'indagine per ciascuna scuola.

Concetto di sé in scienze. Agli studenti è stato chiesto di rispondere a quattro domande che riguardavano la percezione delle proprie capacità relative allo studio e all'apprendimento delle scienze, quale ad esempio: «Imparo le scienze facilmente»; sulla base delle risposte fornite dagli studenti è stato creato un indice di «Concetto di sé in scienze» ($SCS_{STUDENTE}$). L'attendibilità della scala è di $\alpha = 0{,}81$ per l'Italia.

Interesse nei confronti delle scienze. Gli studenti hanno risposto a tre domande che riguardavano l'interesse nei confronti dello studio delle scienze, quale «Mi piace studiare le scienze». Sulla base delle risposte fornite dagli studenti è stato creato un indice di «Interesse nei confronti delle scienze» ($ITS_{STUDENTE}$). L'attendibilità è di $\alpha = 0{,}85$ per l'Italia.

Motivazione strumentale. La scala di motivazione strumentale ($SVS_{STUDENTE}$) è stata costruita a partire dalle risposte date dagli studenti a quattro domande che riguardavo l'importanza di studiare le scienze per la loro vita. Un esempio di domanda è: « Devo andare bene in scienze in modo da iscrivermi alla scuola secondaria superiore che preferisco». Sulla base delle risposte fornite dagli studenti è stato creato un indice di «Motivazione strumentale». L'attendibilità della scala è di $\alpha = 0{,}71$ per l'Italia.

I tre indici «Concetto di sé in scienze», «Interesse nei confronti delle scienze» e «Motivazione strumentale» appena descritti sono stati costruiti a partire da risposte fornite dagli studenti su una scala a quattro livelli, che andava da «molto d'accordo» a «molto in disaccordo». Ogni indice è stato standardizzato con M = 0 e DS = 1.

Questionario scuola: le caratteristiche della scuola. Oltre alle variabili relative alla tipologia di scuola e all'area geografica, ricavabili dalle procedure di campionamento, sono state analizzate le risposte fornite dai dirigenti scolastici relative alla descrizione delle loro scuole. È stato possibile così rilevare variabili di sfondo relative ai singoli contesti scolastici. Le variabili prese in considerazione ai fini degli obiettivi del presente elaborato sono le seguenti.

1. Indice sul clima di scuola percepito dai dirigenti. È composto da 8 item, con scala

di risposta a 5 passi (da «molto bassa» a «molto alta»), che riguardavano la percezione del dirigente rispetto alla soddisfazione lavorativa degli insegnanti, al loro grado di condivisione degli obiettivi formativi, al coinvolgimento dei genitori nelle attività scolastiche e al comportamento degli studenti nei confronti dei beni comuni della scuola. L'indice è stato standardizzato con M = 0 e DS = 1 e l'attendibilità della scala è di α = 0,68 per l'Italia.

2. Indice della disponibilità delle risorse a scuola per le scienze. Si basa sulle risposte del dirigente a 11 domande relative alla carenza di laboratori, apparecchiature e materiali utili per le esercitazioni di scienze, di materiali audio e video e di libri specifici sulle scienze, di computer e software specifici per l'insegnamento delle scienze, al grado di carenza o inadeguatezza dell'edificio scolastico, degli spazi per la didattica e degli impianti di riscaldamento. La modalità di risposta prevista era a 4 passi relativa alla presenza di tali risorse (da «per nulla» a «molto»). L'indice ha media = 0 e deviazione standard = 1 e l'attendibilità della scala è di α = 0,86 per l'Italia.

2.3. Analisi dei dati

La variabile dipendente considerata nelle analisi è data dal punteggio ottenuto alla prova di scienze.[3] Sono state analizzate, con il software IEA IDB Analizer,[4] le differenze di genere e quelle relative alle aree geografiche. Sono stati calcolati i coefficienti di correlazioni *r* di Pearson tra indice di status socioeconomico, concetto di sé nei confronti dell'apprendimento delle scienze, clima di scuola percepito dal dirigente, disponibilità delle risorse a scuola per le scienze e rendimento alle prove di scienze. A eccezione del genere e dell'area geografica (5 livelli: Nord Ovest, Nord Est, Centro, Sud, Sud Isole), le variabili indipendenti sono continue e sono state standardizzate rispetto alla media generale italiana e hanno media 0 e deviazione standard 1.

3. Risultati

3.1. Statistiche descrittive e correlazioni delle variabili utilizzate

La media della performance in scienze è pari a 496 (DS = 77), valore in linea con la media internazionale TIMSS (= 500).

Come risulta evidente dalla Tabella 2, gli studenti del Nord Est hanno prestazioni superiori ai loro colleghi del Centro e del Nord Ovest, che a loro volta ottengono prestazioni più elevate rispetto a quelli del Sud e Sud e Isole. Inoltre i maschi ottengono nel complesso risultati migliori rispetto alle colleghe femmine.

Considerando le altre variabili oggetto del presente studio, è stata verificata la presenza di correlazioni tra le variabili a livello dello studente e le caratteristiche della scuola con il rendimento alla prova di scienze (Tabella 3).

Tutte le variabili risultano significativamente correlate al punteggio ottenuto dagli studenti alla prova TIMMS (con $p < 0,01$). Occorre sottolineare che si osservano, correlazioni significative tra concetto di sé e motivazione strumentale (r = 0,32), tra concetto di sé e interesse (r = 0,60) e tra motivazione strumentale e interesse (r = 0,43).

3.2. Previsione della prestazione in scienze

Il modello 0 iniziale o modello nullo (Tabella 4) è rappresentato da una retta di regressione in cui viene calcolata solo l'intercetta che rappresenta il livello medio dei punteggi degli studenti. L'analisi di tale modello evidenzia un'elevata variabilità della performance tra scuole (rho = 0,3) e ciò rende necessario l'utilizzo di un'analisi di regressione multilevel per individuare le variabili potenzialmente responsabili delle differenze tra le scuole.

[3] Per tenere conto degli errori di misurazione, per ogni studente viene creato un range di cinque possibili valori a cui viene associata una probabilità stimata.

[4] Sono state adattate macro fornite a livello internazionale dall'IEA-TIMSS, attraverso il software IEA-IDB Analyzer.

TABELLA 2

Statistiche descrittive della performance in scienze per area geografica

	Femmine				Maschi				Totale			
	M	ES	DS	ES	M	ES	DS	ES	M	ES	DS	ES
Nord Ovest	501	(5,3)	67	(2,7)	517	(5,0)	71	(2,7)	509	(4,5)	70	(1,8)
Nord Est	522	(9,0)	72	(7,7)	533	(7,4)	70	(4,4)	527	(7,1)	71	(5,7)
Centro	503	(3,5)	66	(3,4)	508	(5,2)	71	(3,8)	506	(3,7)	69	(2,5)
Sud	475	(5,9)	74	(3,1)	481	(7,5)	78	(3,9)	478	(5,9)	76	(3,0)
Sud Isole	460	(11,1)	84	(6,0)	464	(7,3)	80	(4,0)	462	(8,0)	82	(4,7)
Totale	*491*	*(3,3)*	*76*	*(2,6)*	*500*	*(3,0)*	*78*	*(2,0)*	*496*	*(2,8)*	*77*	*(2,1)*

TABELLA 3

Coefficienti di correlazioni con la variabile dipendente rendimento in scienze

	r	ES
Livello studenti		
Concetto di sé in scienze	0,31	(0,02)
Interesse verso le scienze	0,20	(0,02)
Motivazione strumentale	0,17	(0,02)
SES_studente	0,35	(0,02)
Livello scuola		
Disponibilità delle risorse a scuola per le scienze	0,01	(0,03)
Clima di scuola percepito dal dirigente	0,05	(0,04)
SES_scuola	0,26	(0,04)

TABELLA 4

Stima dell'effetto di caratteristiche relative a studenti e scuole sulle prestazioni degli studenti in scienze

	Modello nullo		Modello 1		Modello 2		Modello 3		Modello 4	
Intercetta del modello	499,0	(3,8)	499,0	(3,8)	537,9	(17,0)	516,3	(14,3)	501,6	(14,3)
Livello studenti										
Genere (femmine = 0)			8,8	(2,4)	8,8	(2,4)	8,8	(2,4)	8,7	(2,4)
Interesse verso le scienze			N.S.							
Motivazione strumentale verso le scienze			6,8	(2,1)	7,2	(1,8)	7,2	(1,8)	4,4	(1,5)
Concetto di sé in scienze			21,3	(2,2)	22,1	(2,4)	22,1	(2,4)	17,2	(1,9)
Indice socioeconomico			17,4	(1,4)	17,4	(1,4)	17,4	(1,4)	17,2	(1,5)
Livello scuola										
Disponibilità delle risorse a scuola per le scienze					N.S.					
Clima di scuola percepito dal dirigente					18,9	(7,3)	7,5	(6,1)	N.S.	
Indice socioeconomico medio							38,2	(7,3)	28,2	(6,8)
Nord Ovest									11,8	(4,3)
Nord Est									32,4	(8,3)
Centro									N.S.	
Sud									-15,6	(5,5)
Sud Isole									-29,9	(6,8)
Componenti casuali										
Varianza a Livello 1	4310,5		3613,3		3613,0		3615,0		3545,6	
Varianza a Livello 2	1714,8		1761,9		1706,4		1341,0		995,3	

(continua)

(continua)	Modello nullo		Modello 1		Modello 2		Modello 3		Modello 4	
Proporzione di varianza attribuita alle scuole (rho)	0,3									
Percentuale di varianza spiegata entro le scuole			16,2		16,2		16,1		17,7	
Percentuale di varianza spiegata tra scuole					0,5		21,8		42,0	

(Si riporta tra parentesi l'errore standard.)
Le variabili sono significative con $p < 0,01$.
Le variabili continue a livello studente sono state centrate rispetto alla media italiana.
Nella formulazione dei modelli si è fatto riferimento a modelli a intercetta casuale.
La variabile dipendente è data dai cinque *plausible values* per le scienze.

Nel modello 1 sono state inserite variabili misurate a livello studente: il genere dello studente (femmine = 0), il concetto di sé dello studente, la motivazione strumentale, l'interesse per le scienze e l'indice socioeconomico a livello studente. Gli indici relativi al concetto di sé dello studente e di motivazione strumentale e l'indice socioeconomico a livello studente hanno un effetto significativo, contribuendo a spiegare il 16,2% della varianza entro le scuole. L'interesse nei confronti delle scienze non sembra esercitare un'influenza nella predizione dei risultati, contrariamente a quanto ipotizzato (ipotesi A.1); mentre gli altri indici a livello studente risultano tutti significativamente relati alla performance in scienze (ipotesi A.2, A.3, A.4).

Nel modello successivo (Modello 2) sono state inserite due variabili a livello scuola; la disponibilità di risorse legate alle scienze e la percezione del clima di scuola da parte del dirigente. Solo quest'ultimo ha un effetto significativo e il coefficiente beta è di 18,9. Tale indice non contribuisce a spiegare la varianza tra scuole, confermando solo in parte quanto ipotizzato (ipotesi B.1).

Nel modello 3 si è proceduto alla verifica dell'influenza dell'indice socioeconomico medio degli studenti di ciascuna scuola partecipanti all'indagine (SES_{SCUOLA}) sui risultati degli studenti. Il contributo dell'indice è significativo: all'aumentare di un'unità del SES_{SCUOLA} si ha un aumento di 38,2 punti nella prestazione in scienze. L'introduzione del SES_{SCUOLA} contribuisce a spiegare una parte non trascurabile (22% della varianza) delle differenze tra scuole, in accordo con l'ipotesi (B.2).

Nel modello 4 è stata inserita la variabile relativa all'area geografica della scuola. Come risulta evidente da quanto riportato in Tabella 4, l'essere iscritto a una scuola del Nord Ovest e del Nord Est comporta un vantaggio, in termini di punteggio al test di scienze, rispetto alla media nazionale: la differenza di punteggio è pari a 32,4 punti nel caso di una scuola del Nord Est, 11,8 nel caso di una scuola del Nord Ovest. L'essere iscritto ad una scuola del Sud e del Sud Isole comporta invece uno svantaggio: -15,6 per gli studenti del Sud e -29,9 per gli studenti del Sud Isole. Non si evidenziano differenze tra i punteggi degli studenti iscritti nelle scuole del Centro Italia rispetto alla media nazionale. Il contributo del SES_{SCUOLA} si ridimensiona (coefficiente beta 28,2). Il modello completo spiega quasi la metà della varianza tra scuole.

4. Discussione

Dalla letteratura scientifica internazionale sui risultati del progetto TIMSS emerge che un'ampia serie di fattori contribuisce in modo significativo a determinare la performance degli studenti in prove standardizzate di matematica e scienze. Alcuni di essi, ad esempio, si riferiscono ai sistemi di credenze degli studenti rispetto alla proprie abilità, e tali credenze influenzano il grado di motivazione e di impegno nello studio della matematica e delle scienze. Un altro ordine di fattori, quelli di contesto, esercita la propria influenza in quanto rispecchia la disponibilità/non disponibilità di risorse, siano esse familiari oppure appartenenti alle scuole che gli studenti frequentano.

Relativamente ai fattori relativi alle credenze e agli atteggiamenti degli studenti, obiettivo del presente contributo era, in particolare, la valutazione dell'impatto dell'interesse, della motivazione strumentale, del concetto dì sé in scienze sul rendimento alle prove strutturate di scienze del progetto TIMSS 2007. Tali costrutti, benché interrelati, riflettono aspetti diversi. In particolare, il concetto di sé in scienze riflette le credenze dell'individuo rispetto alla propria capacità di riuscire bene o no nell'apprendimento delle scienze; la motivazione strumentale, invece, riguarda il fatto di impegnarsi e studiare gli argomenti di carattere scientifico al fine di raggiungere uno scopo e indica in che misura sono i fattori esterni a influenzare il rendimento, come, per esempio, la prospettiva di trovare un lavoro più facilmente o perché potrebbe essere utile conoscere le scienze per gli studi futuri (Boscolo, 1997). L'interesse rappresenta un orientamento relativamente a lungo termine dell'individuo verso un'attività o area di conoscenza; si è visto che la stimolazione dell'interesse verso un'attività comporta la focalizzazione dell'attenzione, la ricerca di nuove informazioni e l'aumento dell'attività cognitiva (Boscolo, 2002). I risultati del presente studio hanno dimostrato l'influenza del «concetto di sé in scienze» sulla prestazione alle prove TIMSS, confermando l'importanza di tale fattore già emersa in studi precedenti (House, 2008; 2004; 2003; 2000; Chang et al., 2007). La motivazione strumentale e l'interesse verso le scienze, benché risultino anch'essi correlati con la performance, sembrano avere un peso minore rispetto al concetto di sé. Dall'analisi di regressione multilevel, infatti, emerge che il concetto di sé è il migliore predittore della performance, mentre l'interesse e la motivazione strumentale non hanno un peso statisticamente significativo, e non sembrano quindi fornire un contributo aggiuntivo alla predizione rispetto al concetto di sé in scienze. Occorre sottolineare che, in merito a interesse e motivazione strumentale, si sono evidenziati in letteratura dati contrastanti (Papanastasiou, 2002; Schreiber, 2002), con alcuni studi che sembrano indicarne la rilevanza per predire la performance mentre altri, analogamente a quanto riscontrato nel presente contributo, non mostrano la presenza di effetti significativi della motivazione e dell'interesse sulla performance.

Per quanto riguarda le differenze nel background socioeconomico degli studenti, le analisi hanno dimostrato un' influenza di tali differenze sulla prestazione: uno status socioeconomico elevato ha un effetto significativo e positivo sulle prestazioni dello studente in scienze, in accordo con quanto evidenziato in letteratura (Chiu & Xihua, 2008; Sirin, 2005). Appare evidente che fattori quali il background socioeconomico possano esercitare la loro influenza sulla performance a due livelli. A un primo livello, quello entro scuole, l'indice socioeconomico degli studenti frequentanti la stessa scuola può contribuire a spiegare le differenze di performance all'interno della singola scuola. A un secondo livello, quello tra scuole, l'indice socioeconomico risulta utile a spiegare le differenze tra le medie di performance osservate in scuole diverse. L'approccio multilevel utilizzato nel presente studio ha consentito di valutare contemporaneamente gli effetti dell'indice socioeconomico (sia livello studente che a livello scuola) per spiegare la varianza delle performance sia *entro* le scuole che *tra* scuole. In merito a quest'ultima, l'indice rho del modello nullo evidenzia la presenza di un'elevata varianza nei risultati tra scuole nella performance al test di scienze del TIMSS. Congruentemente con i risultati emersi in letteratura (McConney & Perry, 2010; Thorpe, 2006; Willms, 2006; Yang, 2003) il SES_{SCUOLA} contribuisce a spiegare una quota non trascurabile della varianza tra scuole, mentre il contributo del $SES_{STUDENTE}$ è più limitato, spiegando una percentuale più bassa di varianza entro scuole. Ulteriori ricerche dovranno comprendere la natura dell'influenza del SES_{SCUOLA} e la sua capacità di spiegare un'elevata percentuale della varianza tra scuole italiane, laddove altri fattori relativi al contesto scolastico, quali la disponibilità di risorse della scuola o il clima, non sono risultati essere dei buoni predittori della performance.

Il quadro complessivo che emerge dai risultati conferma la presenza di forti differenze tra

scuole, e tali differenze sono legate anche alla collocazione geografica della scuola in aree più o meno ricche del nostro Paese. Ciò risulta evidente qualora si confronti la performance degli studenti in funzione dell'area geografica: gli studenti del Sud e delle Isole ottengono punteggi significativamente più bassi. Tali risultati vanno interpretati nel più ampio dibattito sull'equità dell'offerta del sistema dell'istruzione italiano (si vedano, ad esempio, Bottani & Benadusi, 2006; Cipollone & Sestito, 2010), che appare caratterizzato dalla presenza di disparità che tendono ad aumentare con il proseguire degli studi e con la scelta della scuola secondaria di II grado da frequentare (OCSE, 2004). Di fronte a tali disparità, appare necessario uno studio sistematico dei fattori che determinano le differenze interscuola e intrascuola in Italia al fine di aumentare l'equità del sistema scolastico, un filone importante di ricerca in cui si inserisce il presente contributo.

In conclusione, i risultati presentati evidenziano che il concetto di sé, relativo al singolo studente, sembra avere un ruolo rilevante e contribuisce in modo significativo a spiegare le differenze di rendimento tra alunni. Un'interpretazione possibile di tale contributo è che il sistema di credenze sulle proprie capacità si basi sull'esperienza passata di successo/insuccesso nella materia, ma esercita anche la sua influenza sulla performance futura in quanto ha una connessione con le valutazioni che lo studente fa rispetto alle proprie capacità di controllo comportamentale e la propria autoefficacia specifica rispetto allo studio delle scienze. In questa prospettiva, un elevato concetto di sé per le scienze è frutto delle esperienze pregresse ma può anche influenzare le performance future in quanto porterà lo studente a sentirsi più autoefficace e, conseguentemente, a dedicarsi maggiormente nello studio della disciplina, in quanto percepisce di poter conseguire attraverso l'impegno dei buoni risultati; al contrario un livello basso di «concetto di sé» specifico per le scienze può portare lo studente a evitare situazioni potenzialmente frustranti, diminuendo quindi le strategie di coping efficaci nei confronti delle difficoltà che può incontrare nella materia. Un aspetto fondamentale dei sistemi di credenze è che essi possono essere modificati. Appare, quindi, evidente la necessità, per giungere a un miglioramento della performance degli studenti in scienze, di tenere nella dovuta considerazione la rilevanza di fattori «soggettivi», quali le credenze degli specifici studenti relativamente alle loro capacità nella disciplina, e di agire attraverso interventi mirati a modificarle nella direzione di una maggiore autoefficacia.

BIBLIOGRAFIA

Boscolo, P. (1997). *Psicologia dell'apprendimento scolastico. Aspetti cognitivi e motivazionali*. Torino: UTET.

Boscolo, P. (2002). La motivazione ad apprendere tra ricerca psicologica e senso comune. *Scuola e Città*, *52*, 81-92.

Bottani, N., & Benadusi, L. (a cura di) (2006). *Uguaglianza e equità nella scuola*. Trento: Erickson.

Bratti M., Checchi D., & Filippin, A. (2007). Territorial differences in Italian students' mathematical competencies: Evidence from PISA 2003. *IZA Discussion Paper*, 2603/2007.

Chang, M., Singh, K., & Mo, Y. (2007). Science engagement and science achievement: Longitudinal models using NELS data. *Educational Research and Evaluation*, *13* (4), 349-371.

Chiu, M. M., & Xihua, Z (2008). Family and motivation effects on mathematics achievement: Analyses of students in 41 countries. *Learning and Instruction*, *18* (4), 321-336.

Cipollone, P., & Sestito, P. (2010). *Il capitale umano*. Bologna: il Mulino.

Council of the European (2010). *Joint progress report of the Council and the Commission on the implementation of the Education & Training 2010 Work Programme*. Available from: http://www.b2match.com/FP7Education/docs/ET2020_en.pdf [Accesso 01.01.2011].

Denissen, J., Zarrett, N., & Eccles, J. S. (2007). I like to do it, I'm able, and I know I am: Longitudinal couplings between domain-specific achievement, self-concept, and interest. *Child Development*, *78* (2), 430-447.

Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, *53* (1), 109-132.

Eklöf, H. (2007). Self-concept and valuing of mathematics in TIMSS 2003: Scale structure and relation to performance in a Swedish setting. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *51* (3), 297-313.

Goldstein H. (1995). *Multilevel statistical models*. London: Edward Arnold.

Greenwald, R., Hedges, L. V. , & Laine, R. D. (1996). The Effect of School Resources on Student Achievement. *Review of Educational Research, 66* (1), 361-396.

House, J. D. (2000). Student self-beliefs and science achievement in Ireland: Findings from the Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). *International Journal of Instructional Media*, 27, 107-115.

House, J. D. (2003). Self-beliefs and science and mathematics achievement of adolescent students in Hong Kong: Findings from the Third International Mathematics and Science study (TIMSS). *International Journal of Instructional Media, 30* (2), 195-212.

House, J. D. (2004). Cognitive-motivational characteristics and science achievement of adolescent students: Results from the TIMSS 1995 and TIMSS 1999 Assessments. *International Journal of Instructional Media*, *31* (4), 411-424.

House, J. D. (2008). Effect of classroom instructional strategies and self-beliefs on science achievement of elementary-school students in Japan: Results from the TIMSS 2003 assessment. *Education*, *129* (2), 259-266.

Hox J. J. (1995). *Applied multilevel analysis*. Amsterdam: TT-Publikaties.

Lau, S., & Roeser, R. W. (2002). Cognitive abilities and motivational processes in high school students' situational engagement and achievement in science. *Educational Assessment*, *8* (2), 139-162.

McConney, A., & Perry, B. L. (2010). Socioeconomic status, self-efficacy, and mathematics achievement in Australia: A secondary analysis. *Educational Research for Policy and Practice, 9,* 77-91.

Mettas, A., Karmiotis, I., & Christoforou, P. (2006). Relationship between students' self-beliefs and attitudes on science achievements in Cyprus: Findings from the third international mathematics and science study (TIMSS). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *2* (1), 41-52.

Montanaro, P. (2008). I divari territoriali nella preparazione degli studenti italiani: evidenze dalle indagini nazionali e internazionali. *Questioni di Economia e Finanza*, *Banca d'Italia, 14*, 1-48.

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

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

OECD (2010). *Education at a Glance 2010: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing.

OECD/CERI (2004). *Equity in Education: Students with Disabilities, Learning Difficulties and Disadvantages*. Paris: OECD Publishing.

Olson, J. F., Martin, M. O., & Mullis, I. (Eds) (2008). *TIMSS 2007 Tecnichal Report*, Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Papanastasiou, C. (2002). School, teaching and family influence on student attitudes toward science: Based on TIMSS data Cyprus. *Studies in Educational Evaluation*, *28*, 71-86.

Papanastasiou, C., & Plomp, T. (Eds) (2008). Special issue: The IEA Study TIMSS. *Educational Research and Evaluation*, *14* (1).

Robitaille, D. F., & Beaton, A.E. (Eds) (2002). *Secondary analysis of the TIMSS Data*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Sabah, S., & Hammouri, H. (2010). Does subject matter matter? Estimating the impact of instructional practices and resources on student achievement in science and mathematics: Findings from TIMSS 2007. *Evaluation & Research in Education*, *23*, 287-299.

Schreiber, J. B. (2002). Institutional and student factors and their influence on advanced mathematics achievement. *Journal of Educational Research*, *95* (5), 274-86.

Singh, K., Granville, M. & Dika, S. (2002). Mathematics and science achievement: Effects of motivation, interest, and academic engagement. *Journal of Educational Research*, *95* (6), 323-332.

Sirin, R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*, *75* (3), 417-453.

Thorpe, G. (2006). Multilevel analysis of PISA 2000 reading results for the United Kingdom using pupil scale variables. *School Effectiveness and School Improvement*, *17* (1), 32-62.

Turmo, A. (2004). Scientific literacy and socioeconomic background among 15-years-olds-a nordic perspective. *Scandinavian Journal of Educational Research*, *48* (3), 287-305.

Volet, S. E. (1997). Cognitive and affective variables in academic learning: The significance of direction and effort in students' goals. *Learning and Instruction*, *7* (3), 235-254.
Wigfield, A., & Eccles, J. S. (Eds) (2002). *Development of achievement motivation*. San Diego, CA, US: Academic Press.
Willms, J. D. (2006). Variation in socioeconomic gradients among cantons in French-and Italian-speaking Switzerland: Finding from the OECD PISA. *Educational Research and Evaluation*, *12* (2), 129-154.
Yang, Y. (2003). Dimension of socio-economic status and their relationship to mathematics and science achievement at individual and collective levels. *Scandinavian Journal of Education Research*, *47* (1), 21-41.

CARATTERISTICHE DEGLI ALUNNI E DEGLI INSEGNANTI E RISULTATI IN MATEMATICA E SCIENZE

UN'ANALISI DEI DATI TIMSS 2007 DEL TRENTINO

Angela Martini

Esperta di valutazione e politiche dell'istruzione

PER CHIEDERE NOTIZIE O SCAMBIARE OPINIONI SU QUESTO ARTICOLO, L'AUTRICE PUÒ ESSERE CONTATTATA AL SEGUENTE INDIRIZZO:

E-mail: angela.mart@tiscali.it

ABSTRACT

The article presents the results of a multilevel regression analysis carried out on the TIMMS 2007 data referred to the Autonomous Province of Trento, with the aim of identifying the characteristics of the pupils and the teachers which have an effect on the mathematics and science results of the Trentino students in their fourth year at primary school and in their third year at junior secondary school. The results of the analysis show that the socio-demographic and motivational characteristics of the students have an effect on the results and the extent, but they are inconclusive with reference to the characteristics of the teachers associated with the best performance, especially in the secondary school. Although disappointing, the result is however not new in literature; the literature confirms similar difficulties in identifying which features characterise a good teacher.

Keywords: Multilevel analysis – Pupils characteristics – Teachers characteristics – Effects of socio-demographic and motivational variables – Teaching effectiveness

ESTRATTO

L'articolo presenta i risultati di un'analisi di regressione multilivello condotta sui dati TIMMS 2007 del Trentino, con l'obiettivo di individuare le caratteristiche degli alunni e degli insegnanti che hanno un effetto sui risultati in matematica e scienze degli alunni trentini di quarta primaria e di terza secondaria di primo grado. I risultati dell'analisi mostrano quali delle caratteristiche socio-demografiche e motivazionali degli studenti abbiano un effetto sui risultati e in che misura, ma non portano ad alcuna precisa conclusione per quanto riguarda le caratteristiche degli insegnanti associati a migliori prestazioni, in particolare nella scuola secondaria. Il risultato, per quanto deludente, non è tuttavia nuovo in letteratura, e testimonia di analoghe difficoltà nell'individuare quali tratti caratterizzino un buon insegnante.

Parole chiave: Analisi multilivello – Caratteristiche degli alunni – Caratteristiche degli insegnanti – Effetti di variabili socio-demografiche e motivazionali – Efficacia dell'insegnamento

1. Introduzione

La provincia di Trento ha preso parte all'ultima indagine TIMSS in forma individuale,[1] con un proprio campione rappresentativo di alunni di quarta primaria e di terza secondaria di primo grado, che costituiscono le due popolazioni obiettivo di questa indagine comparativa internazionale. La rilevazione in Trentino si è svolta nel 2008, un anno dopo rispetto a tutti gli altri partecipanti, con gli stessi strumenti e le stesse modalità del 2007. All'indagine, che valuta con periodicità quadriennale le conoscenze e abilità in matematica e scienze degli studenti del quarto e dell'ottavo anno di scolarizzazione (Mullis, 2008; Martin, 2008), hanno preso parte tutte le scuole del primo ciclo d'istruzione del Trentino, di norma con due classi intere ciascuna.[2] Le classi campionate sono state 118 nella scuola primaria e 110 nella scuola secondaria, per un totale di 1462 alunni nel primo caso e di 1658 nel secondo.

Oltre a misurare mediante una prova standardizzata i livelli di apprendimento degli studenti nelle due materie sopra citate, TIMSS raccoglie anche un'ampia serie di informazioni di contesto attraverso questionari rivolti agli alunni stessi, ai dirigenti delle scuole campionate e agli insegnanti.

In questo articolo presentiamo i risultati di un'analisi di regressione multipla a due livelli dei dati TIMSS del Trentino che ha un duplice obiettivo: in primo luogo, determinare il contributo specifico delle caratteristiche degli studenti alla variabilità dei punteggi in matematica e scienze nei due livelli scolari interessati dall'indagine; in secondo luogo, identificare, una volta tenute sotto controllo le variabili individuali degli alunni, quali tratti o comportamenti degli insegnanti possano spiegare le differenze di prestazione fra le classi. Poiché l'insegnamento di matematica e scienze in ogni classe campionata è tenuto da un solo insegnante sia nella scuola primaria che nella secondaria di primo grado, vi è una corrispondenza biunivoca tra insegnante e classe cosicché è identificabile con sicurezza il gruppo di alunni afferenti a uno stesso insegnante.

2. Il modello di analisi e le variabili

Il modello di analisi di regressione utilizzato, a cui ci limitiamo qui ad accennare rinviando per un approfondimento alla letteratura in merito (si veda bibliografia), consente di individuare le variabili che incidono su una variabile-risposta stabilendo l'effetto di ciascuna «al netto» di quello esercitato dalle altre variabili contemporaneamente in gioco,[3] e inoltre di tener conto della correlazione che esiste tra le osservazioni appartenenti a uno stesso gruppo distinguendo tra effetti «entro» il gruppo cui i soggetti appartengono ed effetti «tra» i gruppi. Nel nostro caso la variabile-risposta è costituita dai punteggi in matematica e scienze degli alunni trentini, mentre i gruppi sono rappresentati dalle classi, ognuna collegata a un certo insegnante. Ciò che maggiormente caratterizza i modelli di regressione gerarchica rispetto alla regressione ordinaria — la quale muove da un assunto di indipendenza delle osservazioni — è proprio la loro capacità di tener conto del fatto che, in molti fenomeni sociali, i dati presentano una struttura a più livelli, in cui le unità di livello più basso sono raggruppate in unità di secondo livello, queste a loro volta in unità di terzo livello e così via.

Ciò detto, possiamo ora procedere a descrivere brevemente le variabili di cui si è deciso di tener conto nell'analisi.[4]

[1] Il Trentino ha partecipato a TIMSS 2007 anche come parte del campione nazionale italiano, ma in tal caso i suoi risultati non sono separabili da quelli del resto d'Italia, essendo il campione nazionale rappresentativo del Paese nel suo insieme e delle cinque macro-aree (Nord Ovest, Nord Est, Centro, Sud, Sud e Isole) in cui l'Italia è suddivisa ma non delle singole regioni o province.

[2] In qualche caso è stata campionata una sola classe.

[3] Per effetto netto di una variabile si intende l'effetto che una variabile indipendente esercita su una variabile dipendente «a parità di tutte le altre condizioni», vale a dire sotto controllo delle altre variabili che influiscono, insieme alla prima, sulla variabile dipendente.

[4] Per le scelte effettuate nella stima dei modelli multilivello di cui si discutono qui i risultati si rimanda all'appendice.

Nella scuola primaria, a livello studente (livello 1) si sono presi in considerazione tre gruppi di variabili:

1. le caratteristiche socio-demografiche degli alunni (genere, origine etnica, lingua parlata a casa, livello di cultura[5] della famiglia di provenienza e benessere di cui essa gode);[6]
2. gli atteggiamenti degli alunni verso la matematica e le scienze e le credenze riferite al sé (atteggiamento positivo verso le due discipline in esame e fiducia nella propria capacità di apprenderle);
3. i comportamenti di studio degli alunni (il tempo dedicato ogni giorno allo svolgimento dei compiti a casa e il tempo impiegato specificamente per fare i compiti di matematica e di scienze assegnati dall'insegnante).

A livello insegnante (livello 2), si sono invece considerati due gruppi di variabili:

1. le caratteristiche dell'insegnante, in termini di formazione iniziale, anni di esperienza e grado di preparazione a insegnare gli argomenti oggetto delle prove TIMSS in base alla propria autovalutazione;
2. i comportamenti dell'insegnante riguardo all'assegnazione di compiti per casa, alla collaborazione con i colleghi, alla copertura nel proprio insegnamento degli argomenti oggetto della prova TIMSS, al tempo dedicato settimanalmente in classe alla matematica e alle scienze.

Nella scuola secondaria di primo grado, si sono prese in considerazione le variabili già analizzate nella scuola primaria,[7] ma con alcune differenze. Per quanto riguarda gli studenti, si è tenuto conto di tre variabili in più, non disponibili per gli alunni di quarta primaria: il livello d'istruzione dei genitori, le aspettative dell'alunno circa la propria futura carriera scolastica e l'importanza attribuita alla matematica e alle scienze per l'inserimento nel mondo del lavoro e la prosecuzione degli studi. Per gli insegnanti si sono esaminate, fra le variabili relative ai comportamenti, anche la frequenza di assegnazione di compiti o esercitazioni in classe di matematica e scienze, nonché la tipologia di domande (aperte o chiuse) in esse prevalentemente utilizzate.

Le variabili di primo e secondo livello con dati mancanti sono state preliminarmente imputate e sono state quindi inserite nei modelli stimati a blocchi, secondo la classificazione sopra indicata.[8]

3. I risultati dell'analisi sui dati della scuola primaria

La Tabella 1 riporta i risultati ottenuti dalla stima di una serie di modelli di regressione multilivello per i punteggi in matematica degli alunni trentini di quarta primaria.

Per rendere più agevole al lettore la comprensione della tabella precedente e di quelle alle pagine successive, si fa presente che i valori registrati sulla riga dell'intercetta (o costante) rappresentano il punteggio ottenuto da un alunno «tipico», da un alunno, cioè, che presenta valori

[5] Il livello culturale (medio-basso o alto) è inferito dal numero di libri in casa: fino a 100 o più di 100.

[6] Questa variabile è ottenuta sommando le risposte (no = 0, sì = 1) alle domande del questionario studente sulla presenza o meno in casa di una serie di risorse e oggetti. La variabile è stata dicotomizzata rispetto al valore mediano di ognuno dei due campioni di alunni trentini.

[7] In qualche caso, anche per tener conto delle differenze nelle pratiche della scuola primaria e secondaria, esse non sono però esattamente le stesse. Ad esempio, per quanto riguarda il tempo impiegato dagli alunni per svolgere i compiti e l'assegnazione di compiti a casa da parte degli insegnanti, per la scuola primaria si sono considerate le variabili ottenute dalle risposte alle domande 13-14 del questionario studente e 23-24 del questionario insegnante, mentre per la scuola secondaria si sono usati gli indici del «Tempo impiegato per i compiti di matematica e scienze» *(Time on Mathematics/Science Homework*: TMH e TSH) e dell' «Importanza attribuita ai compiti per casa di matematica e scienze» *(Emphasis on Mathematics/Science Homework*: EMH e ESH), costruiti integrando le risposte a più domande dei due questionari.

[8] Le variabili esplicative con dati mancanti sono state imputate con il valore attribuito alla categoria di riferimento, o con il loro valore medio se quantitative, tranne nel caso delle variabili sull'origine e sulla lingua parlata a casa che sono state imputate con 1. La percentuale di *missing* per ciascuna variabile raramente superava il 5%.

TABELLA 1

Stime dei coefficienti di modelli lineari a due livelli (studente-insegnante) per il risultato in matematica TIMSS 2007 degli alunni di quarta primaria

	Modello 0	Modello 1	Modello 2	Modello 3	Modello 4	Modello 5
Intercetta	518,1	526,9	492,0	501,4	491,6	483,1
Livello 1 – Studente						
Genere femminile		-13,6***	-6,3*	-7,4*	-7,3*	-7,3*
Origine immigrata		-23,4***	-19,8***	-20,6***	-20,5***	-19,9***
Non parla a casa l'italiano		-27,3***	-23,3***	-23,2***	-22,9***	-22,8***
Benessere familiare elevato		4,8	4,0	3,5	3,5	3,6
Livello culturale familiare alto		10,9**	10,3**	10,5**	10,5**	10,4**
Indice di att. positivo vs la matem. alto			11,5*	11,6*	11,6*	11,4*
Indice di att. positivo vs la matem. basso			-0,3	0,8	1,0	0,8
Indice di fiducia in sé alto			43,2***	42,5***	42,7***	42,6***
Indice di fiducia in sé basso			-18,4**	-16,6*	-17,2**	-17,3**
Impiega nei compiti < 1 h al giorno				-9,7**	-9,6**	-9,2**
Impiega nei compiti > 2 h al giorno				-17,7***	-17,8***	-18,0***
Fa i compiti di mat. in più di ½ h				-5,3	-5,1	-4,9
Livello 2 – Insegnante						
Laurea					0,8	1,8
Esperienza (per 5 anni in più)					2,4*	3,2**
Autovalutazione preparazione alta					7,5	10,7
Autovalutazione preparazione bassa					-10,6	-16,2
Copertura argomenti testati > mediana						-3,0
Assegna compiti a casa						9,5*
Tempo sett. insegnamento matematica						-4,2*
Collaborazione coi colleghi alta						13,2*
Collaborazione coi colleghi bassa						-4,3
Componenti casuali						
Varianza livello1	4078,4	3864,6	3162,1	3126,0	3126,3	3126,9
Varianza livello 2	708,9	569,8	673,0	661,3	649,3	603,4
Varianza «tra» (%)	14,8					
Riduzione varianza «entro» (%)		5,2	22,5	23,4	23,3	23,3
Riduzione varianza «tra» (%)		19,6	5,1	6,7	8,4	14,9

* 0,05 < p-value ≤ 0,10; ** 0,01 < p-value ≤ 0,05; *** p-value ≤ 0,01.
Nota: i valori sottolineati sono vicini alla soglia di significatività (p-value < 0,15).

pari alla media sulle variabili predittive[9] di tipo quantitativo inserite in ognuno dei modelli e che appartiene alla categoria di riferimento nel caso di variabili di tipo categoriale.[10] Quando, come nel caso del primo modello — indicato con «0» in tabella — non sono inserite variabili predittive, né a livello 1 né a livello 2, l'intercetta equivale semplicemente alla media di tutti gli alunni.

I valori elencati nelle colonne dei modelli da 1 a 3 rappresentano invece la variazione del punteggio dell'alunno (rispetto all'intercetta)

[9] Sono le caratteristiche degli studenti e degli insegnanti con cui si cerca di spiegare i risultati in matematica e scienze. Per questo esse sono chiamate anche variabili «esplicative».

[10] È opportuno sottolineare che, nel caso in esame, posto che il livello di misurazione delle variabili TIMSS e degli indici da esse derivati non va oltre quello di una scala ordinale, le variabili sono pressoché tutte del secondo tipo con due o tre categorie, una delle quali (codificata con «0») assunta come base di riferimento nell'analisi.

conseguente a una variazione unitaria della variabile a livello studente indicata sulla stessa riga nella prima colonna (o all'appartenenza alla categoria opposta a quella di riferimento), mentre i valori nelle colonne dei modelli 4 e 5 sono le variazioni del punteggio dello stesso studente (che vanno a sommarsi alle variazioni dovute alle caratteristiche personali) associate a un incremento unitario della corrispondente variabile a livello insegnante (o all'appartenenza dell'insegnante alla categoria opposta a quella di riferimento).

Nella parte finale della tabella (componenti casuali) compare infine, per ciascun modello, la varianza di livello 1 e 2 non spiegata dalle variabili considerate in ognuno di essi, mentre nelle due ultime righe sono riportate le percentuali di riduzione della varianza, rispetto a quella iniziale, dovuta all'introduzione delle variabili esplicative.

Esaminando più in dettaglio i risultati ottenuti dalla stima dei vari modelli, a cominciare dal modello «0», c'è da dire innanzitutto che quest'ultimo — che non contiene, come già accennato, nessun predittore — ha soltanto lo scopo di ripartire la variabilità complessiva dei punteggi in due componenti, una dovuta alle differenze tra gli alunni all'interno dei gruppi, l'altra dovuta alle differenze tra i gruppi, nel nostro caso alle differenze tra le classi cui gli alunni appartengono. Come si può osservare, la varianza tra le classi è pari al 14,8% della varianza totale dei punteggi in matematica. Il grosso della varianza dei risultati si registra dunque tra gli alunni all'interno delle classi.

Nel modello 1, sono inserite solo le variabili socio-demografiche degli studenti. L'alunno tipo assunto come base di riferimento è qui un alunno di sesso maschile, di origine italiana,[11] che a casa parla l'italiano e che proviene da una famiglia con un grado di benessere non superiore al valore mediano di tutti gli studenti e con un livello culturale non particolarmente elevato. Rispetto al risultato in matematica, pari a 527 punti, conseguito da un alunno con queste caratteristiche, l'esser di genere femminile comporta una diminuzione di 13,6 punti. Ancor più forte è l'abbassamento del punteggio se lo studente ha un'origine immigrata e se a casa non parla l'italiano (rispettivamente 23,4 e -27,3 punti). Sono invece positivi gli effetti netti associati a una condizione familiare caratterizzata da un elevato grado di benessere e soprattutto di cultura; dei due coefficienti, però, solo il secondo, di circa 11 punti, è statisticamente significativo.

Il modello 2 stima gli effetti sul punteggio, accanto alle caratteristiche considerate nel precedente modello, di due indicatori di atteggiamento: il rapporto più o meno positivo dello studente con la matematica (PATM: *Positive Affect Toward Mathematics)* e la fiducia nella propria capacità di apprenderla (SCM: *Self-Confidence in learning Mathematics)*. L'alunno di riferimento è in questo caso un alunno con un valore intermedio su entrambi gli indici. Come si può osservare, a parità di tutte le altre condizioni, un atteggiamento fortemente positivo verso la matematica e un alto livello di fiducia nella propria capacità di apprenderla implicano un aumento rispettivamente di 11,5 e di ben 43,2 punti rispetto a un alunno che abbia soltanto valori medi sui due indici; un basso livello dell'indice PATM non comporta invece una diminuzione del punteggio, mentre la poca fiducia nella propria capacità di apprenderla abbassa il risultato di circa 18 punti. Da rilevare anche che l'inserimento degli indicatori di atteggiamento riduce l'impatto del genere sul risultato in matematica. Ciò perché le femmine, oltre ad avere punteggi mediamente più bassi in questa materia, hanno anche più di frequente, rispetto ai maschi, un sentimento meno positivo verso di essa e soprattutto nutrono più spesso una scarsa fiducia nella propria capacità di apprenderla. Quando queste due condizioni sono tenute sotto controllo, cioè si ragiona a parità di esse, l'effetto negativo associato al genere femminile si dimezza.

Nel modello 3 sono da ultimo inserite le variabili relative ai comportamenti di studio degli alunni. Ciò che si può dire, osservando i valori

[11] Sono considerati d'origine italiana gli alunni nati in Italia o all'estero da genitori italiani, mentre sono considerati d'origine immigrata gli alunni nati all'estero da genitori stranieri o anche nati in Italia da genitori entrambi stranieri.

nella relativa colonna, è che per quanto riguarda l'applicazione allo studio vale la regola del «giusto mezzo»: rispetto a un alunno che dedica giornalmente ai compiti a casa (di tutte le materie) una o due ore, chi impiega meno di un'ora e chi ne impiega più di due fa registrare una diminuzione del punteggio rispettivamente di circa 10 e 18 punti. Anche il dedicare allo svolgimento dei compiti di matematica assegnati dall'insegnante più di mezz'ora (il 68% degli alunni dichiara di impiegare 30 minuti al massimo) comporta una riduzione del punteggio, ma il coefficiente (-5,3) non è statisticamente significativo.

Nei modelli 4 e 5 sono introdotte le variabili relative agli insegnanti con lo scopo di esaminarne l'impatto a parità di caratteristiche degli alunni. Fra le variabili del primo gruppo (formazione iniziale, esperienza e autovalutazione della propria preparazione[12] a insegnare gli argomenti oggetto della prova TIMSS), solo la seconda ha un effetto significativo sui risultati. Rispetto agli alunni di un insegnante con meno di 5 anni d'esperienza — che è la base di riferimento — gli alunni delle classi dove l'insegnante insegna da più tempo guadagnano 2,4 punti per ogni 5 anni in più d'esperienza del docente. I coefficienti associati alle rimanenti variabili, pur avendo segni congruenti con quello che ci si poteva intuitivamente attendere, non sono significativi, anche se è il caso di rilevare che l'effetto negativo associato a una bassa valutazione della propria preparazione a insegnare gli argomenti testati nella prova raggiunge quasi la soglia di significatività (p-value = 0,12). Un peso praticamente nullo sui risultati in matematica degli alunni ha invece l'avere un diploma di laurea anziché un diploma di grado inferiore.

Nel quinto e ultimo modello sono inserite in aggiunta le variabili relative ai comportamenti degli insegnanti. Risultano significativi i coefficienti associati al fatto di assegnare compiti a casa di matematica a ogni lezione o in metà delle lezioni (+9,5), rispetto al non farlo mai o solo qualche volta, e un alto livello di collaborazione con i colleghi (+13,2). Significativo è anche il coefficiente connesso all'aumento di una unità di deviazione standard, rispetto alla media, del tempo dedicato settimanalmente dal docente all'insegnamento della matematica, ma desta una qualche sorpresa che tale coefficiente, per altro di modesta grandezza, sia negativo, considerato che dalla letteratura emerge per lo più una relazione positiva tra tempo dedicato all'insegnamento di una materia e i risultati in essa raggiunti. Un'ipotesi di spiegazione potrebbe essere che la relazione non è in questo caso lineare. Oppure potrebbe darsi che gli insegnati dedichino più tempo alla matematica nelle classi dove gli alunni incontrano maggiori difficoltà.

La Tabella 2 riporta i risultati ottenuti dall'analisi condotta sui punteggi in scienze.

La varianza tra le classi, pari al 16,1%, è un po' più alta che in matematica. Come si può vedere, in generale, il quadro illustrato dalla Tabella 2 ricalca nella sostanza quello che era già emerso per la matematica, anche se con alcune particolarità su cui può essere interessante soffermarsi.

Innanzitutto, vi è da rilevare che l'impatto degli atteggiamenti dello studente sul punteggio in scienze è significativo e coerente con il risultato ottenuto solo per quanto riguarda la fiducia nella propria capacità di apprenderle, mentre un atteggiamento positivo verso le scienze non differenzia il rendimento: i coefficienti sono entrambi positivi e non significativi sia per un alto che per un basso livello del relativo indice. A ciò si aggiunga che, diversamente da quanto si osservava in matematica, l'introduzione di queste due variabili non riduce l'effetto negativo dell'esser di genere femminile sulla prestazione. Ciò è dovuto al fatto che, contrariamente alla matematica, non si osservano rispetto ad esse essenziali differenze fra maschi e femmine: la

[12] Per ottenere questa variabile si sono sommate le valutazioni espresse dall'insegnante sulla propria preparazione su una scala da 1 a 3 (non ben preparato, abbastanza preparato, molto preparato), in relazione agli argomenti di matematica e scienze oggetto della prova e si sono quindi risuddivisi i valori così ottenuti in tre categorie: preparazione elevata (autovalutazione = 3 su tutti gli argomenti), preparazione scarsa (autovalutazione = 1 su tutti gli argomenti), preparazione media (tutte le altre combinazione di valori).

TABELLA 2

Stime dei coefficienti di modelli lineari a due livelli (studente-insegnante) per il risultato in scienze TIMSS 2007 degli alunni della quarta primaria

	Modello 0	Modello 1	Modello 2	Modello 3	Modello 4	Modello 5
Intercetta	548,0	554,9	540,1	540,1	537,2	530,1
Livello 1 – Studente						
Genere femminile		-14,9***	-14,9***	-16,4***	-16,2***	-16,0***
Origine immigrata		-35,9***	-32,6***	-33,0***	-32,7***	-32,5***
Non parla a casa l'italiano		-20,6***	-19,3***	-19,2***	-18,8***	-18,5***
Benessere familiare elevato		6,5	3,7	2,9	2,5	2,6
Livello culturale familiare alto		16,3***	14,4***	15,1***	15,0***	15,0***
Indice di att. positivo vs le scienze alto			4,7	5,1	4,7	5,0
Indice di att. positivo vs le scienze basso			9,6	9,9	9,5	9,9
Indice di fiducia in sé alto			22,4***	22,1***	22,2***	22,2***
Indice di fiducia in sé basso			-24,7***	-22,2**	-22,7**	-23,1***
Impiega nei compiti < 1h al giorno				-7,4	-7,1	-7,0
Impiega nei compiti > 2 h al giorno				-10,5	-10,8	-10,9
Fa i compiti di scienze in più di ½ h				-15,0***	-15,2**	-15,0**
Livello 2 – Insegnante						
Laurea					-2,2	-0,9
Esperienza (per 5 anni in più)					2,4	2,9*
Autovalutazione preparazione alta					43,9**	47,9***
Autovalutazione preparazione bassa					1,6	3,6
Copertura argomenti testati > mediana						-0,1
Assegna compiti a casa						4,5
Tempo sett. insegnamento scienze						-0,4
Collaborazione coi colleghi alta						14,7*
Collaborazione coi colleghi bassa						-5,8
Componenti casuali						
Varianza livello1	4376,1	4090,6	3873,0	3831,2	3829,7	3831,2
Varianza livello 2	842,3	671,3	748,2	743,8	692,9	675,1
Varianza «tra» (%)	16,1					
Riduzione varianza «entro» (%)		6,5	11,5	12,5	12,5	12,5
Riduzione varianza «tra» (%)		20,3	11,2	11,7	17,7	19,9

* 0,05 < p-value ≤ 0,10; ** 0,01 < p-value ≤ 0,05; *** p-value ≤ 0,01.
Nota: I valori sottolineati sono molto vicini alla soglia di significatività (p-value < 0,15).

distribuzione nei tre livelli di ognuno dei due indicatori è infatti in questo caso molto simile per entrambi i sessi.

Anche per quanto riguarda i comportamenti di studio si notano alcune differenze rispetto alla matematica, che riguardano però più la dimensione degli effetti che non il loro segno. Chi dedica più di due ore al giorno ai compiti tende ad avere un punteggio in scienze più basso (i coefficienti non raggiungono tuttavia la soglia di significatività, anche se le sono molto vicini, con un p-value sempre inferiore a 0,14 nei tre modelli), mentre è invece decisamente significativo l'effetto, ancora una volta negativo, dell'impiego di più di mezz'ora di tempo per svolgere i compiti di scienze assegnati. Questo dato, che ricorre con una certa frequenza anche in altre ricerche (Martini & Ricci, 2007; Martin et al., 2000), può essere interpretato nel senso che, quando uno studente impiega nel lavoro a casa più tempo di quanto non facciano comunemente i suoi coetanei, ciò, più che indicare

un particolare impegno nello studio, è probabilmente il sintomo della presenza di difficoltà nell'apprendimento.

Tra le variabili a livello insegnante, risultano significative, come già in matematica, l'esperienza dell'insegnante, un alto livello di collaborazione con i colleghi e il sentirsi ben preparato a insegnare gli argomenti oggetto della prova TIMSS (sebbene in questo caso sia un'alta valutazione della propria preparazione a discriminare fra le prestazioni degli alunni, più che una bassa valutazione, come accadeva in matematica).

Prima di concludere, è il caso di osservare che le variabili relative agli studenti spiegano il 23,3% della variabilità dei risultati all'interno delle classi nel caso della matematica e una quota più piccola, il 12,5%, nel caso delle scienze. La variabilità dei punteggi tra classi spiegata dalle caratteristiche degli insegnanti è molto modesta in entrambi i casi, non solo, ma essa, in pratica, non supera la grandezza della varianza «tra» i gruppi determinata dalla distribuzione, evidentemente non del tutto uniforme, delle caratteristiche socio-demografiche degli alunni fra le classi.

4. I risultati dell'analisi sui dati della scuola secondaria

Come accennato nel paragrafo iniziale di questo capitolo, nell'analisi svolta sui punteggi in matematica e scienze degli alunni di scuola secondaria di primo grado si è tenuto conto, oltre alle variabili già prese in considerazione per la scuola primaria, di variabili aggiuntive relative sia agli studenti sia agli insegnanti. Inoltre, come sottolineato alla nota 6, alcune delle variabili comuni non sono in realtà esattamente le stesse nei due casi. La Tabella 3 riporta i risultati dell'analisi multilivello per la matematica.

Come si può osservare, per quanto riguarda le caratteristiche socio-demografiche degli studenti (modello 1), i loro effetti sono analoghi a quelli già riscontrati nella scuola primaria (fatta eccezione per il benessere familiare). La nuova variabile rappresentata dal livello d'istruzione dei genitori[13] ha un peso significativo sui risultati in matematica solo quando esso è basso, circostanza che riduce il punteggio, rispetto a quello di uno studente i cui genitori hanno un grado d'istruzione medio, di circa 24 punti.

L'introduzione, nel modello 2, delle caratteristiche motivazionali e di atteggiamento degli studenti ha l'effetto di rendere significativi ma — inaspettatamente — con segno negativo i coefficienti associati a un alto grado di benessere familiare e d'istruzione dei genitori, riducendo il punteggio in matematica in entrambi i casi di un po' più di 7 punti. È qui il livello d'istruzione che lo studente stesso si aspetta di raggiungere in futuro[14] a «fare differenza», aumentando il punteggio di 17 punti o diminuendolo di 10, a seconda che esso sia alto o basso, rispetto al punteggio conseguito, a parità delle altre condizioni, da uno studente che preveda di arrivare a conseguire un titolo di studio di livello medio. Come nella scuola primaria, anche nel grado secondario continua ad avere un peso significativo, in senso positivo, sul rendimento in matematica, un buon livello di cultura della famiglia, misurato dal numero di libri in casa, cosa che evidentemente conta di più del livello d'istruzione formale dei genitori. Tra le variabili di atteggiamento degli alunni, solo la fiducia nella propria capacità di apprendimento della matematica incide significativamente sui risultati, mentre non sembrano esercitare un'influenza apprezzabile l'atteggiamento positivo verso questa disciplina e il valore attribuitole per la vita futura.

Il modello 3 considera anche l'indicatore del tempo trascorso settimanalmente dagli alunni sui compiti a casa di matematica. Questo indicatore è ottenuto integrando due variabili: la frequenza settimanale con cui l'insegnante

[13] L'istruzione dei genitori è stata classificata in tre livelli: alta (laurea o titolo superiore), media (diploma secondario o terziario non universitario), bassa (non superiore alla licenza media).

[14] La classificazione usata per le aspettative degli studenti è la stessa che si è utilizzata per il titolo di studio dei genitori. Gli alunni che nel questionario hanno risposto di non sapere quale titolo si attendevano di conseguire sono stati considerati nella stessa categoria di quelli con basse aspettative.

assegna compiti a casa per il tempo che l'alunno dichiara di impiegare a svolgerli. Come già visto in precedenza, lo stare troppo tempo sui compiti non sembra migliorare il rendimento: il coefficiente (-5,2) associato a un alto livello dell'indice è infatti negativo.

TABELLA 3

Stime dei coefficienti di modelli lineari a due livelli (studente-insegnante) per il risultato in matematica TIMSS 2007 degli alunni della scuola secondaria

	Modello 0	Modello 1	Modello 2	Modello 3	Modello 4	Modello 5
Intercetta	511,9	525,2	511,5	512,9	514,8	513,8
Livello 1 – Studente						
Genere femminile		-15,3***	-10,0***	-9,8**	-9,8**	-9,6**
Origine immigrata		-21,3***	-17,8***	-17,2***	-17,2***	-17,5***
Non parla a casa l'italiano		-28,3***	-20,4***	-20,4***	-20,3***	-20,0***
Benessere familiare elevato		-4,3	-7,4**	-7,1**	-7,2**	-7,2**
Livello culturale familiare alto		18,7***	11,4***	11,5***	11,5***	11,3***
Livello istruzione genitori alto		0,6	-7,6**	-7,8**	-7,9**	-8,0**
Livello istruzione genitori basso		-24,4***	-12,1***	-11,9***	-11,9***	-12,2***
Aspettative elevate			17,1***	17,0***	17,0***	17,0***
Aspettative basse			-10,1*	-10,3**	-10,3**	-10,1**
Indice di att. positivo vs la matem. alto			-3,0	-3,3	-3,2	-3,4
Indice di att. positivo vs la matem. basso			-2,7	2,9	-3,0	-3,0
Indice di valore della matematica alto			1,1	1,5	1,5	1,8
Indice di valore della matematica basso			-4,4	-4,6	-4,6	-4,3
Indice di fiducia in sé alto			40,3***	39,9***	39,7***	39,6***
Indice di fiducia in sé basso			-25,7***	-25,6***	-25,7***	-25,8***
Indice tempo sett. compiti alto				-5,2*	-5,1*	-5,5*
Indice tempo sett. compiti basso				3,1	3,3	4,0
Livello 2 – Insegnante						
Titolo di studio superiore alla laurea					-0,8	-3,6
Esperienza (per 5 anni in più)					-0,0	-0,5
Autoval. preparazione matematica alta					-7,4	-8,3
Copertura argomenti testati > mediana						3,6
Indice enfasi sui compiti alto						10,5*
Indice enfasi sui compiti basso						-21,7
Frequenza verifiche in classe alta						2,2
Usa nelle verifiche domande aperte						0,5
Usa nelle verifiche domande chiuse						-18,1
Tempo sett. insegnamento matematica						4,8*
Collaborazione coi colleghi alta						-11,6
Collaborazione coi colleghi bassa						-1,0
Componenti casuali						
Varianza livello 1	3973,8	3524,3	2483,2	2473,8	2473,5	2472,6
Varianza livello 2	479,0	389,8	435,4	451,3	458,7	427,7
Varianza «tra» (%)	10,8					
Riduzione varianza «entro» (%)		11,1	37,5	37,7	37,8	37,8
Riduzione varianza «tra» (%)		18,6	9,1	5,8	4,2	10,7

* 0,05 < p-value ≤ 0,10; ** 0,01 < p-value ≤ 0,05; *** p-value ≤ 0,01.
Nota: I valori sottolineati sono vicini alla soglia di significatività (p-value < 0,15).

Nei modelli 3 e 4 sono inserite le variabili relative agli insegnanti. Ancor più di quanto non accadesse nella scuola primaria, sono pochissime quelle che, una volta tenute sotto controllo le caratteristiche degli alunni, hanno un qualche peso sui risultati. In pratica, si tratta soltanto dell'indicatore costituito dal rilievo attribuito dal docente ai compiti a casa e del tempo dedicato settimanalmente all'insegnamento della matematica, che in questo caso ha un'associazione positiva con il punteggio degli alunni (+4,7 per l'aumento di una deviazione standard rispetto alla media). Può esser degno di nota come i due indicatori relativi ai compiti, ricavati l'uno dal questionario-studente e l'altro dal questionario-insegnante, abbiano associazioni con i risultati di segno contrario, negativo nel primo caso e positivo nel secondo. Da rilevare anche che, nel caso della scuola secondaria di primo grado, l'autovalutazione espressa dagli insegnanti sulla propria preparazione a insegnare gli argomenti di matematica oggetto della prova TIMSS, in genere più alta di quella che gli insegnanti della scuola primaria danno di sé,[15] diversamente da quanto accade in questo grado d'istruzione, ha una relazione negativa con il punteggio raggiunto dagli alunni vicina al limite di significatività.

L'analisi di cui si sono sopra brevemente commentati i risultati è stata ripetuta sui punteggi in scienze e la Tabella 4 ne riporta gli esiti.

Come si può vedere, a livello studente essi sono molto simili a quelli già ottenuti per la matematica, con alcune differenze: una scarsa importanza attribuita alle scienze per il lavoro e gli studi diminuisce significativamente il punteggio, mentre non sono significativi i coefficienti dell'indicatore relativo al tempo impegnato settimanalmente per i compiti.

Del tutto deludenti sono, ancora una volta, i risultati dell'analisi per quanto riguarda le caratteristiche degli insegnanti in grado di differenziare i risultati in scienze: solo il tempo dedicato settimanalmente all'insegnamento di questa disciplina sembra infatti avere un peso significativo — per altro molto modesto — sul rendimento.

[15] Ciò ha reso necessario dicotomizzare la variabile, contrapponendo il gruppo dei docenti che si ritengono ben preparati su tutti gli argomenti agli altri, assunti come base di riferimento.

In ogni caso, sia in matematica che in scienze, come si vede dalle Tabelle 3 e 4, mentre le variabili relative agli studenti spiegano rispettivamente il 38% e il 27% della varianza interindividuale tra gli alunni, le caratteristiche degli insegnanti non portano in pratica quasi nessun contributo alla spiegazione della varianza tra classi, la cui parziale riduzione è principalmente dovuta, come e più che nella scuola primaria, a una non del tutto omogenea ripartizione delle caratteristiche degli studenti fra di esse.

5. Conclusioni

In definitiva, diversamente da quanto accade per le caratteristiche degli alunni, la cui analisi ha permesso di mettere in luce quali di esse abbiano un peso sull'apprendimento della matematica e delle scienze e in quale misura contribuiscano alla variabilità dei risultati in questi due ambiti, la ricerca di variabili degli insegnanti che differenzino significativamente le prestazioni degli studenti va incontro a esiti poco incoraggianti, in particolare per quanto riguarda la scuola secondaria.

Tale risultato non è però difforme da quanto emerge in genere dalla letteratura sul tema, che attesta delle difficoltà con cui ci si scontra quando si cerca di individuare caratteristiche degli insegnanti associate in modo stabile e coerente con una maggiore efficacia didattica. Sebbene non vi sia dubbio che l'insegnante è importante per la qualità dell'istruzione, tuttavia appare problematico stabilire quali siano i tratti distintivi del «buon insegnante». A conferma di ciò, riportiamo, a titolo d'esempio, questa affermazione di Dan Goldhaber del Center for Education data and Research di Washington: «Un buon insegnamento è chiaramente importante per alzare i livelli di apprendimento degli studenti. In effetti, la maggioranza delle ricerche suggerisce che i benefici derivanti da un miglioramento della qualità degli insegnanti di un Paese sono di gran lunga superiori a ogni altra politica d'intervento, come ad esempio la diminuzione del numero di alunni per classe. Tuttavia, mentre sappiamo che un buon insegnamento è importante, è assai meno chiaro che cosa faccia un buon insegnante.

Le misure della qualità degli insegnanti che sono usate dalla maggior parte dei sistemi educativi pubblici per selezionare i candidati e determinarne la retribuzione — certificazione, esperienza, livello d'istruzione — sono state ampiamente analizzate, ma vi è una scarsa evidenza sperimentale che queste caratteristiche, definite in termini generali, siano associate a più alti livelli

TABELLA 4

Stime dei coefficienti di modelli lineari a due livelli (studente-insegnante) per il risultato in scienze TIMSS 2007 degli alunni della scuola secondaria

	Modello 0	Modello 1	Modello 2	Modello 3	Modello 4	Modello 5
Intercetta	524,1	537,4	520,8	519,2	520,0	524,2
Livello 1 – Studente						
Genere femminile		-19,2***	-21,4***	-21,2***	-21,1***	-21,1***
Origine immigrata		-29,5***	-26,5***	-26,1***	-25,9***	-26,2***
Non parla a casa l'italiano		-24,6***	-19,4***	-19,0***	-18,9***	-19,0***
Benessere familiare elevato		-5,0	-10,6**	-10,7**	-10,8**	-10,6**
Livello culturale familiare alto		23,2***	14,4***	14,1***	14,0***	14,1***
Livello istruzione genitori alto		1,5	-5,2	-5,4	-5,4	-5,4
Livello istruzione genitori basso		-21,9***	-12,6***	-12,5***	-12,4***	-12,3***
Aspettative elevate			25,1***	24,4***	24,3***	24,2***
Aspettative basse			-8,0	-8,5	-8,6	-8,6
Indice di att. positivo vs le scienze alto			3,4	3,5	3,5	3,3
Indice di att. positivo vs le scienze basso			3,2	3,3	3,3	3,7
Indice di valore delle scienze alto			0,5	0,8	0,9	1,2
Indice di valore delle scienze basso			-8,8*	-9,0*	-8,9*	-8,4
Indice di fiducia in sé alto			28,9***	28,9***	28,9***	28,8***
Indice di fiducia in sé basso			-6,0	-6,0	-6,0	-6,0
Indice tempo sett. compiti alto				-8,7	-8,8	-8,8
Indice tempo sett. compiti basso				4,2	4,1	4,6
Livello 2 – Insegnante						
Titolo di studio superiore alla laurea					-0,4	-2,3
Esperienza (per 5 anni in più)					0,2	0,2
Autoval. preparazione in scienze alta					-6,2	-5,1
Copertura argomenti testati > mediana						-1,4
Indice enfasi sui compiti alto						2,8
Indice enfasi sui compiti basso						-7,7
Frequenza verifiche in classe bassa						3,2
Usa domande aperte						-7,0
Tempo sett. insegnamento scienze						4,5*
Collaborazione coi colleghi alta						-11,4
Collaborazione coi colleghi bassa						-1,2
Componenti casuali						
Varianza livello 1	4043,5	3503,2	2948,7	2934,5	2933,8	2934,6
Varianza livello 2	464,9	376,7	291,9	305,1	312,8	300,4
Varianza «tra» (%)	10,3					
Riduzione varianza «entro» (%)		13,4	27,1	27,4	27,4	27,4
Riduzione varianza «tra» (%)		19,0	37,2	34,4	32,7	35,4

* 0,05 < p-value ≤ 0,10; ** 0,01 < p-value ≤ 0,05; *** p-value ≤ 0,01.
Nota: I valori sottolineati sono vicini alla soglia di significatività (p-value < 0,15).

di apprendimento degli studenti» (Goldhaber, 2002. *TdA*).

Per temperare almeno in parte le precedenti considerazioni, è anche però opportuno sottolineare che quando, come nel nostro caso, si utilizzano le variabili desunte dai questionari usati nelle indagini internazionali sugli apprendimenti per interpretare i risultati ottenuti dagli alunni su una scala più piccola, nazionale, regionale o provinciale, nel tentativo di identificare quali caratteristiche delle scuole e degli insegnanti siano connesse a più alti livelli di prestazione, è più facile andare incontro a un insuccesso. Ciò è dovuto ad almeno due ordini di motivi: da un lato la riduzione di scala dell'indagine, poiché quanto più un territorio è ristretto tanto più è probabile che, aumentando l'uniformità del contesto, si riduca per converso la variabilità dei risultati, in particolare tra i gruppi.

Nel caso del Trentino abbiamo visto che la varianza tra classi rappresenta una quota piuttosto piccola della varianza totale dei punteggi, specialmente nella scuola secondaria di primo grado. Da un altro lato, i questionari sulle scuole e gli insegnanti costruiti per rispondere alle esigenze delle indagini internazionali possono trascurare del tutto, o non cogliere correttamente, le variabili che sul piano locale sono davvero in grado di differenziare i risultati degli alunni, rivelandosi così poco adatti per ricerche che si propongano di individuare i fattori di efficacia educativa in uno specifico ambiente, dove sono certamente più adeguate ricerche mirate e realizzate con strumenti tagliati su misura della particolare realtà che si desidera analizzare.

BIBLIOGRAFIA

Bryk, A. S., & Raudenbush, S. W. (2002). *Hierarchical linear models: Application and data analysis* (2nd[ed]). Thousand Oaks, CA: Sage.

Goldhaber, D. (2002). The mistery of good teaching. *Education Next, Spring 2002, 1-7.*

Goldstein, H. (1995). *Multilevel statistical models* (2nd[ed]). New York: John Wiley.

Martin, M. O., et al. (2000). *TIMSS 1999 International Science Report: Findings from the IEA's repeat of the third international mathematics and science study at the eight grade*. Chestnut Hill (MA): TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Martin, M. O., et al. (2008). *TIMSS 2007 International Science Report. Findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*, Chestnut Hill (MA): TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Martini, A., & Ricci, R. (2007). I risultati PISA 2003 degli studenti italiani in matematica: un'analisi multilivello per tipologia di scuola secondaria. *Induzioni*, *34*, 73-93.

Mullis, I. V. S., et al. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report. Findings from IEA's trends in international mathematics and science Study at the fourth and eighth grades*. Chestnut Hill (MA): TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Raudenbush, S., Bryck, A., & Congdon, R. (2004). *HLM for Windows*. Version 6.06.

Snijders, T., & Bosker, R. (1999). *Multilevel analysis*. London: Sage.

APPENDICE

Riassunto delle scelte effettuate nella stima dei modelli multilivello

Le elaborazioni sono state condotte sugli studenti trentini del campione TIMSS 2007 corrispondenti a 1462 alunni di quarta classe primaria, distribuiti in118 classi, e a 1658 alunni di terza secondaria di primo grado, distribuiti in 110 classi.

Le stime dei parametri dei modelli sono state effettuate con il software HLM, versione 6.06 per Windows (Raudenbush et al., 2004), con una procedura di massima verosimiglianza (*resctricted*) e con le seguenti opzioni:

- la variabile dipendente è data dai 5 *plausible values* delle scale complessive di matematica e di scienze;
- le stime sono ottenute dai dati pesati secondo il peso totale di campionamento riportato nel file studenti (TOTWGT). I pesi sono stati normalizzati affinché la loro somma corrisponda al numero di *records* individuali (studenti) presenti nel file dati;
- la formulazione dei modelli con variabili esplicative fa riferimento a modelli con sola intercetta casuale e pendenza fissa.

L'ANALISI DEI DATI TIMSS-07 PER LA COMPRENSIONE DEI PROCESSI DI INSEGNAMENTO DELLA MATEMATICA

Maurizio Gentile

IUSVE – Venezia

PER CHIEDERE NOTIZIE O SCAMBIARE OPINIONI SU QUESTO ARTICOLO, L'AUTORE PUÒ ESSERE CONTATTATO AL SEGUENTE INDIRIZZO:

Via dei Salesiani 15
30174 Venezia-Mestre (Italy)
E-mail: m.gentile@isre.it

ABSTRACT

The article presents the results achieved by the students from the Autonomous Province of Trento with reference to the IEA-TIMSS 07 survey. The results of the TIMSS tests were analysed starting from a series of teaching processes. The aim was to highlight how the cognitive outcomes can vary in relation to the teaching factors examined. Some of the findings appear to be counter-intuitive. For instance, the *diversity perceived* by the teachers in primary school is not important for the purposes of learning mathematics. In secondary school the different levels of perceived diversity have a given weight on the test results. In primary school the students enrolled in classes with 22 or more students achieve better results. Lastly, some trends reveal a number of critical aspects. Firstly, a *teaching action* centred mainly on the teacher seems to prevail in both the primary and secondary school. Secondly, the predominant cognitive operations stimulated by the teachers are *recall* and *application;* operations such as *search* and *justify* appear to be significantly neglected.

Keywords: Mathematical contents – Homework – Cognitive tasks – Assessment – Class size – Educational technologies

ESTRATTO

L'articolo presenta i risultati degli studenti trentini nell'ambito dell'indagine IEA-TIMSS 07. I risultati dei test TIMSS sono analizzati a partire da una serie di processi didattici. L'obiettivo è stato quello di rendere evidente come i risultati cognitivi possono variare in relazione ai fattori didattici presi in esame. Alcuni dati appaiono contro-intuitivi. Ad esempio, nella scuola primaria la *problematicità percepita* dai docenti non è rilevante ai fini dell'apprendimento della matematica. Nella scuola secondaria i diversi livelli di problematicità hanno un certo peso sui risultati della prova. Nella scuola primaria gli studenti iscritti a classi con un numero superiore o uguale a 22 soggetti ottengono risultati migliori. Alcune tendenze, infine, rivelano dei tratti di criticità. In primo luogo, sia nella scuola primaria e sia nella secondaria sembra prevalere un'*azione didattica* centrata principalmente sul docente. Secondo, in misura prevalente le *operazioni cognitive* sollecitate dai docenti sono il *ricordare* e l'*applicare*; sensibilmente trascurate appaiono operazioni come *ricercare* e *giustificare*.

Parole chiave: Contenuti matematici – Compiti a casa – Compiti cognitivi – Valutazione – Gruppo classe – Tecnologie educative

1. Introduzione

L'articolo presenta un approfondimento dei risultati degli studenti trentini nell'ambito dell'indagine IEA-TIMSS 07. L'obiettivo della ricerca è stato quello di rendere evidente come i punteggi delle prove TIMSS possono variare in relazione ai processi didattici messi in campo dai docenti di matematica. L'analisi è stata organizzata in sette blocchi tematici. L'ordine di presentazione dei dati sarà il seguente:

a) caratteristiche del gruppo classe;
b) tipologia di compiti matematici assegnati;
c) uso del libro di testo e svolgimento di specifiche attività didattiche;
d) uso della tecnologia nell'insegnamento della matematica;
e) compiti a casa;
f) verifiche assegnate.

I primi sei blocchi riguardano sia la scuola primaria sia la secondaria. L'ultimo blocco — relativo alle tipologie di verifiche assegnate — riguarda solamente la secondaria di primo grado. Oltre a ciò sono stati esaminati i dati relativi alla quantità di tempo dedicato all'insegnamento della matematica nei due ordini di scuola.

2. Caratteristiche del gruppo classe

L'indagine TIMSS ha voluto sondare come e in che misura la numerosità del gruppo classe può avere un impatto sull'insegnamento della matematica. Secondo Mullis e colleghi (2005), la numerosità delle classi può essere considerata come un indicatore di ricchezza di un Paese (o di un territorio). Classi più piccole possono essere identificate con contesti socio-economici più ricchi. In generale, la numerosità delle classi può costituire anche l'esito di politiche educative impostate dai governi locali o nazionali. La numerosità delle classi può influenzare sia l'implementazione del curricolo sia il lavoro didattico. Ad esempio, nelle classi meno numerose c'è una maggiore probabilità di trascurare alcuni contenuti a favore di altri, e viceversa?

2.1. Numerosità delle classi

La prima variabile presa in esame è la *numerosità dei gruppi classe*. Il campione trentino di scuola primaria formato da 118 classi, distribuiti per 61 unità scolastiche, fa registrare una media di 18 (ES = 0,4) alunni per classe, con una variazione minimo/massimo rispettivamente di 5 e 26 alunni. Sulla falsa riga delle statistiche pubblicate nel rapporto internazionale (Capitolo 7), se si classificano le numerosità delle classi in tre gruppi generali — classi formate da 5-16 alunni, classi formate da 17-21 alunni, classi con più di 22 — emerge che la percentuale e la numerosità media di studenti presenti in ciascuna categoria si distribuiscono secondo l'ordine mostrato nella Tabella 2. Nella scuola primaria risulta che il 39% di alunni era presente in classi formate da un numero minore o uguale a 16 (Tabella 1). Il 35% occupava classi che variavano da 17 a 21 alunni; il 26% frequentava classi con più di 22 alunni.

Nella scuola secondaria, il campione trentino formato da 110 classi, distribuite per 57 unità scolastiche, fa registrare una media di 22 (ES = 0,3) alunni per classe, con una variazione minimo/massimo rispettivamente di 13 e 29 alunni. Se si classifica la numerosità delle classi in tre gruppi generali — classi formate da 13-21 alunni, classi formate da 22-23 alunni, classi con più di 24 — la percentuale e la numerosità media di studenti presenti in ciascuna categoria si distribuiscono secondo l'ordine mostrato nella Tabella 2. Nel 2007 il 49% di alunni era iscritto a classi formate da un numero uguale o inferiore a 21; il 20% era inserito in classi costituite da 22-23 studenti; in ultimo, il 31% studiava in classi formate da più di 24 soggetti.

Una seconda serie di dati riguarda l'associazione tra numerosità delle classi e rendimento matematico. Questo dato sarà reso evidente prendendo in considerazione il valore aggregato di rendimento matematico, i tre domini di contenuto (numeri, figure e misure geometriche, rappresentazione dei dati), i tre domini cognitivi (conoscere la matematica, applicare conoscenze e procedure matematiche a problemi di routine, ragionare in termini matematici in relazione a

TABELLA 1

Valori percentuali e numerosità media delle classi secondo tre categorie generali (IV classe SP♦)

Classi	Campione		Valori percentuali		Valori medi		
	Numero di casi	MATWGT*	Percentuali	ES	M	ES	DS
Con un numero minore o uguale a 16 alunni	515	1.949	39	4,7	13,4	0,3	2,3
Con un numero che varia da 17 a 21 alunni	494	1.760	35	4,2	19,5	0,2	1,3
Con più di 22 alunni	424	1.290	26	3,7	23,9	0,3	1,4

*MATWGT = Peso campionario applicato alla statistica. Il Dataset TIMSS 07 dispone di 4 pesi campionari (TOTWGT, TCHWGT, SCIWGT, MATWGT). MATWGT si utilizza quando si analizzano i dati a livello insegnante, relativi all'ambito matematico.
♦SP = Scuola primaria.

TABELLA 2

Valori percentuali e numerosità media delle classi secondo tre categorie generali (III classe SS1G♦)

Classi	Campione		Valori percentuali		Valori medi		
	Numero di casi	MATWGT*	Percentuali	ES	M	ES	DS
Con un numero minore o uguale a 21 alunni	770	2.294	49	4,5	19,2	0,2	1,9
Con un numero che varia da 22 a 23 alunni	330	909	20	3,9	22,5	0,1	0,5
Con più di 24 alunni	471	1.438	31	5,0	25,3	0,2	1,0

*MATWGT = Peso campionario applicato alla statistica. Il Dataset TIMSS 07 dispone di 4 pesi campionari (TOTWGT, TCHWGT, SCIWGT, MATWGT). MATWGT si utilizza quando si analizzano i dati a livello insegnante, relativi all'ambito matematico.
♦SS1G = Scuola secondaria di primo grado.

problemi poco familiari). Le Tabelle 3 e 4 riepilogano i risultati di tale analisi.

Per il 26% di studenti iscritti a classi con un numero superiore o uguale a 22 soggetti si registrano risultati migliori sia nel rendimento matematico generale sia nei domini specifici (di contenuto e cognitivi). Al contrario, per il 39% di studenti (iscritti a classi con un minimo di 5 alunni e un massimo di 16), i risultati di apprendimento sono più bassi (si vedano la colonna 3 della Tabella 3 e la Figura 1). Le differenze di punteggio nella prova di matematica sono statisticamente significative.[1]

Nella scuola secondaria la numerosità delle classi sembra avere un effetto migliorativo limitato rispetto a quanto osservato per le classi delle primarie. Il rendimento appare piuttosto omogeneo se si osservano i risultati aggregati della prova (si veda la colonna 3 della Tabella 4). La sola differenza statisticamente significativa emerge nel confronto tra la prima tipologia di classe (22-23 alunni) e la seconda (minore o uguale a 21 alunni).[2]

2.2. Problematicità delle classi

La seconda variabile considerata è l'*indice MCFL*.[3] Con l'indice MCFL si vuole rilevare in che misura l'insegnamento della matematica sia

[1] La verifica della differenza è stata impostata seguendo il metodo del «Modello Lineare Generalizzato» (Barbaranelli, 2006). I contrasti tra i diversi livelli della variabile indipendente (*numerosità delle classi*) sono stati ripetuti secondo il metodo *Tukey HSD* (confronti multipli tra coppie di medie). I tre livelli della variabile indipendente risultano come tre sotto-insiemi non omogenei. Tutte le differenze tra le medie di ogni singola coppia confrontata risultano statisticamente significative. La variabile dipendente corrisponde al valore medio dei cinque *plausible value* (ASMMAT01, ASMMAT02, ASMMAT03, ASMMAT04, ASMMAT05). La scelta di calcolare il valore medio secondo questa tecnica è stata basata su uno studio recentemente pubblicato da Checchi e Braga (2009).

[2] È stato seguito lo stesso metodo di analisi utilizzato per la scuola primaria (si veda la nota 1 riferita). Le differenze tra le medie, di ogni singola coppia confrontata, in un caso risultano statisticamente significative. La variabile dipendente corrisponde al valore medio dei cinque *plausible value* (BSMMAT01, BSMMAT02, BSMMAT03, BSMMAT04, BSMMAT05).

[3] MCFL = Index of Teachers Reports on Teaching Mathematics Classes with Few or No Limitations on Instruction due to Student Factors.

condizionato da un insieme di *caratteristiche avversative* (di status, intellettive e comportamentali) che i docenti attribuiscono agli alunni. Si fa riferimento a fattori quali: la diversità nei livelli di abilità scolastiche, l'ampia varietà che gli alunni esprimono nello status socio-economico, gli studenti con bisogni educativi speciali, gli studenti disinteressati, i comportamenti antagonisti (e distruttivi) degli alunni (Mullis, Martin & Foy, 2008).

Le tre categorie dell'indice sono: *alto, medio, basso*.

a) Agli alunni che si collocano nella prima categoria *(livello alto)* gli insegnanti at-

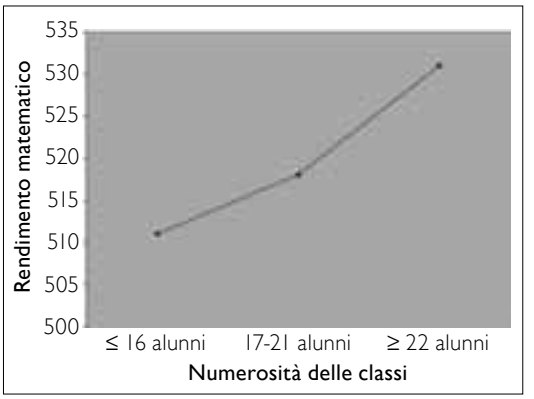


Fig. 1 Numerosità delle classi e rendimento nella prova di matematica (IV classe SP).

TABELLA 3

Percentuali di studenti in relazione alla numerosità delle classi e rendimento nella prova di matematica (IV classe SP♦)

Classi	Percentuale di alunni	Rendimento matematico	Rendimento nei domini di contenuto			Rendimento nei domini cognitivi		
			Numeri	Figure e misure geometriche	Rappresentazione dei dati	Conoscere	Applicare	Ragionare
Con un numero minore o uguale a 16 alunni	39 (4,7)*	511 (5,4)	504 (5,3)	523 (5,9)	510 (6,0)	518 (6,1)	507 (5,8)	512 (6,9)
Con un numero che varia da 17 a 21 alunni	35 (4,2)	518 (4,5)	511 (5,0)	528 (4,8)	514 (6,1)	525 (5,4)	515 (4,5)	519 (5,1)
Con più di 22 alunni	26 (3,7)	531 (5,5)	523 (7,0)	543 (6,6)	529 (5,7)	538 (6,5)	527 (5,7)	533 (6,5)

*( ) = Errore Standard.
♦ SP = Scuola primaria.

TABELLA 4

Percentuali di studenti in relazione alla numerosità delle classi e rendimento nella prova di matematica (III classe SS1G♦)

Classi	Percentuale di alunni	Rendimento matematico	Rendimento nei domini di contenuto				Rendimento nei domini cognitivi		
			Numeri	Algebra	Geometria	Dati e probabilità	Conoscere	Applicare	Ragionare
Con un numero minore o uguale a 21 alunni	49 (4,5)*	510 (3,7)	500 (3,1)	487 (4,5)	524 (3,9)	523 (4,3)	515 (3,7)	499 (3,3)	509 (4,3)
Con un numero che varia da 22 a 23 alunni	20 (3,9)	516 (6,9)	506 (5,7)	497 (6,9)	528 (6,4)	528 (7,9)	523 (6,1)	506 (6,0)	517 (8,1)
Con più di 24 alunni	31 (5,0)	514 (5,8)	505 (5,5)	487 (6,1)	526 (5,6)	534 (5,2)	519 (6,1)	505 (5,3)	512 (6,9)

*( ) = Errore Standard.
♦ SS1G = Scuola secondaria di primo grado.

tribuiscono «uno scarso o nessun impatto negativo sullo svolgimento delle lezioni di matematica».

b) Nella categoria intermedia *(livello medio)* si collocano alunni a cui si attribuiva «solo qualche volta un impatto negativo sullo svolgimento del lavoro didattico».

c) Agli alunni che si collocano nella terza categoria *(livello basso)* si attribuisce un livello di impatto negativo molto alto: «gli alunni pongono molti limiti allo svolgimento della didattica in aula».

Per la scuola primaria, il valore medio dell'indice è pari a 1,98 (DS = 0,76). I punteggi tendono ad aggregarsi attorno alla categoria intermedia. L'indice MCFL ha rilevato che la porzione maggioritaria di alunni (42%) si collocava nella categoria intermedia. I docenti riportavano che il 29% di alunni è iscritto a classi a cui attribuivano un minimo impatto negativo; mentre al 28% di alunni si attribuiva un alto impatto negativo. L'associazione tra rendimento matematico e indice MCFL è descritta nella Tabella 5. Le differenze di rendimento in rapporto ai diversi livelli di problematicità percepita non sono rilevanti. La correlazione, ad esempio, tra indice e rendimento matematico generale è pari a 0,03 (ES = 0,5). Sembra, dunque, assente una relazione associativa tra problematicità delle classi e risultati di apprendimento nella prova di matematica.

Per la scuola secondaria, il valore medio dell'indice è pari a 2,23 (DS = 0,71). I punteggi tendono ad aggregarsi oltre il valore intermedio. Nel confronto con la scuola primaria, sembra emergere una maggiore percezione di problematicità dei gruppi classe. In base all'indice MCFL la porzione maggioritaria di alunni, pari al 44%, si collocava nella categoria intermedia. I docenti riportavano che il 17% di alunni è iscritto a classi a cui attribuivano un minimo impatto negativo; mentre al 39% di alunni si attribuiva un alto impatto negativo.

La relazione tra rendimento matematico e indice MCFL è illustrata nella Tabella 6 e nella Figura 2. Le differenze di rendimento, in rapporto ai diversi livelli di problematicità delle classi, sembrano avere un certo peso (si veda

TABELLA 5

Livello di condizionamento negativo dell'insegnamento (indice MCFL) e rendimento matematico (IV classe SP♦)

Indice MCFL	Percentuale di alunni	Rendimento matematico	Rendimento nei domini di contenuto			Rendimento nei domini cognitivi		
			Numeri	Figure e misure geometriche	Rappresentazione dei dati	Conoscere	Applicare	Ragionare
Alto	29 (5,0)*	518 (5,4)	510 (5,7)	528 (5,9)	528 (5,9)	524 (6,9)	514 (5,5)	519 (5,8)
Medio	42 (5,3)	521 (6,7)	514 (5,9)	532 (6,4)	532 (6,4)	528 (6,8)	517 (6,4)	520 (7,1)
Basso	28 (4,7)	518 (6,6)	510 (6,8)	529 (7,3)	529 (7,3)	524 (7,1)	515 (6,2)	522 (6,3)

*( ) = Errore Standard.
♦ SP = Scuola primaria.

TABELLA 6

Livello di condizionamento negativo dell'insegnamento (indice MCFL) e rendimento matematico (III classe SS1G♦)

Indice MCFL	Percentuale di alunni	Rendimento matematico	Rendimento nei domini di contenuto				Rendimento nei domini cognitivi		
			Numeri	Algebra	Geometria	Dati e probabilità	Conoscere	Applicare	Ragionare
Alto	17 (3,4)*	524 (5,7)	516 (5,4)	501 (7,2)	537 (6,2)	537 (7,4)	530 (5,1)	513 (5,1)	523 (8,4)
Medio	44 (4,7)	513 (3,7)	504 (3,3)	490 (4,2)	528 (3,3)	529 (4,9)	520 (3,8)	504 (3,2)	514 (3,6)
Basso	39 (5,0)	505 (5,2)	495 (5,0)	481 (4,9)	517 (5,6)	522 (5,2)	511 (5,2)	495 (4,4)	504 (6,0)

*( ) = Errore Standard.
♦ SS1G = Scuola secondaria di primo grado.

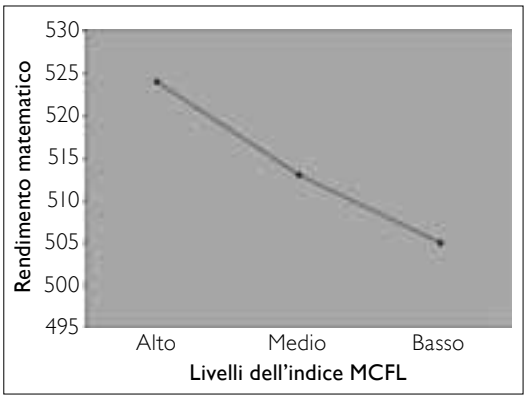


Fig. 2 Livello di condizionamento negativo e risultati nella prova di matematica.

la Figura 2). La correlazione tra problematicità della classe e rendimento matematico è pari a -0,10 (ES = 0,0) ed è staticamente significativa (p = 0,01*)*. Emerge un grado di correlazione maggiore rispetto alla correlazione riscontrata nella scuola primaria, sebbene tale legame sia piuttosto debole e di segno negativo. Gli alunni delle classi percepite meno problematiche (17%) ottengono risultati migliori (524) rispetto ai compagni collocati nei livelli maggiori di problematicità (513 per il livello medio, 505 per il livello basso). Infine, le differenze di rendimento ottenute dagli studenti collocati in ciascun livello dell'indice sono statisticamente significative.[4]

3. Compiti matematici assegnati durante le lezioni

L'obiettivo di questa sezione è presentare e discutere i dati relativi alla gestione da parte dei docenti dei compiti matematici assegnati agli alunni durante le lezioni. I dati illustrano le dichiarazioni dei docenti e degli studenti in merito alla frequenza con cui sono svolte varie tipologie di compiti matematici. Nell'ambito di questo lavoro i compiti matematici sono stati classificati in tre grandi gruppi:

a) compiti a contenuto matematico che richiedono di lavorare su materiali e consegne che riguardano aree di sapere come il calcolo numerico, la rappresentazione dei dati, le figure e le misure geometriche, ecc.;
b) compiti di carattere cognitivo che implicano lo svolgimento di specifiche operazioni cognitive (spiegare risposte, memorizzare procedure, applicare conoscenze alla vita quotidiana, ecc.);
c) compiti di risoluzione di problemi complessi, di routine svolti in autonomia o sotto la guida del docente.

Sono state riportate le percentuali di studenti i cui docenti dichiaravano che un dato compito si svolgeva in circa la metà o più delle lezioni. Oltre a ciò sono state analizzate le percentuali di studenti che riportavano lo stesso dato in riferimento alla tipologia di compito presa in esame. Nel primo caso la fonte dei dati è il questionario compilato dai docenti; nel secondo caso i dati sono basati sulle risposte del questionario-studente. Tale schema di presentazione verrà utilizzato per discutere i dati sia della scuola primaria sia della secondaria di primo grado.

3.1. Compiti matematici e di soluzione dei problemi nella scuola primaria

La Tabella 8 mostra i valori percentuali in ordine decrescente. Le prime tre categorie di compito matematico che venivano più frequentemente utilizzate erano rispettivamente lo svolgimento delle *operazioni aritmetiche senza calcolatrice* (63%), lavori che riguardano *l'uso di frazioni e di numeri decimali* (42%) e lo *studio di figure geometriche* (22%). In misura ampiamente minore emergono le percentuali relative a *compiti di misurazione di oggetti* (6%), la *rappresentazione dei dati* mediante tabelle, dia-

[4] La verifica della differenza è stata impostata seguendo il metodo del «Modello Lineare Generalizzato» (si vedano le Note 1 e 2). I contrasti tra i tre livelli dell'indice MCFL sono stati ripetuti secondo il metodo *Tukey HSD* (confronti multipli tra coppie di medie). I tre livelli risultano come tre sotto-insiemi non omogenei. Tutte le differenze tra le medie, di ogni singola coppia confrontata, risultano statisticamente significative. La variabile dipendente corrisponde al valore medio dei cinque *plausible value* (BSMMAT01, BSMMAT02, BSMMAT03, BSMMAT04, BSMMAT05).

grammi e grafici (6%), lo *scrivere equazioni* per esprimere problemi (5%). Queste tre tipologie di compito venivano utilizzate molto raramente.

Sia in contesto provinciale che italiano per oltre il 50% degli studenti il lavoro più frequentemente assegnato corrisponde a esercizi di calcolo numerico. Le risposte dei docenti trentini sembrano in linea con le risposte degli insegnanti italiani, ovvero, si osserva una medesima tendenza alla riduzione dei valori percentuali lungo le tipologie di compito prese in esame.

Per quanto riguarda i *compiti cognitivi*, la proporzione maggiore si collocava in riferimento alla prima tipologia: *spiegare le risposte date* (76%). Questa è la richiesta che i docenti facevano più sistematicamente nel 2007. In relazione alle ultime due tipologie, invece, l'indagine ha rilevato che i docenti del 59% di alunni utilizzavano in circa la metà e oltre delle lezioni compiti di *applicazione della matematica alla vita quotidiana*. Per quanto riguarda la *memorizzazione di formule e procedure* il valore percentuale è pari al 35%. Nel confronto tra i dati provinciali e nazionali si può osservare una tendenza simile a quella discussa prima: riduzione delle percentuali, e uso maggioritario di richieste relative alla spiegazione delle risposte.

Tra alunni e docenti emerge una sovrapposizione di opinioni in relazione alla prima categoria di compito: *svolgimento di operazioni aritmetiche senza calcolatrice*. Le due percentuali sono pressoché identiche: i docenti riportano il 63% mentre gli studenti il 61%. Evidentemente entrambi hanno una percezione comune basata, probabilmente, sull'esperienza quotidiana di matematica che viene proposta e conseguentemente vissuta dagli alunni.

Se nelle risposte dei docenti sembra emergere una gerarchia di utilizzo dei compiti a contenuto matematico — si vedano le prime tre percentuali riportate nella Tabella 7 (63%, 42% e 27%) — nelle risposte degli alunni tale gerarchia si annulla, e in base alla loro percezione, la rappresentazione dei dati, le operazioni numeriche e il lavoro su frazioni e decimali erano sullo stesso piano, rispettivamente 64%, 61% e 60%. Per i docenti la gerarchia di utilizzo potrebbe riflettere una gerarchia di importanza conoscitiva: alcuni compiti matematici sembrano più importanti di altri. Per gli alunni, al contrario, l'apprendimento si realizza in un continuo di compiti rispetto ai quali essi non colgono né una maggiore o minore frequenza di utilizzo, né una maggiore o minore importanza.

Il caso più evidente di divergenza di opinioni si ha in relazione ai compiti di memorizzazione. Il 76% di alunni di quarta primaria dichiarava che la richiesta di imparare a memoria si verificava in circa la metà o più delle lezioni. Al contrario, solo per il 35% di studenti, gli insegnanti

TABELLA 7

Percentuali di studenti i cui insegnanti dichiarano che specifici compiti matematici sono svolti in circa la metà o più delle lezioni (IV classe SP♦ – Fonte: questionario-insegnante)

Compiti a contenuto matematico	Trentino[D]	Italia[I]
Esercitarsi con le operazioni senza calcolatrice	63 (5,2)*	78 (2,2)
Lavorare su frazioni e numeri decimali	42 (4,8)	44 (3,0)
Studiare figure geometriche	22 (4,7)	24 (2,6)
Misurare oggetti presenti in classe e nei dintorni della scuola	6 (2,4)	8 (1,6)
Fare tabelle, diagrammi, grafici	6 (2,7)	16 (2,3)
Scrivere equazioni per esprimere problemi	5 (2,1)	12 (1,9)
Compiti cognitivi	**Trentino**	**Italia**
Spiegare le risposte date	77 (4,2)	80 (2,2)
Applicare quanto appreso alla vita quotidiana	59 (5,1)	72 (2,7)
Memorizzare formule e procedure	35 (4,8)	54 (3,5)

[D] Raggruppamento in ordine decrescente.
[I] Confronto con il dato italiano.
*( ) = Errore Standard.
♦ SP = Scuola primaria.

dichiaravano che i compiti di memorizzazione erano utilizzati con frequenza.

Vista l'importanza che l'indagine TIMSS pone sui *processi di soluzione dei problemi*, ci è sembrato importante discutere i dati in merito a questa specifica tipologia di compito. Nella Tabella 8 si riportano le percentuali di studenti i quali dichiaravano la frequenza con cui svolgevano compiti di soluzione dei problemi nell'ambito delle lezioni. Per il 76% di alunni trentini i docenti davano una maggiore enfasi alla *memorizzazione di procedure di soluzione dei problemi* piuttosto che alla *ricerca autonoma di soluzioni* (47%). Tale tendenza è confermata a livello nazionale (46%). Nella percezione degli alunni prevaleva sia a livello provinciale che nazionale l'assegnazione di compiti di memorizzazione piuttosto che compiti di ricerca autonoma di soluzioni.

3.2. Compiti matematici e di soluzione dei problemi nella scuola secondaria

Per quanto riguarda i *compiti a contenuto matematico*, i compiti che venivano più frequentemente utilizzati nella scuola secondaria erano rispettivamente l'*applicare conoscenze geometriche per la soluzione di problemi* (75%), *lavorare su frazioni e numeri decimali* (68%), *esercizi con le operazioni senza l'uso della calcolatrice* (63%). In misura minore emergono le percentuali relative allo *scrivere equazioni e funzioni per interpretare relazioni* (25%) e all'*interpretazione di tabelle, diagrammi e grafici* (16%).

Sia in contesto provinciale che italiano per oltre il 70% di studenti il lavoro più frequentemente assegnato corrisponde alla soluzione di problemi geometrici. Nelle risposte dei docenti trentini si osserva la medesima tendenza emersa a livello nazionale. Si osserva una riduzione dei valori percentuali lungo le tipologie di compito prese in esame. Detto con altre parole, l'area dei compiti a carattere interpretativo veniva utilizzata con minore frequenza; al contrario, compiti che richiedono l'applicazione esecutiva di conoscenze e abilità occupavano uno spazio maggioritario nella didattica della matematica.

In relazione ai *compiti cognitivi* emerge il seguente profilo di dati (Tabella 9). Per il 75% di studenti gli insegnanti dichiaravano che lo *spiegare le risposte date* era il compito che veniva svolto in circa la metà o più delle lezioni. Per quanto riguarda le ultime due tipologie, invece, l'indagine ha rilevato che i docenti del 41% di alunni utilizzavano in circa la metà e oltre delle

TABELLA 8

Percentuali di studenti che dichiarano di svolgere compiti matematici e di soluzione dei problemi in circa la metà o più delle lezioni (IV classe SP♦ – Fonte: questionario-studente)

Compiti a contenuto matematico e cognitivi	Trentino[D]	Italia[I]
Fare tabelle, diagrammi, grafici	64 (2,0)	46 (1,3)
Esercitarsi con le operazioni senza calcolatrice	61 (1,7)	57 (1,2)
Lavorare su frazioni e numeri decimali	60 (2,0)	64 (1.3)
Spiegare le risposte date[C]	58 (1,9)	78 (0,8)
Misurare oggetti presenti in classe e nei dintorni della scuola	37 (2,0)	19 (1,0)
Studiare figure geometriche	15 (1,2)	69 (1,2)
Scrivere equazioni per esprimere problemi	d.n.r.	d.n.r.
Soluzione dei problemi	**Trentino**	**Italia**
Memorizzare come risolvere problemi	76 (1,8)	61 (1,4)
Risolvere problemi da soli	47 (2,0)	46 (1,1)

[D] = Raggruppamento in ordine decrescente.
[I] = Confronto con il dato italiano.
[C] = Compito cognitivo.
d.n.r. = Dato non rilevato.
*( ) = Errore Standard.
♦ SP = Scuola primaria.

TABELLA 9

Percentuali di studenti i cui insegnanti dichiarano che i compiti matematici sono svolti in circa la metà o più delle lezioni (III classe SS1G✧ – Fonte: questionario-insegnante)

Compiti a contenuto matematico	TrentinoD	ItaliaI
Applicare conoscenze geometriche per la soluzione di problemi	75 (4,4)*	74 (2,9)
Lavorare su frazioni e numeri decimali	68 (4,1)	65 (3,4)
Esercitarsi con le operazioni senza calcolatrice	63 (4,7)	58 (3,6)
Scrivere equazioni e funzioni per interpretare relazioni	25 (4,1)	27 (2,9)
Interpretare dati di tabelle, diagrammi o grafici	16 (3,7)	20 (2,5)
Compiti cognitivi	**TrentinoD**	**ItaliaI**
Spiegare le risposte date	75 (4,6)	90 (1,9)
Applicare la matematica alla vita quotidiana	41 (5,1)	52 (3,4)
Memorizzare formule e procedure	30 (5,3)	33 (3,2)
Soluzione di problemi	**TrentinoD**	**ItaliaI**
Applicare fatti, concetti e procedure per la soluzione di problemi di routine	65 (5,0)	75 (2,8)
Decidere autonomamente procedure per la soluzione di problemi complessi	50 (4,9)	59 (3,2)
Lavorare su problemi in cui non è immediato trovare una soluzione	24 (4,8)	36 (3,3)

D = Raggruppamento in ordine decrescente.
I = Confronto con il dato italiano.
*( ) = Errore Standard.
✧ SS1G = Scuola secondaria di primo grado.

lezioni compiti di *applicazione della matematica alla vita quotidiana*. Per quanto riguarda la *memorizzazione di formule e procedure* il valore percentuale è pari al 30%. Nel confronto tra i dati provinciali e nazionali, emerge la medesima tendenza osservata nella scuola primaria: riduzione consistente delle percentuali e uso maggioritario di richieste relative alla spiegazione delle risposte.

L'ultimo blocco di analisi è stato dedicato all'area della *soluzione dei problemi*. In particolare si è voluto sapere in che misura gli studenti venissero impegnati nella soluzione di *problemi di routine*, *problemi complessi*, *problemi in cui non è immediata una soluzione*. A ben vedere tre ordini di problemi matematici sono caratterizzati da gradi crescenti di difficoltà. Nel 2007 le risposte dei docenti possono essere riassunte nel modo seguente. In circa la metà o più delle lezioni il 65% di alunni era impegnato nell'applicazione della matematica a problemi di routine; il 50% nell'esplorazione autonoma di procedure, e solamente il 24% lavorava su problemi nei quali non era immediato trovare una soluzione.

La Tabella 10 mostra le risposte degli alunni a un set di domande del tutto speculari a quelle proposte ai docenti. Tra alunni e docenti sembra emergere una sovrapposizione di opinioni in relazione alla prima categoria di compito: *applicare conoscenze geometriche per la soluzione di problemi*. Le due percentuali sono pressoché identiche: i docenti riportano il 77% mentre gli studenti il 75%. Al contrario, il compito nel quale sembra emergere una divergenza di opinione è relativo alla *memorizzazione di formule e procedure*. Secondo il 68% di alunni tale compito li impegnava in circa la metà o più delle lezioni. I docenti, invece, dichiaravano che solo per il 30% di alunni la memorizzazione era utilizzata con la stessa frequenza.

Sempre in relazione ai *compiti cognitivi* la gerarchia percepita dagli studenti sembra essere in netta divergenza rispetto a quella dichiarata dai docenti. Tale tendenza si riscontra anche a livello nazionale.

Nella Tabella 10 si riportano le percentuali di studenti i quali dichiaravano la frequenza con cui svolgevano compiti di soluzione dei problemi. Per il 72% di alunni trentini i docenti davano una maggiore enfasi alla *soluzione autonoma di problemi* piuttosto che alla *ricerca autonoma di procedure per la soluzione di problemi complessi* (50%). Entrambi i dati sono confermati a livello nazionale: 71% e 55%.

TABELLA 10

Percentuali di studenti che dichiarano che i compiti matematici sono svolti in circa la metà o più delle lezioni (III classe SS1G✧ – Fonte: questionario-studente)

Compiti a contenuto matematico	Trentino[D]	Italia[I]
Risolvere problemi con figure geometriche, rette e angoli	77 (1,6)*	79 (1,0)
Scrivere equazioni e funzioni per interpretare relazioni	70 (1,9)	66 (1,4)
Esercitarsi con le operazioni senza calcolatrice	49 (2,2)	43 (1,4)
Lavorare su frazioni e numeri decimali	39 (1,9)	43 (1,2)
Interpretare dati di tabelle, diagrammi o grafici	34 (2,0)	35 (1,8)
Compiti cognitivi	**Trentino[D]**	**Italia[I]**
Memorizzare formule e procedure	68 (2,1)	73 (1,2)
Spiegare le risposte date	45 (1,8)	52 (1,2)
Applicare la matematica alla vita quotidiana	34 (1,3)	43 (1,0)
Soluzione di problemi	**Trentino[D]**	**Italia[I]**
Risolvere problemi da soli	72 (1,5)	71 (1,0)
Decidere autonomamente procedure per la soluzione di problemi complessi	50 (1,6)	55 (1,0)

[D] = Raggruppamento in ordine decrescente.
[I] = Confronto con il dato italiano.
*( ) = Errore Standard.
✧ SS1G = Scuola secondaria di primo grado.

4. Uso del libro di testo e attività d'insegnamento

Gli insegnanti possono utilizzare varie risorse didattiche e attività d'insegnamento per sostenere in classe l'apprendimento della matematica (Mullis et al., 2005). L'indagine TIMSS 07 ha ritenuto importante fornire ai Paesi partecipanti un'informazione circa le modalità d'uso del libro di testo e la quantità di tempo allocata in relazione a varie attività d'insegnamento. L'obiettivo è comprendere quali siano gli eventi didattici prevalenti nel contesto della classe durante una tipica settimana di lezione.

4.1. Uso del libro di testo

Nella scuola primaria il 78% degli alunni trentini aveva docenti i quali dichiaravano l'uso del libro di testo per l'insegnamento della matematica. Nella scuola secondaria la percentuale è pari al 93%. Il ruolo del libro, tuttavia, in entrambi gli ordini di scuola non era centrale. In relazione all'86% di alunni, i docenti di scuola primaria affermavano che il libro di testo era una risorsa supplementare. Nella scuola secondaria tale percentuale è pari al 76%.

Nel confronto con le tendenze nazionali e internazionali, le risposte della scuola primaria sono, da un lato, allineate al dato nazionale — in Italia la percentuale è pari al 67% —, e, dall'altro, risultano in controtendenza rispetto alla media internazionale. Tra i Paesi partecipanti a TIMSS 07, il 65% di alunni aveva docenti che sostenevano che il libro di testo fosse la risorsa di base, a fronte di un 30% di studenti i cui insegnanti dichiaravano che il testo fosse utilizzato solamente come una risorsa aggiuntiva.

Anche in terza secondaria di primo grado il ruolo del libro non era centrale. In relazione al 76% di alunni, i docenti affermavano che il libro di testo era una risorsa aggiuntiva. Nel confronto con le tendenze nazionali e internazionali, le risposte sono solo in parte allineate al dato nazionale — in Italia la percentuale è pari al 55% —, e dall'altro, risultano in controtendenza rispetto alla media internazionale. In relazione alla media internazionale, il 60% di alunni aveva docenti che sostenevano che il libro di testo fosse la risorsa di base, a fronte di un 34% di studenti i cui insegnanti dichiaravano di utilizzarlo solamente come una risorsa aggiuntiva.

4.2. Tempo dedicato a varie attività didattiche durante una tipica settimana di lezioni

Il paragrafo riporta i dati riferiti a una serie di attività didattiche considerate tipiche nell'insegnamento della matematica (Mullis, Martin, & Foy, 2008). Se si prendono in esame i valori medi internazionali, gli alunni della scuola primaria impiegano una considerevole parte del tempo nella *soluzione di problemi* (si veda la Tabella 11). Il dato si distribuisce secondo queste due tipologie: con *la guida del docente* (21%) e *senza la guida dell'insegnante* (22%). Le due attività costituiscono il 43% del tempo impiegato a lezione. Nella scuola secondaria la percentuale di tempo dedicato alle attività di problem solving è pari al 37%. In questo caso il dato si distribuisce in questo ordine: il 21% con la *guida del docente* il 16% *senza la guida dell'insegnante*. Il 29% è, poi, impiegato in attività di ascolto. Anche in questo caso il dato si può esaminare con riferimento alle due categorie considerate: *ascolto della lezione frontale* per il 16% del tempo; *ascolto dell'insegnante che rispiega e chiarisce* per il 13% del tempo. Nella scuola secondaria il tempo dedicato alla *lezione per ascolto* è pari al 33%. Tale dato corrisponde al valore medio attribuito alla *lezione frontale* (21%) e all'ascolto dell'*insegnante che rispiega e chiarisce* (12%).

Nel contesto provinciale, l'attività didattica prevalente è la lezione per ascolto. Ascolto della lezione frontale (24%) e dei chiarimenti (13%) risultavano gli eventi didattici a cui i docenti allocavano il 37% del tempo totale durante una tipica settimana di lezione. Per contro il 31% del tempo totale era dedicato ad attività basate sulla *soluzione dei problemi*. A tal riguardo si possono presentare due eventi didattici complementari: a) *risolvere problemi con la guida dell'insegnante;* b) *risolvere problemi senza la guida dell'insegnante*. Le percentuali di tempo allocato risultano pressoché identiche (si veda la Tabella 11): per il 16% del tempo gli alunni erano guidati dal docente nella soluzione dei problemi; il 15% del tempo era, invece, destinato alla soluzione autonoma di problemi. Rispetto alle lezioni per ascolto, il tempo dedicato alla soluzione dei problemi risulta inferiore. Nel gioco tra lezione per ascolto e attività di soluzioni dei problemi, si inserisce un 14% di tempo dedicato ad attività di verifica dell'apprendimento.

Una medesima tendenza sembra emergere anche nelle terze classi di scuola secondaria di primo grado. I docenti stimano che il 36% del tempo totale è dedicato alla lezione per ascolto (lezione frontale e chiarimenti), mentre il 30% ad attività di soluzione dei problemi (soluzione dei problemi con e senza la guida del docente). Il tempo dedicato alle verifiche in classe è pari all'11% (si veda la Tabella 12).

TABELLA 11

Percentuale di tempo dedicato a varie attività didattiche durante una tipica settimana di lezioni[M] (IV classe SP[♦] – Fonte: questionario-docente)

Attività didattiche	Trentino[D]	Italia	TIMSS 07[T]
Lezione frontale	24 (1,1)*	23 (0,7)	16 (0,1)
Risolvere problemi con la guida dell'insegnante	16 (0,8)	15 (0,5)	21 (0,1)
Risolvere problemi senza la guida dell'insegnante	15 (0,6)	15 (0,5)	22 (0,2)
Fare un compito in classe o un questionario	14 (0,8)	13 (0,4)	10 (0,1)
Ascoltare l'insegnante che rispiega e chiarisce contenuti/procedure	13 (0,5)	13 (0,4)	13 (0,1)
Rivedere i compiti a casa	10 (0,6)	9 (0,3)	9 (0,1)
Collaborare alla gestione della classe (interruzioni, ordine)	5 (0,3)	6 (0,3)	4 (0,1)
Altre attività	4 (0,5)	4 (0,2)	5 (0,1)

♦ SP = Scuola primaria.
M = Valori espressi in medie.
D = Raggruppamento in ordine decrescente.
T = Media internazionale.
*( ) = Errore Standard.

TABELLA 12

Percentuale di tempo dedicato a varie attività didattiche durante una tipica settimana di lezioni[M] (III classe SS1G[♦] – Fonte: questionario-docente)

Attività didattiche	Trentino[D]	Italia	TIMSS 07[T]
Lezione frontale	23 (1,2) *	22 (0,6)	21 (0,1)
Risolvere problemi con la guida dell'insegnante	18 (0,7)	18 (0,6)	21 (0,1)
Rivedere i compiti a casa	16 (0,6)	16 (0,6)	11 (0,1)
Ascoltare l'insegnante che rispiega e chiarisce contenuti/procedure	13 (0,5)	14 (0,5)	12 (0,1)
Risolvere problemi senza la guida dell'insegnante	12 (0,7)	12 (0,4)	16 (0,1)
Fare un compito in classe o un questionario	11 (0,6)	11(0,5)	10 (0,1)
Collaborare alla gestione della classe (interruzioni, ordine)	5 (0,7)	5 (0,3)	5 (0,1)
Altre attività	2 (0,3)	3 (0,3)	5 (0,1)

♦ SS1G = Scuola secondaria di primo grado.
M = Valori espressi in medie.
D = Raggruppamento in ordine decrescente.
T = Media internazionale.
*( ) = Errore Standard.

Sembra emergere un modello di azione didattica prevalentemente centrato sul docente (comunica conoscenze e guida gli alunni). Nella scuola primaria l'azione diretta del docente assorbe il 53% del tempo totale. Nel modello è presente un tempo minore dedicato alla pratica indipendente, alla valutazione dell'apprendimento, alla revisione dei compiti a casa. Queste ultime attività assorbono il 39% del tempo totale. Nella scuola secondaria il 54% del tempo è centrato sull'azione diretta del docente mentre il 43% è dedicato alla soluzione indipendente dei problemi, a compiti di verifica e alla revisione dei compiti a casa.

Se, infine, confrontiamo i dati provinciali con il contesto nazionale, ci sembra utile sottolineare come ciascun risultato si proietti su scala nazionale riproducendo sia per le quarte classi di scuola primaria che per le terze di scuola secondaria percentuali di tempo pressoché simili (si vedano le Tabelle 11 e 12). Nella scuola primaria in un caso — *ascoltare l'insegnante che rispiega e chiarisce* — le percentuali risultano identiche (13%). Nella scuola secondaria le percentuali risultano uguali in cinque casi: *risolvere problemi con la guida dell'insegnante*, *rivedere i compiti a casa, risolvere problemi senza la guida dell'insegnante*, *fare un compito in classe o un questionario*, *collaborare alla gestione della classe*.

5. Uso della tecnologia durante le lezioni di matematica

Quando si parla di ruolo della tecnologia nella matematica si fa principalmente riferimento all'uso della calcolatrice tascabile e del computer durante le lezioni.

L'uso della calcolatrice varia enormemente da paese a paese. Secondo, Mullis e colleghi (2005) si può osservare un incremento d'uso della calcolatrice sia nella scuola primaria che nella secondaria. Questa tendenza può avere una duplice chiave di lettura. Primo, i costi sempre più accessibili. Secondo, l'attenzione nei curricoli nazionali al ruolo che la calcolatrice può avere per la comprensione della matematica. L'indagine del 2007 ha rilevato, ad esempio, che nella scuola primaria, 23 Paesi sui 43 partecipanti prevedevano nei loro curricoli indicazioni circa l'utilizzo della calcolatrice. Nelle «Indicazioni per il curricolo» (MPI, 2007) l'uso della calcolatrice è prevista sia nei traguardi che negli obiettivi di apprendimento. Più specificamente il documento raccomanda lo sviluppo della capacità degli alunni di «valutare l'opportunità di ricorrere ad una calcolatrice [...] a seconda delle situazioni». Nelle «Indicazioni nazionali» il ricorso alla calcolatrice è una delle modalità di calcolo indicata insieme al calcolo scritto e mentale.

TIMSS 2007 ha preso in esame quattro modalità d'uso della calcolatrice:

a) controllare le risposte
b) fare calcoli ripetitivi
c) risolvere problemi complessi
d) esplorare il concetto di numero.

I computer, le tecnologie informatiche, il web stanno trasformando il mondo dell'educazione e i processi di insegnamento/apprendimento (Mullis et al., 2005). Le molteplici forme di utilizzo del computer offrono a insegnanti e studenti la possibilità di esplorare concetti matematici con modalità inedite. Se inizialmente i computer venivano utilizzati come strumenti per promuovere apprendimento mediante la ripetizione guidata di esercizi *(drill and practice)*, attualmente le possibilità di utilizzo si sono espanse: dispositivi tutoriali, simulazione, giochi, applicazioni, ambienti di apprendimento collaborativo, ipertesti, ecc. Gli studenti hanno l'opportunità di porre problemi, esplorare e scoprire proprietà scientifiche e matematiche in autonomia, applicare ipotesi e verificarne i risultati, modellizzare idee, visualizzare concetti e flussi, collaborare all'elaborazione di un concetto, connettere i concetti disciplinari al linguaggio scritto e ai sistemi di rappresentazione (Marconato, 2009).

L'indagine TIMSS ha esaminato, da un lato, la disponibilità di computer durante le lezioni di matematica, e, dall'altro, l'impiego del computer secondo tre modalità generali:

a) scoprire principi e concetti matematici
b) sviluppare abilità e procedure
c) cercare informazioni per approfondire argomenti matematici.

Nei paragrafi che seguono saranno discussi i dati emersi in ambito provinciale mettendoli in relazione sia alle tendenze nazionali e sia internazionali.

5.1. Permesso e scopi d'uso della calcolatrice

Per il 94% di alunni di quarta classe l'impiego della calcolatrice non è permesso durante le lezioni. I dati relativi agli scopi d'uso fanno registrare un'alta percentuale di risposte mancanti. In tutti i casi considerati le risposte si collocano ai livelli più bassi: «mai» e «in alcune lezioni». Questa tendenza, in qualche misura, è confermata su scala nazionale. Il non utilizzo si attesta all'89%. Per l'1% di studenti l'uso è associato al *controllo delle risposte* e allo *svolgimento di calcoli ripetitivi*. In sede internazionale, la percentuale di alunni si riduce al 54% e i diversi utilizzi si distribuiscono con quest'ordine:

- risolvere problemi complessi (5%)
- controllare le risposte (4%)
- esplorare il concetto di numero (4%)
- svolgere calcoli ripetitivi (3%).

Per il 35% di alunni di terza secondaria di primo grado l'uso della calcolatrice non è permesso. Tale percentuale è pari al doppio della tendenza nazionale (16%) e di 10 punti più alta rispetto alla media internazionale (25%). Anche nel caso della scuola secondaria di primo grado, si registrano nelle quattro variabili considerate, discrete percentuali di risposte mancanti. In sede provinciale i diversi utilizzi della calcolatrice si distribuiscono con questo ordine:

- risolvere problemi complessi (38%)
- controllare le risposte (20%)
- svolgere calcoli ripetitivi (20%)
- esplorare il concetto di numero (6%).

5.2. Disponibilità di computer e scopi d'uso

Nella scuola primaria il 30% di alunni aveva nel 2007 la disponibilità di un computer da utilizzare durante le lezioni di matematica. Il dato è in linea con quello nazionale (31%), mentre è lontano di 16 punti percentuali rispetto alla tendenza internazionale (46%). I dati a nostra disposizione indicano che per le tre attività prese in esame (scoprire principi e concetti matematici; sviluppare abilità e procedure; cercare informazioni per approfondire argomenti matematici) la percentuale di studenti, nel 2007, era pari a 1,7%. Nella scuola secondaria il 26% di studenti aveva la disponibilità di un computer in aula. Vista la percentuale così alta di non utilizzo del computer l'esame degli scopi d'uso appare logicamente non applicabile.

6. Compiti per casa

I compiti per casa sono uno strumento didattico che i docenti possono utilizzare con il duplice scopo di estendere l'insegnamento oltre la classe e di valutare i progressi degli alunni. Nella concezione comune i compiti a casa sono funzionali a estendere il tempo che gli studenti dedicano a un determinato argomento. TIMSS 2007 valuta questo aspetto con l'indice EMH.[5] L'indice traduce l'enfasi che i docenti danno ai compiti a casa. Esso prevede tre livelli: *alto, medio, basso*.

a) Gli studenti che si collocano nella prima categoria *(livello alto)* lavorano con docenti che assegnano sistematicamente compiti a casa (in circa la metà o più delle lezioni) di durata superiore ai 30 minuti (tempo impiegato per lo svolgimento).
b) Nella categoria intermedia *(livello medio)* si raggruppano tutte le combinazioni di risposte relative al tempo di svolgimento e alla frequenza di assegnazione dei compiti a casa.
c) La terza categoria *(livello basso)* indica che i compiti sono assegnati solo in alcune lezioni e il loro svolgimento prevede un tempo inferiore a trenta minuti.

L'indice EMH è stato calcolato sia per la quarta classe di scuola primaria che per la terza di scuola secondaria di primo grado. In riferimento a quest'ultimo ordine di scuola l'indagine ha messo a disposizione ulteriori dati per capire le pratiche di assegnazione e correzione dei compiti a casa. In particolare esamineremo tre tipologie di compiti a casa e cinque azioni che i docenti fanno su di essi (*controllare se sono stati completati, usare i compiti per assegnare i voti, ecc.*).

Per la scuola primaria, il valore medio dell'indice è pari a 2,21 (DS = 0,75). I punteggi tendono ad aggregarsi appena sopra il valore intermedio. L'80% degli alunni si collocava sul valore intermedio e basso, mentre il 20% sul valore alto. L'associazione tra rendimento matematico e compiti a casa non è rilevante. La correlazione tra indice EMH e rendimento matematico è pari a 0,04 (ES = 0,5). Tra i due fattori è assente un modello di relazione.

Se si osservano i risultati riportati nella Tabella 13 le differenze di rendimento generale e nei domini specifici sono molto evidenti tra gli alunni i cui docenti attribuiscono un'importanza intermedia o bassa ai compiti a casa. Tra questi due gruppi la differenza di 12 punti — nel rendimento matematico — risulta statisticamente significativa.

Per le terze classi di scuola secondaria, il valore medio dell'indice è pari a 1,7 (DS = 0,54). I punteggi tendono ad aggregarsi al di sotto del valore intermedio. Il 66% degli alunni si collocava sul valore intermedio e basso, mentre il 34% sul valore alto. In ambito nazionale il 70% degli alunni si collocava sul livello alto, mentre il 29% sul livello intermedio. La media TIMSS 07 è invece composta secondo queste percentuali: 28% di alunni collocati nel livello alto, 49% nel livello medio, 24% nel livello basso.

L'associazione tra rendimento matematico e compiti a casa è pari a -0,06 (ES = 0,0) ed è statisticamente significativa ($p < 0,01$). Se si osservano i risultati riportati nella Tabella 14 le differenze di rendimento generale e nei domini specifici risultano ridotte per gli alunni del livello alto e intermedio.[6]

La Tabella 15 mostra le tipologie di compiti a casa che nel 2007 i docenti trentini chiedevano di svolgere agli alunni delle terze classi. Il 97% di studenti ha insegnanti che assegnavano «sempre o quasi sempre» lo *svolgimento di esercizi e problemi*. Il 19% degli alunni veniva sistematicamente impegnato in compiti che richiedevano l'*individuazione di una o più applicazioni degli argomenti trattati*. Raramente,

[5] EMH = Index of Teachers' Emphasis on Mathematics Homework.

[6] I risultati relativi al livello basso dell'indice sono calcolati a partire da una popolazione stimata di 200 alunni (64 soggetti campionari). Oltre a ciò l'evidente disomogeneità dei tre gruppi non rende comparabili i risultati ai fini di un'analisi della differenza. Il Test di Levene risulta statisticamente significativo ($F = 4,344$, $gl = 2$, $p < 0,05$). L'assunzione di omogeneità della varianza non è rispettata.

TABELLA 13

Enfasi attribuita ai compiti per casa (indice EMH) e rendimento matematico (IV classe SP♦)

Indice EMH	Percentuale di alunni	Rendimento matematico	Rendimento nei domini di contenuto			Rendimento nei domini cognitivi		
			Numeri	Figure e misure geometriche	Rappresentazione dei dati	Conoscere	Applicare	Ragionare
Alto	20 (4,4)*	521 (6,1)	514 (6,1)	533 (6,9)	521 (6,8)	527 (6,2)	517 (6,2)	521 (6,7)
Medio	40 (4,7)	512 (5,1)	505 (4,8)	522 (5,4)	508 (5,9)	519 (6,0)	509 (5,3)	514 (6,2)
Basso	40 (5,5)	525 (6,0)	516 (6,2)	536 (5,6)	523 (5,4)	531 (6,4)	521 (5,6)	526 (5,6)

*( ) = Errore Standard.
♦ SP = Scuola primaria.

TABELLA 14

Enfasi attribuita ai compiti per casa (indice EMH) e rendimento matematico (III classe SS1G♦)

Indice EMH	Percentuale di alunni	Rendimento matematico	Rendimento nei domini di contenuto				Rendimento nei domini cognitivi		
			Numeri	Algebra	Geometria	Dati e probabilità	Conoscere	Applicare	Ragionare
Alto	34 (4,6)*	515 (3,7)	505 (3,8)	494 (4,9)	529 (3,9)	533 (5,3)	521 (4,1)	505 (3,7)	516 (5,1)
Medio	62 (4,7)	512 (3,9)	503 (3,3)	488 (3,9)	525 (3,8)	526 (4,0)	518 (3,4)	502 (3,6)	510 (4,9)
Basso	4 (1,5)	486 (12,1)	476 (8,0)	456 (8,8)	501 (10,0)	503 (16,2)	493 (9,9)	471 (10,2)	484 (8,4)

*( ) = Errore Standard.
♦ SS1G = Scuola secondaria di primo grado

TABELLA 15

Percentuali di studenti i cui docenti dichiarano di assegnare «sempre o quasi sempre» tre tipi di compiti per casa (III classe SS1G♦ – Fonte: questionario-docente)

Tipologie di compiti a casa	Trentino D	Italia	TIMSS 07T
Svolgere problemi ed esercizi	96 (2,0)*	97 (1,2)	69 (0,5)
Individuare una o più applicazioni degli argomenti trattati	19 (1,7)	–	–
Raccogliere dati e preparare relazioni	3 (1,7)	1 (0,6)	5 (0,3)

♦ SS1G = Scuola secondaria di primo grado.
D = Raggruppamento in ordine decrescente.
T = Media internazionale.
– = Dato non disponibile.
*( ) = Errore Standard.

infine, gli studenti di terza secondaria di primo grado venivano impegnati nella *raccolta dei dati e nella preparazione di scritti* di presentazione degli stessi (3%).

La Tabella 16 presenta le dichiarazioni dei docenti sulle modalità di utilizzo dei compiti per casa. Nel 2007 per il 78% di alunni i docenti trentini *controllavano sempre o quasi sempre se i compiti erano stati completati*. La media nazionale è pari al 77% mentre quella internazionale è pari all'80%. Il 52% di alunni trentini ha docenti che fanno correggere in classe i propri compiti. Nel contesto internazionale tale percentuale è pari a 57, mentre in ambito internazionale corrisponde al 32% di alunni. Per il 43% di alunni i compiti erano utilizzati come una *base per svolgere discussioni in classe*, mentre per poco più di un terzo (34%) i docenti *correggevano i compiti e fornivano riscontri*, infine per il 13% di alunni i compiti erano *utilizzati per assegnare voti*. Le medie nazionali e internazionali relative a questi ultime tre modalità di utilizzo sono rispettivamente: 51% e 29%, 52% e 59%, 11% e 33%.

TABELLA 16

Percentuali di alunni i cui docenti dichiarano di svolgere «sempre o quasi sempre» diverse tipologie di azioni (III classe SS1G♦ – Fonte: questionario-docente)

Azioni	Trentino[D]	Italia	TIMSS 07[T]
Controllare se i compiti sono stati completati o meno	78 (3,7)*	77 (3,0)	80 (0,4)
Far correggere agli studenti in classe i propri compiti	52 (5,2)	57 (3,3)	32 (0,5)
Utilizzare i compiti a casa per discussioni in classe	43 (4,9)	51 (3,1)	29 (0,5)
Correggere e fornire un resoconto agli studenti	34 (4,5)	52 (3,3)	59 (0,5)
Utilizzare i compiti per assegnare i voti	13 (3,8)	11 (2,0)	33 (0,5)

♦ SS1G = Scuola secondaria di primo grado.
[D] = Raggruppamento in ordine decrescente.
[T] = Media internazionale.
*( ) = Errore Standard.

7. Valutazione degli apprendimenti

L'indagine TIMSS dedica particolare rilievo al tema della valutazione degli apprendimenti. La frequenza e le modalità valutative utilizzate possono essere degli importanti indicatori circa gli approcci pedagogici utilizzati dai docenti nel fare valutazione (Mullis et al., 2005). Nell'edizione 2007 dell'indagine l'esame delle pratiche valutative è stato svolto, solamente, per le terze classi di scuola secondaria. Sono quattro gli aspetti che analizzeremo:

1. le fonti di informazione valutativa (prove interne, prove regionali/nazionali, giudizio del docente);
2. la frequenza di assegnazione delle verifiche nell'arco di una settimana, un mese, un anno;
3. i tipi di quesiti utilizzati per le verifiche (risposte aperte, risposte chiuse, scelta multipla);
4. le operazioni cognitive sollecitate dalle verifiche (ricordare, applicare, ricercare, dare spiegazioni).

7.1. Fonti di informazione valutativa

Come mostrato nella Tabella 17 i docenti nel 2007 dichiaravano di attribuire grande importanza ai *questionari e ai compiti in classe* come modalità di monitoraggio dei progressi degli alunni. I docenti utilizzano prove preparate da loro o tratte dai libri di testo per quasi tutti gli studenti. In sede internazionale gli insegnanti dichiaravano di dare grande importanza alle *verifiche di classe* (questionari o compiti) per il 66% degli alunni, mentre veniva attribuita un'enfasi moderata per il 30%. Per il 45% degli studenti gli insegnanti dichiaravano di dare grande importanza al loro *giudizio professionale* e infine, per il 42%, la fonte d'informazione erano le *prove esterne di tipo nazionale o regionale*. Le medie nazionali mostrano, invece, il seguente andamento: si dava maggiore enfasi alle *verifiche di classe* per il 76% di alunni, per il 56% al *giudizio professionale* dell'insegnante, per il 9% a *prove nazionali o regionali*.

In ambito provinciale ben oltre due terzi degli alunni (76%) veniva valutato mediante *verifiche di classe*. Per il 52% di studenti le valutazioni basate sul *giudizio professionale dei docenti* avevano una moderata importanza secondo i docenti, mentre per il 42% di alunni tale fonte di informazione valutativa aveva una grande importanza. Poca o nessuna importanza i docenti attribuivano alle *prove di valutazione nazionali o regionali* (60% di studenti). Si veda per una sintesi dei risultati la Figura 3.

7.2. Frequenza di assegnazione delle verifiche

Circa la *frequenza di assegnazione* delle prove di verifica, nel 2007, secondo quanto riportato dai docenti, quasi la metà degli studenti (46%) svolgeva una verifica ogni due settimane (o più), il 39% una volta al mese, il 16% una volta all'anno o meno. In ambito nazionale il 27% degli alunni svolgeva verifiche una volta ogni due settimane (o più), il 71% una volta al mese, il 2% una volta all'anno o meno. In ambito provinciale si registra la seguente tendenza: il 64%

TABELLA 17

Percentuali di alunni i cui docenti dichiarano di attribuire importanza a diverse fonti di informazione valutativa (III classe SS1G♦ – Fonte: questionario-docente)

Fonti di informazione valutativa	Trentino			Italia			TIMSS 07[T]		
	Grande importanza	Moderata importanza	Poca o nessuna importanza	Grande importanza	Moderata importanza	Poca o nessuna importanza	Grande importanza	Moderata importanza	Poca o nessuna importanza
Il giudizio personale del docente	42 (4,6)*	52 (4,7)	6 (1,9)	56 (3,2)	40 (3,3)	4 (1,1)	45 (0,5)	42 (0,6)	13 (0,4)
Questionari o compiti in classe (preparati dal docente o tratti dal testo)	76 (4,4)	23 (4,2)	1 (1,3)	79 (2,6)	20 (2,6)	0 (0,3)	66 (0,5)	30 (0,5)	5 (0,2)
Prove di valutazione nazionali o regionali	9 (3,2)	31 (4,4)	60 (4,7)	9 (1,8)	41 (3,1)	50 (3,2)	27 (0,5)	38 (0,5)	35 (0,5)

♦ SS1G = Scuola secondaria di primo grado.
[T] = Media internazionale.
*( ) = Errore Standard.

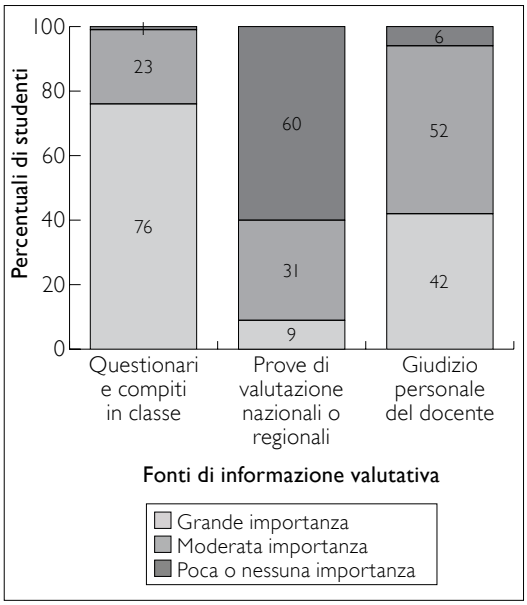


Fig. 3 Percentuali di alunni trentini i cui docenti dichiarano di attribuire importanza a tre diverse fonti di informazione valutativa.

di alunni svolgeva verifiche una volta al mese, il 35% ogni due settimane (o più), l'1% una volta in un anno o meno.

7.3. Tipologie di quesiti utilizzati nelle verifiche

La Tabella 18 mostra i risultati relativi ai tipi di quesiti utilizzati per le verifiche. I quesiti più comunemente utilizzati sono per lo più prove basate su *risposte aperte* o in alternativa *prove composte per metà da risposte aperte e chiuse*. La media TIMSS 07 informa sul seguente profilo di risultati: il 44% degli alunni ha docenti che somministrava quesiti a *risposta aperta*, mentre il 41% di alunni lavora con docenti che riportavano di utilizzare nel 2007 verifiche per metà basate su *quesiti a risposta aperta e per l'altra metà quesiti a risposta chiusa*. Solamente il 15% di alunni veniva verificato mediante quesiti *principalmente basati su risposte chiuse* (ad esempio a scelta multipla). Sulla base delle dichiarazioni dei docenti i risultati italiani rispecchiano il seguente andamento: il 40% di alunni svolgeva quesiti a *risposta aperta*, il 45% lavorava su quesiti per metà *a risposta aperta e quesiti a risposta chiusa*, e solamente il 15% veniva esaminato mediante l'*utilizzo prevalente di quesiti a risposta chiusa*.

Nelle scuole trentine metà degli studenti (51%) svolgeva prove di verifica basate su quesiti a risposta aperta. Il 41% di alunni veniva esaminato mediante prove costituite a metà da quesiti a risposta aperta e chiusa. Soltanto l'8% di studenti lavorava con verifiche basate principalmente su risposte chiuse. Gli studenti del primo gruppo avevano un rendimento nella prova di matematica pari a 513 punti (ES = 4,0), mentre gli studenti esaminati secondo il modello misto di domande ottenevano nella prova 515 punti (ES = 3,4). I due gruppi risultano sostanzialmente

TABELLA 18

Tipologie di quesiti utilizzati nelle prove di verifica. Valori espressi in percentuali di alunni (III classe SS1G♦ – Fonte: questionario-docente)

Tipologie di quesiti	Trentino	Italia	TIMSS 07[T]
Soltanto e per lo più risposte aperte	51 (5,6)*	40 (3,2)	44 (0,4)
Per metà risposte aperte e per metà risposte chiuse	41 (5,2)	45 (3,4)	41 (0,5)
Soltanto o per lo più risposte chiuse	8 (3,4)	15 (2,6)	15 (0,4)

♦ SS1G = Scuola secondaria di primo grado.
[T] = Media internazionale.
*( ) = Errore Standard.

omogenei nei risultati poiché la loro differenza non è statisticamente significativa. L'ultimo gruppo di alunni raggiungeva un punteggio di 497 (ES = 12,4).[7]

7.4. Operazioni cognitive sollecitate dalle prove

Il paragrafo presenta una serie di informazioni relative al tipo di operazioni cognitive che i docenti possono sollecitare mediante quesiti e prove di verifica. Ai docenti è stato chiesto quanto spesso nei compiti in classe o nelle verifiche includessero domande finalizzate a sollecitare le seguenti operazioni cognitive:

- ricordare fatti e procedure
- prevedere applicazione di procedure matematiche
- prevedere la ricerca di sequenze e di relazioni
- dare spiegazioni e giustificazioni.

La Figura 4 riassume i dati relativi alle risposte fornite dai docenti trentini. Il grafico evidenzia un profilo di risultati in relazione alle quatto operazioni cognitive prese in esame.

1. *Domande di richiamo mnemonico di fatti e procedure*. La media TIMSS 07 ci dice che un po' più della metà degli alunni (52%) aveva docenti che assegnavano «quasi sempre» domande di richiamo di fatti e procedure, mentre il 42% lavorava con docenti che davano le stesse domande solo «a volte». In Italia circa la metà degli studenti (48%) lavora «quasi sempre» su domande di questo tipo, mentre l'altra metà (46%) solamente «a volte». In ambito trentino più della metà degli alunni (55%) era sollecitato «sempre o quasi sempre» da domande di *recupero mnemonico di conoscenze matematiche*. Due quinti (40%) di studenti di terza secondaria di primo grado venivano sollecitati in quest'operazione solo «a volte». Infine solamente il 5% «mai o quasi mai».
2. *Domande di tipo applicativo*. La media internazionale evidenzia che buona parte degli alunni dell'ottava classe era verificata solo «a volte» con questa tipologia di domande. A questo riguardo si registra una prevalenza di domande che richiedevano operazioni di

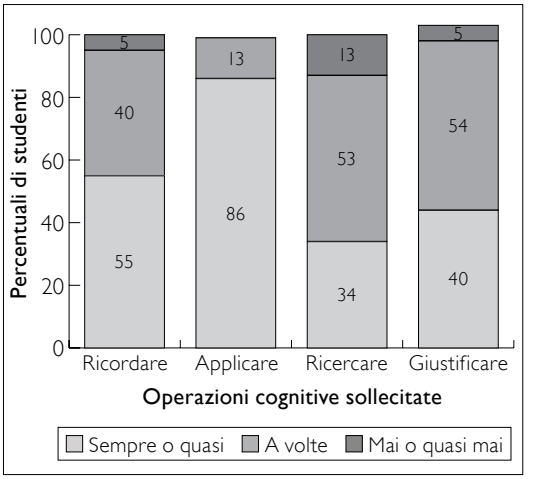


Fig. 4 Percentuali di alunni trentini i cui docenti dichiarano la frequenza con la quale sollecitano quattro specifiche operazioni cognitive.

[7] L'esiguo gruppo di studenti presenti nella terza categoria (8%) non permette l'analisi della differenza statistica tra le sotto-popolazioni in parola. La conclusione per cui una tipologia di quesito sarebbe più efficace rispetto alle altre due non sarebbe del tutto ragionevole. Possiamo solo dire che in relazione alle sole due sotto-popolazioni comparabili il modello misto o solo a risposta aperta non fa la differenza.

tipo applicativo. Quasi tre quarti (il 74%) di studenti lavoravano con docenti che davano domande di tipo applicativo «sempre o quasi sempre», mentre per il rimanente quarto (24%) questo tipo di domanda veniva data «a volte». Nel contesto della scuola secondaria di primo grado italiana, quasi la totalità degli studenti (90%) lavorava «sempre o quasi sempre» con domande di tipo applicativo. Quasi la totalità di alunni trentini (86%) lavorava su verifiche che prevedevano «sempre o quasi sempre» domande di tipo applicativo. Solo il 13% della popolazione esaminata lavorava «a volte» su questo tipo di domande.

3. *Domande basate sull'individuazione di sequenze e relazioni*. Tra i Paesi partecipanti a TIMSS 07 solamente il 22% di studenti affrontava verifiche che chiedevano «sempre o quasi sempre» di individuare sequenze e relazioni; al contrario il 68% le affrontava solamente «a volte». In ambito nazionale il 55% di studenti lavorava solo «a volte» su questo tipo di domande mentre il 35% «quasi sempre». Nella scuola trentina più della metà degli studenti (53%) svolgeva «a volte» verifiche basate su questo tipo di domande. Il 13% degli alunni «mai o quasi mai» aveva affrontato compiti di verifica o esercitazioni finalizzate all'individuazione di sequenze e relazioni, mentre il 34% era stato impegnato «sempre o quasi sempre» in questo tipo di domande.
4. *Domande che richiedono di dare spiegazioni e giustificazioni*. In ambito internazionale poco più di un terzo di studenti (32%) affrontavano «sempre o quasi sempre» domande che richiedevano di *dare spiegazioni e giustificazioni*, a fronte di un 57% verso cui la medesima richiesta era avanzata solamente «a volte». La scuola secondaria di primo grado italiana rispecchiava in modo pressoché simile le medie internazionali: 57% «a volte», 35% «sempre o quasi sempre». Per il 44% di studenti trentini tale pratica valutativa veniva utilizzata «sempre o quasi sempre», tuttavia più della metà (54%) aveva incontrato questa tipologia di domande solo «a volte».

8. Rilievi conclusivi

L'articolo ha proposto una lettura dei risultati ottenuti dagli studenti trentini nell'indagine TIMSS 07 a partire dall'analisi dei processi di insegnamento. Di seguito si riporta una sintesi articolata in otto punti delle tendenze principali emerse durante lo studio.

1. *Numerosità delle classi*. In relazione a questo primo punto sembrano emergere dati controintuitivi. Nella scuola primaria classi con un numero superiore o uguale a 22 soggetti ottengono risultati migliori. Al contrario, nella scuola secondaria la numerosità delle classi sembra non avere un effetto migliorativo. Il rendimento appare piuttosto omogeneo se si osservano i risultati aggregati della prova. La sola differenza statisticamente significativa emerge tra la prima tipologia di numerosità (22-23 alunni) e la seconda (minore o uguale a 21 alunni).
2. *Problematicità delle classi*. Nella scuola primaria, le differenze di rendimento in rapporto ai diversi livelli di *problematicità percepita* non sono rilevanti. Al contrario, nella scuola secondaria i diversi livelli di problematicità hanno un certo peso sui risultati della prova (si veda la Figura 2). Gli alunni delle classi meno problematiche ottengono risultati migliori rispetto ai compagni collocati nei livelli maggiori di problematicità percepita.
3. *Compiti assegnati durante le lezioni*. In relazione alle diverse tipologie di compiti (compiti a contenuto matematico, compiti cognitivi, soluzione di problemi) sono emerse sia delle linee comuni sia delle differenze tra i due ordini di scuola. Il *lavoro sulle frazioni e i numeri decimali* occupa una posizione importante. Il lavoro su frazioni e decimali si colloca nei primi due posti secondo l'ordine decrescente presentato nelle Tabelle 8 e 10. La differenza tra i due ordini di scuola consiste nella differenza dei valori percentuali tra la prima e la seconda tipologia di compito in ordine decrescente (Tabelle 8 e 10). Nella scuola secondaria la differenza è di 7 punti percentuali, nella primaria è di ben 22.

Si osservano medesime tendenze di riduzione dei valori percentuali con riferimento ai compiti di contenuto matematico. Nella scuola primaria l'insegnamento si focalizza su tre consegne prevalenti: *esercitarsi con le operazioni, frazioni e numeri decimali, figure geometriche* (si veda per maggiori dettagli la Tabella 8). Nella scuola secondaria, sembra emergere un maggiore equilibrio, con differenze meno nette tra le prime tre tipologie di compito.

4. *Organizzazione del lavoro didattico*. Sembra emergere un profilo di azione prevalentemente centrato sul docente. Nella scuola primaria l'azione diretta del docente assorbe il 53% del tempo totale. Un tempo minore pari al 39% del totale è dedicato alla *pratica indipendente*, alla *valutazione dell'apprendimento*, alla *revisione dei compiti a casa*. Nella scuola secondaria, il 54% del tempo è centrato sull'azione diretta del docente mentre il 43% è dedicato alla *soluzione indipendente dei problemi*, a *compiti di verifica* e alla *revisione dei compiti a casa*. Se si confrontano i dati provinciali con quelli nazionali, ciascun risultato si proietta su scala nazionale riproducendo in entrambi gli ordini di scuola percentuali pressoché simili. La scuola trentina sembra non discostarsi rispetto alle consuetudini didattiche consolidate nel contesto nazionale.
5. *Compiti a casa*. Gli alunni dei docenti che danno un'enfasi bassa ai compiti a casa (li assegnano solo in alcune lezioni e il loro svolgimento prevede un tempo inferiore a trenta minuti) hanno risultati migliori nella prova di matematica rispetto ad alunni i cui docenti danno un'importanza moderata o alta. I compiti a casa non sembrano produrre risultati di apprendimento pari all'enfasi che ad essi viene attribuita dai docenti.
6. *Verifiche assegnate e fonti di informazione valutativa*. Prevale una tendenza a utilizzare quesiti a risposta aperta piuttosto che quesiti a risposta chiusa. Il 41% di studenti lavora su prove per metà costituite da domande aperte e chiuse. I docenti attribuiscono maggiore importanza a forme di rilevazione interna (questionari, compiti in classe e giudizio personale) piuttosto che alle prove di valutazione nazionali o regionali: nel 91% dei casi viene attribuita «una moderata importanza, poca o nessuna importanza». Una percentuale piuttosto alta visto l'impegno che da anni in Trentino si dedica alle valutazioni standardizzate dei risultati di apprendimento. È come se da un lato vi fossero gli apparati tecnici della valutazione e, dall'altro, un atteggiamento di scarso investimento su questa tipologia di fonti informative. Per quanto riguarda le *operazioni cognitive sollecitate* prevalgono il «ricordare» e l'«applicare» (86% dei casi). Appaiono, invece, sensibilmente trascurate il «ricercare» e il «giustificare». Due operazioni che, probabilmente, richiederebbero la preparazione di compiti, materiali e attività maggiormente sfidanti.
7. *Uso del libro di testo*. Nel contesto italiano e trentino, sebbene il libro di testo sia ampiamente adottato, esso viene considerato solo una risorsa aggiuntiva. Fuori dai confini nazionali, sia nella scuola primaria sia nella secondaria, i docenti lo considerano uno strumento didattico: ha un ruolo centrale nell'insegnamento della matematica.
8. *Attività didattiche basate sul computer*. Nella scuola primaria il 30% di alunni trentini ha un *computer da utilizzare* durante le lezioni. Sebbene il dato sia in linea con quello nazionale è lontano di 16 punti rispetto alla media internazionale. Nella scuola secondaria, la percentuale è minore e pari al 26%. Per quanto riguarda le *attività didattiche basate sul computer* in entrambi gli ordini di scuola si registrano percentuali molto alte di dati omessi: 72% nella scuola primaria, 74% nella scuola secondaria. Le risposte mancanti possono indicare che nel 2007 v'era un'assenza piuttosto diffusa di attività didattiche basate sul computer.

BIBLIOGRAFIA

Barbaranelli, C. (2006). *Analisi dei dati con SPSS II. Le analisi multivariate*. Roma: Led.

Checchi, D., & Braga, M. (2009). Divario territoriale e formazione delle competenze degli studenti quindicenni. *RicercAzione*, *1* (1), 115-131.

Marconato, G. (a cura di) (2009). *Le tecnologie nella didattica. Lo stato dell'arte all'inizio del nuovo millennio*. Trento: Erickson.

MPI (2007). *Le indicazioni per il curricolo*. Roma: MPI.

Mullis, I. V. S., et al. (2005). *TIMSS 2007 assessment framework*. Boston: Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

Mullis, I. V. S., Martin, M. O., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007. International Mathematics Report. Findings from IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grades*. Boston: Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

VARIABILI PSICOSOCIALI, STRATEGIE DIDATTICHE E APPRENDIMENTO DELLE SCIENZE

IL CASO TRENTINO NELL'INDAGINE TIMSS 2008

Francesco Pisanu

IPRASE del Trentino

PER CHIEDERE NOTIZIE O SCAMBIARE OPINIONI SU QUESTO ARTICOLO, L'AUTORE PUÒ ESSERE CONTATTATO AL SEGUENTE INDIRIZZO:

Via Gilli, 3
38120 Trento (Italy)
Tel.: 0461 494367
Fax: 0461 494399
E-mail: francesco.pisanu@iprase.tn.it

ABSTRACT

This paper aims to contribute to the empirical debate concerning the relationships among psycho-social variables, for example, the construct of academic self-concept, perceived self-efficacy, etc., teaching methods and variables related to cognitive performance in science in the educational context. A series of confirming results were obtained by studying in detail a series of relational patterns among the foregoing variables using the TIMSS 2008 dataset referring to the sample provided by the Autonomous Province of Trento, based on a series of bivariate and multivariate analyses (factor analysis, multiple regression, logistic regression) at student level, compared to more traditional patterns (psycho-social variables influence the performances), while the discussion still remains open and requires further detailed studies concerning possible mediations between the two groups of variables, above all, in relation to the teaching variables.

Keywords: Academic self-concept – Attitudes about science – Academic achievement – Science learning – teaching strategies

ESTRATTO

Il presente lavoro si pone l'obiettivo di contribuire al dibattito empirico sui rapporti tra variabili di tipo psicosociale, come ad esempio il costrutto del concetto di sé accademico, l'autoefficacia percepita, ecc., variabili didattiche e variabili legate alle performance cognitive in ambito scientifico nel contesto educativo. Approfondendo una serie di pattern relazionali tra queste variabili, utilizzando il dataset TIMSS 2007 del campione della Provincia Autonoma di Trento, attraverso una serie di analisi bivariate e multivariate (analisi fattoriale, regressione multipla, regressione logistica) al livello studente, si sono raggiunte una serie di conferme rispetto a pattern più tradizionali (variabili psicosociali influenzano le performance), mentre rimane ancora aperto per ulteriori approfondimenti il discorso sulle possibili mediazioni tra i due raggruppamenti di variabili, soprattutto in rapporto a variabili di tipo didattico.

Parole chiave: Concetto di sé accademico – Atteggiamenti sulle scienze – *Achievement* accademico – Apprendimento delle scienze – Strategie didattiche

1. Introduzione

Il rapporto tra variabili psicosociali (atteggiamenti, motivazione, *self-efficacy*, set valoriale) e performance scolastiche è ormai un tema consolidato nella ricerca educativa. Da questo punto di vista, si ritiene che ciò che viene comunemente ricondotto al «concetto di sé» (*self-concept*) e ai livelli di successo formativo (*achievement*) siano, in una visione di insieme, delle componenti chiave delle *literacy* matematiche e scientifiche, anche in una prospettiva cross-culturale (Wang, Oliver & Staver, 2008). In prima battuta è possibile definire il costrutto di concetto di sé come l'insieme delle percezioni che ciascun individuo ha su se stesso; quindi come l'insieme di caratteristiche, attributi, qualità e mancanze, capacità e limiti, valori e relazioni che i soggetti riconoscono come descrittori di se stessi, e come base di conoscenza per definire la propria identità (Hamachek, 1985). Nello specifico dell'ambito educativo, ad esempio, il concetto di sé in scienze e matematica può essere definito come la percezione delle abilità individuali, da parte degli stessi individui, nel «far bene» in matematica e scienze, e nella dimestichezza nell'apprendimento di questa disciplina (Wilkins, 2004).

L'attività empirica di questi ultimi decenni si è concentrata nello studio di differenti tipologie di relazioni, sia associative che predittive, tra il costrutto del concetto di sé e le principali tipologie di *literacy*, ad esempio scientifica e matematica. Nonostante l'elevato numero di studi, non ci sono ancora delle solide evidenze che consentono di identificare una direzione univoca nel legame tra queste due tipologie di variabili. Una serie di studi (ad esempio Wilkins, Zembylas & Travers, 2002; Wilkins, 2004; Wang & Lin, 2008), arrivano a ricondurre sostanzialmente a quattro principali pattern causali tra variabili psicosociali e performance accademiche:

1. le performance accademiche determinano le caratteristiche del concetto di sé riferito ai principali ambiti disciplinari; in genere questa prospettiva viene definita come *skill development model* (Byrne, 1996; Skaalvik & Valas, 1999);
2. livelli del concetto di sé influenzano le performance accademiche; in questo caso si parla di *self-concept enhancement model* (Marsh, 1992; Shavelson & Bolus, 1982);
3. livelli del concetto di sé e performance accademiche si influenzano vicendevolmente; il cosiddetto *Reciprocal model* (Marsh, Hau & Kong, 2002; Marsh et al., 2005);
4. un'ultima serie di studi (ad esempio Papanastasiou, 2002) ha ipotizzato la presenza di variabili concomitanti che possono influenzare sia gli aspetti psicosociali che i livelli di performance dei discenti; tra queste sono identificabili altre tipologie di variabili individuali e contestuali, e variabili di tipo accademico e non accademico (tra le altre, variabili di tipo didattico, supporto famigliare, livelli di ansietà, aspettative di successo, ecc.).

Wilkins (2004) attribuisce questi esiti contraddittori soprattutto a differenze legate al disegno di ricerca e del livello di analisi considerato. In genere, approfondendo le analisi a livello studente si ottengono delle relazioni positive tra le variabili psicosociali e le performance cognitive. Se si passa invece su livelli più ampi, ad esempio con aggregamenti al livello paese/nazione, è molto probabile trovare una relazione negativa tra queste variabili. Altri ricercatori (ad esempio Matsumoto, 2001) danno una spiegazione di questo fenomeno come legata all'influenza delle caratteristiche culturali prevalenti in ciascun Paese sui singoli soggetti.

Il presente lavoro si inserisce all'interno di questo dibattito brevemente introdotto. Concentrandosi sul livello individuale, e sui pattern relazionali tra variabili psicosociali, variabili didattiche e di *achievement* 2) e 4) precedentemente introdotti, la finalità principale è uno studio del rapporto tra le variabili psicosociali legate all'apprendimento di scienze e livelli di *achievement* nello stesso ambito disciplinare all'interno del frame work TIMSS 2007, nello specifico per quanto riguarda il contesto della Provincia Autonoma di Trento, il cui sistema scolastico e formativo presenta, in termini di policy, una consistente centratura tra dimensioni psicosociali e performance di apprendimen-

to.[1] Il lavoro è organizzato nel modo seguente. Una prima parte verrà dedicata a un approfondimento della letteratura di settore del rapporto tra variabili psicosociali e apprendimento delle scienze. Una parte intermedia verrà dedicata alla descrizione del disegno di ricerca e della metodologia di analisi utilizzata. Le due sezioni successive approfondiranno gli esiti dell'analisi per quanto riguarda l'apprendimento delle scienze, e ne discuteranno le implicazioni rispetto al dibattito attuale su tema.

Come si vedrà, giusto per consentire un accesso e una lettura del testo e delle analisi più agevoli, per la prima parte di analisi, dedicata al rapporto diretto tra variabili psicosociali e livelli di *achievement*, emerge un rapporto evidente tra le polarità più positive degli indici psicosociali e le migliori performance nelle prove cognitive in scienze, sia per quanto riguarda la scuola primaria che per la scuola secondaria. In sostanza, chi ha un atteggiamento positivo e una buona percezione di sé per quanto riguarda l'apprendimento delle scienze, in genere ha delle performance migliori nelle prove cognitive. Il discorso si presenterà in maniera meno lineare nella seconda parte delle analisi, in cui si cercherà di modulare questo rapporto in termini causali, considerando anche il ruolo giocato da variabili didattiche percepite dagli studenti. In questo caso lo scenario vede gli studenti della scuola primaria centrati su un rapporto «interno» (prevalenza dell'autoefficacia) tra il concetto di sé e le performance in scienze, mentre quelli della scuola secondaria di primo grado appaiono maggiormente centrati su una concezione più strumentale delle scienze in ambito scolastico. Per quanto riguarda il ruolo delle variabili didattiche percepite dagli studenti, ci troveremo di fronte a un mix particolare, in cui strategie didattiche più tradizionali (ad esempio lo studio individuale, oppure attività di *modeling* da parte dell'insegnante) si integrano, soprattutto nella scuola secondaria di primo grado, con una didattica in parte basata su compiti autentici, nell'influenzare gli atteggiamenti positivi e la concezione di sé nell'apprendimento delle scienze. Soprattutto questi ultimi punti verranno presi in considerazione per quanto riguarda possibili indicazioni operative sulle pratiche didattiche.

2. Pattern relazionali tra variabili psicosociali, variabili di background e *achievement* delle scienze: una rassegna della letteratura

Così come per l'apprendimento della matematica, anche per il ruolo di variabili psicosociali e di background nell'apprendimento delle scienze l'interesse della ricerca educativa e sociale si è decisamente consolidato negli ultimi decenni, pur non seguendo delle traiettorie definite. I primi pionieristici lavori di Klopfer (1971), su cui si basa, ad esempio, una buona parte della struttura concettuale del frame work dell'indagine OCSE-PISA, considerano una serie di comportamenti «affettivi» nell'educazione delle scienze, come la manifestazione di atteggiamenti favorevoli nei confronti della scienza e degli scienziati, l'accettazione dell'indagine scientifica come un vero e proprio modo di pensare, il divertimento e la partecipazione nelle esperienze di apprendimento delle scienze, ecc. Successivamente, dopo i primi lavori di Gardner (1975), la ricerca sugli atteggiamenti sulle scienze si è come divisa in due blocchi.

Il primo ha concepito questa tipologia di atteggiamenti non come un costrutto unitario, ma costituito da una serie di costrutti inferiori, ciascuno dei quali contribuisce in maniera variabile agli atteggiamenti complessivi individuali. Questi studi (ad esempio Breakwell & Beardsell, 1992; Koballa Jr., 1995; Woolnough, 1994) hanno utilizzato una lunga lista di componenti degli atteggiamenti. Tra le principali: la percezione dell'insegnante di scienze; il livello di ansietà percepita sulle scienze; il valore delle scienze; l'autostima nelle scienze; il successo formativo nelle scienze, ecc.

Il secondo blocco considera gli atteggiamenti verso le scienze come una misura delle pre-

[1] Si considerino ad esempio le proposte sui piani di studio provinciali per il primo e i secondo ciclo (www.vivoscuola.it).

ferenze e dei sentimenti espressi su un particolare oggetto da parte di un individuo. Non necessariamente questo set di percezioni deve essere legato o associato a un comportamento particolare da parte di uno studente, ma il comportamento diventa il focus principale di attenzione, piuttosto che l'atteggiamento stesso. Ad esempio, alcuni modelli di matrice psicosociale come la teoria dell'azione ragionata (*Theory of Reasoned Action,* TRA; Ajzen & Fishbein, 1980), che possiamo considerare come la base di partenza della teoria del comportamento pianificato (TPB), si focalizzano sulla distinzione tra atteggiamenti verso alcuni «oggetti» e atteggiamenti verso specifiche azioni che possono essere «performate» attraverso e verso questi oggetti. La distinzione è la stessa che ci può essere tra atteggiamenti verso la scienza e atteggiamenti verso il fare scienze a scuola. In questo caso, secondo la TRA, sarebbero proprio gli atteggiamenti «specifici» a essere degli ottimi predittori dei comportamenti. La teoria dell'azione ragionata è stata applicata con successo ad alcuni studi sugli atteggiamenti sulle scienze in ambito educativo (ad esempio, Crawley & Black, 1992; Crawley & Coe, 1990).

Tra i fattori che influenzano gli atteggiamenti degli studenti sulle scienze, Osborne, Simon e Collins (2003) indicano due classi principali: la prima comprende fattori di tipo individuale, come il genere e le caratteristiche di personalità; mentre la seconda si focalizza su aspetti ambientali, come gli aspetti socioeconomici, i fattori legati al contesto classe e agli insegnanti, variabili legate al curriculum, ecc. Aspetti, questi, come si vedrà più avanti in questo lavoro, presi in considerazione anche nell'indagine TIMSS 2007.

Un altro filone di studi si è interessato all'influenza delle attività d'aula nel consolidarsi degli atteggiamenti sulle scienze. Ad esempio, gli studi di Myers e Fouts (1992) hanno dimostrato come degli atteggiamenti positivi siano strettamente legati con alti livelli di coinvolgimento dello studente all'interno della classe, con alti livelli di supporto personale da parte degli insegnanti e da parte dei compagni di classe, e soprattutto con l'utilizzo di tutta una serie di metodologie didattiche attive (come i laboratori, l'apprendimento cooperativo, ecc.), che aumentano considerevolmente la partecipazione degli studenti non solo dal punto di vista dei contenuti, ma anche dell'applicazione pratica dei contenuti stessi in contesti «reali».

L'indagine TIMSS, nella sua versione del 2007 (2008 per il Trentino), si inserisce all'interno di questo filone di studi, proponendo una serie di misure per le variabili psicosociali e di background, su differenti tipologie di questionario, rivolte a differenti tipologie di target/rispondenti: un questionario scuola, un questionario insegnante, un questionario studente e un questionario sul curricolo. Nello specifico, in questo lavoro, verranno prese in considerazione alcune variabili presenti nel questionario studente, riconducibili alla sezione di chiusura del *TIMSS curriculum model* (Mullis et al., 2009) chiamata *attained curriculum*, e che riguarda le caratteristiche degli studenti e i relativi esiti in termini di *achievement*. Questo strumento propone domande sul background e sulle risorse per l'apprendimento disponibili a casa, per ciascun studente, sugli atteggiamenti riguardo l'apprendimento di matematica e scienze e sui vissuti e percezioni nell'apprendimento di queste discipline (Erberber, Arora & Preuschoff, 2008).

3. Obiettivi e metodo

Sono sostanzialmente tre gli obiettivi di questo lavoro:

1. Il primo è riconducibile a una descrizione della struttura fattoriale, in termini confermativi, del costrutto del concetto di sé su scienze nel campione trentino. Legato a questo è l'esito della misura delle componenti dello stesso costrutto nei due gradi scolastici considerati dall'indagine TIMSS (quarta primaria e terza secondaria di primo grado). Analisi di questo tipo sono state recentemente proposte in letteratura per verificare la tenuta della struttura fattoriale del concetto di sé in matematica e scienze in particolari contesti culturali (ad esempio, Liu & Meng, 2010). La domanda di ricerca

principale è: «quali sono le caratteristiche psicometriche delle misure del concetto di sé in scienze all'interno del campione di studenti trentini?».

2. Il secondo obiettivo è legato allo studio del rapporto tra variabili psicosociali e livelli di *achievement* in scienze, sempre all'interno del contesto trentino. Come già anticipato, questa parte dello studio si inserisce all'interno del *self-concept enhancement model* (Marsh, 1992; Shavelson & Bolus, 1982), in cui le dimensioni psicosociali vengono considerate come variabili indipendenti che influenzano le prestazioni cognitive degli studenti nell'ambito disciplinare considerato. La domanda di ricerca principale è: «qual è, all'interno del campione trentino, il rapporto tra variabili psicosociali e variabili cognitive nell'apprendimento delle scienze?».
3. Il terzo obiettivo si inserisce all'interno della quarta tipologia di pattern causali precedentemente presentata, che considera il ruolo di altre tipologie di variabili individuali, comportamentali e didattiche nel caratterizzare il rapporto tra concetto di sé e livelli di *achievement* (ad esempio, Peralta-Sanchez & Sanchez-Roda, 2003). La domanda di ricerca principale, in questo caso, è: «è possibile ipotizzare il ruolo di alcune variabili centrate sulla didattica percepita dagli studenti, presenti nel questionario studenti, nella modulazione del rapporto tra variabili psicosociali e variabili cognitive, nell'apprendimento delle scienze tra gli studenti trentini?».

Il dataset utilizzato è quello relativo al Trentino per i due gradi scolastici (quarta primaria n = 1462; terza secondaria di primo grado n = 1658). Per quanto riguarda il secondo obiettivo di ricerca, verranno utilizzati dei dati per confronti con il campione italiano (quarta primaria n = 4470; terza secondaria di primo grado n = 4408). Per il primo e il secondo obiettivo di ricerca verranno utilizzati gli item che compongono le misure psicosociali, rispettivamente otto item per la scuola primaria e 12 item per la scuola secondaria di primo grado e i relativi indici costruiti computando il punteggio medio delle diverse componenti (due indici per la quarta primaria e tre indici per la terza secondaria di primo grado; Martin & Preuschoff, 2008).

La parte dedicata all'analisi e al commento dei dati sulle variabili psicosociali legate all'apprendimento delle scienze verrà organizzata in questo modo: una prima, dedicata alle statistiche descrittive della struttura fattoriale (metodo di estrazione dei fattori: massima verosimiglianza) delle variabili considerate e dei relativi indici proposti nel dataset TIMSS 2007 per il Trentino, con un approfondimento bivariato tra le categorie ordinali degli indici (come vedremo, da «alto» a «basso», passando per «intermedio», utilizzando le etichette originali in inglese nei grafici, «high», «medium» e «low») e la media dei punteggi degli studenti alle prove cognitive (i cosiddetti *achievement scores)*. Per la parte descrittiva e fattoriale, gli item considerati sono misurati su una scala likert a quattro punti, dove 1 = «del tutto d'accordo», 2 = «d'accordo», 3 = «in disaccordo», 4 = «del tutto in disaccordo». La seconda parte sarà dedicata alla studio di una serie di modelli di regressione multipla e di regressione logistica, considerando, in una prima fase, l'effetto delle combinazioni delle variabili psicosociali sulle performance cognitive, e in seconda battuta l'effetto delle variabili didattiche (presenti nel questionario studente: 10 item per la scuola primaria e 16 per la scuola secondaria, misurati su una scala a quattro punti, ricodificata nella sequenza 1 = «mai», 2 = «alcune lezioni», 3 = «circa metà della lezioni», 4 = «ogni o quasi ogni lezione») sulle stesse variabili psicosociali. Per le variabili psicosociali verrà considerata la modalità più positiva, ricodificata in maniera dicotomica (1 = modalità high, 0 = modalità non high). Dal punto di vista tecnico, i calcoli sono stati effettuati utilizzando i software SPSS 17, AM Statistical software e IDB Analyzer.

4. Approfondimento sulle scienze

4.1. I dati della scuola primaria

I primi due indici che verranno presi in considerazione derivano dalla stessa batteria di item

(nel questionario per la quarta primaria la domanda numero 8; nel questionario per la terza secondaria di primo grado la domanda numero 11 e 12). Verranno presentati prima i dati della scuola primaria e in sequenza quelli della scuola secondaria di primo grado.

In Tabella 1, per quanto riguarda le statistiche descrittive, il valore medio più elevato è dell'item «Amo le scienze» (M = 2,11, DS = 1,04), mentre il meno consistente è, piuttosto prevedibilmente, dal punto di vista degli studenti, «Le scienze sono noiose» (M = 1,74, DS = 0,94). La saturazione fattoriale evidenziata conferma ampiamente la struttura fattoriale originaria, con esiti positivi per quanto riguarda il test di bontà di adattamento ($\chi^2(13) = 532{,}17$, $p > 0{,}05$). Il primo fattore (che spiega, in base ai dati trentini, poco più del 44% della varianza complessiva), «Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze», appare caratterizzato principalmente dagli item «Amo le scienze» e «Mi piace studiare le scienze»; il secondo (che spiega una porzione ben più ridotta di varianza, circa il 7%), «Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze», appare invece caratterizzato dall'accoppiata «Imparo le scienze facilmente» e «Di solito vado bene in scienze».

Nella parte bassa della Tabella 1 le statistiche descrittive dei due fattori principali ci danno una sostanziale similarità (in termini di media e deviazione standard), e un discreto livello di correlazione (r = 0,462). Complessivamente il primo indice, dedicato agli atteggiamenti positivi nei confronti dell'apprendimento delle scienze, risulta avere una migliore tenuta in termini di affidabilità.

La Figura 1 apre la breve sequenza di analisi bivariate dei due indici utilizzati nell'indagine per gli studenti della classe quarta della scuola primaria. In questo caso i punteggi, per l'indice «Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze», del campione trentino e del campione italiano sono abbondantemente sopra la soglia di 500. La differenza tra i due campioni considerati non è così consistente, soprattutto nella modalità più positiva dell'indice: poco più di 10 punti, mentre si stabilizza sui 20 nelle altre due modalità. Una serie di t-test a posteriori conferma comunque questa differenza come l'unica significativa tra le tre modalità ($t(1228) = -2{,}31$, $p < 0{,}05$).

La Figura 2 considera i punteggi delle prove cognitive sulle tre modalità dell'indice «Fiducia

TABELLA 1

Esito dell'analisi fattoriale, analisi di affidabilità e correlazione degli indici su fiducia e atteggiamento positivo per la classe IV della scuola primaria

Variabili	M	DS	Fattore 1	Fattore 2	Alfa di Cronbach (se l'item è escluso)
a) Di solito vado bene in scienze	1,84	0,665	–	0,601	0,614
b) Mi piacerebbe studiare più scienze a scuola	2,06	0,954	0,706	–	0,847
c) Le scienze sono più difficili per me che per molti miei compagni	2,01	0,933	–	0,523	0,627
d) Mi piace studiare le scienze	1,92	0,905	0,774	–	0,814
e) Non sono bravo/a in scienze	2,01	0,933	–	0,431	0,683
f) Imparo le scienze facilmente	1,99	0,821	–	0,685	0,577
g) Le scienze sono noiose	1,74	0,944	0,626		0,861
h) Amo le scienze	2,11	1,043	0,828	–	0,797
Indici	**M**	**DS**	**Fattore 1**	**Fattore 2**	**Alfa di Cronbach**
1. Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze	1,48	0,765	1	0,462	0,868
2. Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze	1,44	0,626	0,462	1	0,690

Varianza totale spiegata dai due fattori = 63,78% (Fattore 1 = 44,28%; Fattore 2 = 7,02%).
Gli item c), e) e g) sono stati ricodificati in modalità inversa rispetto alla scala originaria.
Tutte le correlazioni sono significative per $p < 0{,}001$.

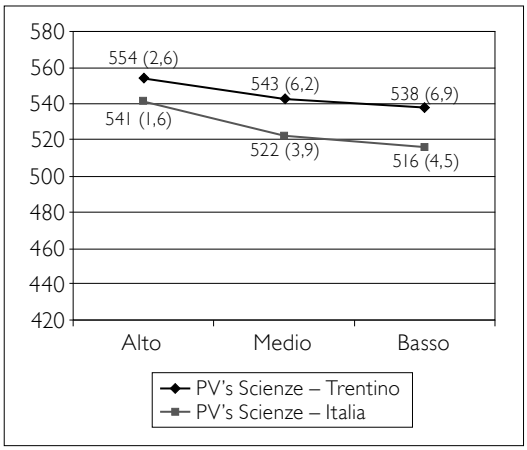


Fig. 1 Medie dei punteggi di achievement in Scienze sui tre livelli dell'indice di «Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze» (tra parentesi una stima dell'errore standard).

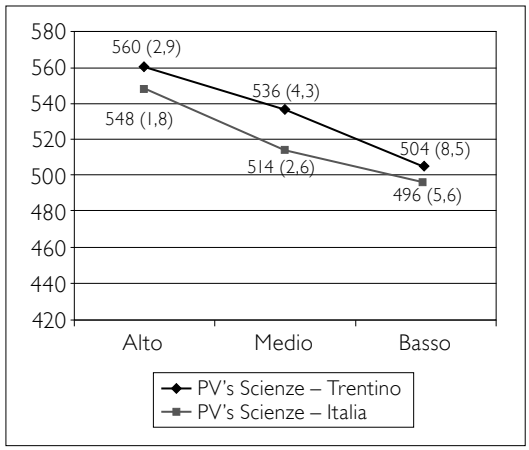


Fig. 2 Medie dei punteggi di achievement in Scienze sui tre livelli dell'indice di «Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze» (tra parentesi una stima dell'errore standard).

nella propria capacità di imparare le scienze». Si può notare come il trend si differenzi, non tanto in termini di direzione, ma di entità, rispetto al precedente indice. Si mantiene ferma la «consuetudine» del «giudizio più positivo = punteggio più alto», ma si creano decise differenze tra le tre modalità dell'indice. Considerando il campione trentino (che continua a staccarsi, in termini positivi, rispetto a quello italiano), chi ha un alto livello di fiducia nell'apprendimento delle scienze, si situa, in media, su un punteggio pari a 560. Dall'altra parte della scala, chi ha un giudizio basso rispetto alla proprie capacità di riuscita nello stesso ambito si ritrova un punteggio di quasi 60 punti più basso. La modalità intermedia sembra spezzare esattamente in due questo andamento. I t-test a posteriori confermano, ovviamente, il dato percettivo, con differenze ampiamente significative tra le modalità dell'indice ($p < 0{,}001$).

4.2. I dati della scuola secondaria di primo grado

Per la scuola secondaria di primo grado sono presenti nel dataset trentino TIMSS 2007 tre indici che riassumono l'intero set di variabili psicosociali a disposizione (complessivamente 12 variabili, di cui solo 11 utilizzate per la costruzione degli indici, in base alle indicazioni del manuale tecnico TIMSS 2007).

Le statistiche descrittive (Tabella 2) ci danno come punteggio medio più elevato quello di «Amo le scienze» ($M = 2{,}75$, $DS = 0{,}94$), che è anche l'item con il maggiore scostamento rispetto alla media. In sequenza, non viene premiato dai soggetti della terza secondaria di primo grado un riferimento al proprio futuro professionale, con l'item «Devo andare bene in scienze per fare il lavoro che mi piace» ($M = 2{,}66$, $DS = 0{,}92$). Il punteggio più basso, invece, è dell'item «Di solito vado bene in scienze» ($M = 2{,}13$, $DS = 0{,}73$).

La struttura a tre fattori presente nel documento tecnico TIMSS 2007 viene confermata in questa analisi (test di bontà di adattamento: $\chi^2(33) = 282{,}41$, $p > 0{,}05$), con una porzione di varianza spiegata che si assesta poco oltre il 67%. Anche in questo caso è presente un fattore prevalente, il primo, che spiega circa il 44% della varianza complessiva. In base agli esiti delle saturazioni fattoriali, il primo fattore «Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze» sembra maggiormente caratterizzato dagli item «Di solito vado bene in scienze» e «Imparo le scienze facilmente». Il secondo fattore, «Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze», presenta delle saturazioni molto omogenee

TABELLA 2

Esito dell'analisi fattoriale, analisi di affidabilità e correlazione degli indici su fiducia e atteggiamento positivo per la classe III della scuola secondaria di primo grado

Variabili	M	DS	Fattore 1	Fattore 2	Fattore 3	Alfa di Cronbach (se l'item è escluso)
a) Di solito vado bene in scienze	2,13	0,732	0,715	–	–	0,763
b) Mi piacerebbe studiare più scienze a scuola	2,50	0,903	–	0,687	–	0,862
c) Le scienze sono più difficili per me che per molti miei compagni	2,09	0,770	0,616		–	0,814
d) Mi piace studiare le scienze	2,33	0,865	–	0,659	–	0,843
e) Le scienze non sono il mio forte	2,34	0,905	0,657	–	–	0,777
f) Imparo le scienze facilmente	2,34	0,804	0,712	–	–	0,755
g) Le scienze sono noiose	2,17	0,928	–	0,627	–	0,871
h) Amo le scienze	2,75	0,940	–	0,688	–	0,840
i) Credo che imparare le scienze mi aiuti nella vita quotidiana	2,21	0,765	–	–	0,373	0,754
j) Ho bisogno delle scienze per imparare altre materie scolastiche	2,58	0,768	–	–	0,491	0,718
k) Devo andare bene in scienze in modo da iscrivermi alla scuola secondaria superiore che preferisco	2,49	0,894	–	–	0,793	0,672
l) Devo andare bene in scienze per fare il lavoro che mi piace	2,66	0,916	–	–	0,775	0,677
Indici	**M**	**DS**	**Fattore 1**	**Fattore 2**	**Fattore 3**	**Alfa di Cronbach**
1. Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze	1,68	0,734	1	0,578	0,292	0,824
2. Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze	1,91	0,827		1	0,443	0,886
3. Valori attribuiti allo studio della scienze	1,96	0,721			1	0,764

Varianza totale spiegata dai due fattori = 67,54% (Fattore 1 = 43,66%; Fattore 2 = 9,29%; Fattore 3 = 3,9%).
Gli item c), e) e g) sono stati ricodificati in modalità inversa rispetto alla scala originaria.
Tutte le correlazioni sono significative per $p < 0,001$.

tra loro, con una lieve prevalenza dell'item, ormai ricorrente nelle selezioni di queste analisi, «Amo le scienze». Il terzo fattore presenta per metà, a differenza dei precedenti, anche delle saturazioni basse (tra 0,3 e 0,5), oltre alle solite intorno a 0,8. In questo caso è ipotizzabile una struttura tendenzialmente bipolare, che vede nelle saturazioni elevate del fattore un riferimento alla soddisfazione personale del singolo (ad esempio «Devo andare bene in scienze per fare il lavoro che mi piace»), e in quelle più basse un riferimento a una soddisfazione maggiore strumentale (ad esempio «Ho bisogno delle scienze per imparare altre materie scolastiche»). Intorno a queste due polarità si costruisce, probabilmente, il set valoriale dello studente rispetto al proprio approccio nello studio delle scienze. Nella parte bassa della Tabella 2 il set valoriale e gli atteggiamenti sono gli indici con un punteggio medio più elevato, poco sotto il 2.

La Figura 3 descrive il trend dei punteggi alle prove cognitive in scienze sulle tre modalità dell'indice «Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze». Come per la classe quarta della scuola primaria, anche per gli studenti di terza secondaria di primo grado (trentini e italiani) il passaggio dalla polarità positiva a quella negativa dell'indice comporta la perdita di circa 60 punti, portando gli studenti al di sotto della soglia di 500. In questo caso, il divario è già molto ampio tra la modalità positiva e quella intermedia (poco più di 40 punti), mentre è più ridotto tra quella intermedia e quella negativa. Le differenze significative tra le modalità dell'indice, per gli studenti trentini, sono confermate dai t-test a posteriori ($p < 0,001$).

La Figura 4 descrive un andamento simile, anche se più contenuto in termini di entità, per quanto riguarda l'indice «Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze». In questo

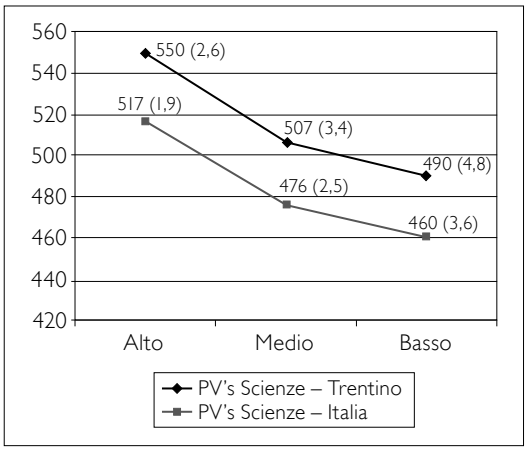


Fig. 3 Medie dei punteggi di achievement in Scienze sui tre livelli dell'indice di «Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze» (tra parentesi una stima dell'errore standard).

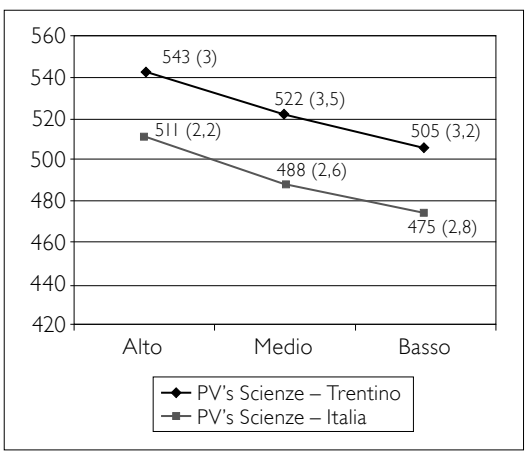


Fig. 4 Medie dei punteggi di achievement in Scienze sui tre livelli dell'indice di «Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze» (tra parentesi una stima dell'errore standard).

caso il gap di punteggio alle prove cognitive tra la modalità più positiva e quella negativa è di circa 40 punti, portando comunque gli studenti trentini al di sopra della soglia di 500 (a differenza del campione italiano che scende al di sotto di questa già dalla modalità intermedia). La modalità intermedia, per i trentini, funge da esatto punto mediano tra i punteggi più alti e più bassi, presentando una stima dell'errore standard piuttosto contenuta. Anche in questo caso le differenze significative tra le tre modalità sono confermate dai t-test a posteriori ($p < 0{,}001$).

La Figura 5, presentando il trend dell'indice sui «Valori attribuiti allo studio delle scienze», conclude la breve rassegna sui tre indici psicosociali. Quest'ultimo indice considerato non si discosta molto, in termini di andamento, rispetto ai precedenti, conservando dei punteggi più elevati degli studenti del Trentino rispetto al campione italiano, e la classica associazione tra modalità più positiva e livello di *achievement* più elevato. Una differenza sostanziale è una maggiore vicinanza tra i livelli positivo e intermedio (di circa 10 punti). I t-test a posteriori evidenziano delle evidenti differenze significative tra le modalità dell'indice, tranne che per le prime due modalità ($t(1252) = -1{,}95$, $p > 0{,}05$).

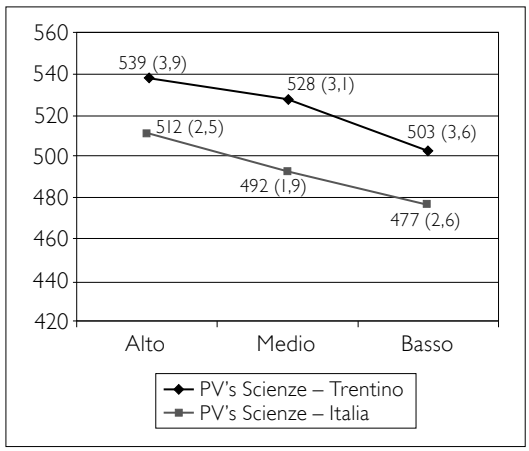


Fig. 5 Medie dei punteggi di achievement in Scienze sui tre livelli dell'indice di «Valori attribuiti allo studio delle scienze» (tra parentesi una stima dell'errore standard).

5. Il ruolo giocato complessivamente dagli indici psicosociali sui livelli di achievement in scienze e della didattica sugli indici: i dati della quarta primaria e della terza secondaria di primo grado

A questo punto, dopo aver considerato il rapporto tra i singoli indici e i livelli di *achievement,* attraverso i punteggi medi dei cinque PV's delle prove cognitive presenti nel databa-

se TIMSS, si rivela opportuno uno studio sul rapporto tra le variabili psicosociali, i livelli di *achievement* in scienze, e altre tipologie di variabili, riconducibili alla percezione, da parte degli studenti, dell'attività didattica organizzata in classe dai propri insegnanti per quanto riguarda lo studio delle scienze.

Attraverso modelli di regressione logistica si prenderà in considerazione, oltre agli indici precedentemente considerati, anche una serie di variabili presenti nel questionario studente della scuola primaria e della scuola secondaria di primo grado: da una parte dei riferimenti a una didattica più tradizionale (ad esempio «Imparo a memoria gli argomenti di scienze»), e dall'altra aspetti più innovativi, riferibili ad esempio all'organizzazione della classe in piccoli gruppi per la scuola primaria («Lavoro insieme ai miei compagni in piccoli gruppi»), in un probabile riferimento all'apprendimento cooperativo (Thurston et al., 2010), alla didattica nei cosiddetti «compiti autentici» per la scuola secondaria di primo grado («Applichiamo quello che impariamo in scienze alla vita quotidiana»; ad esempio Petraglia, 1998). Gli elementi considerati in questi modelli di regressione si basano su una serie di proposte presenti in letteratura che hanno studiato gli effetti di variabili di background, e legate all'insegnamento attivo sui livelli di *achievement* in scienze (ad esempio Osborne, Simon & Collins, 2003). Le modalità degli indici sono state utilizzate come *dummy* (in modo tale che il valore 1 indichi la presenza delle modalità e 0 l'assenza), considerando solo i punteggi delle modalità che si collocano nei livelli di «alta presenza» della variabile misurata (cioè, nel nostro caso, «high»). Vediamo ora gli esiti dei tre modelli di regressione multipla. Per quanto riguarda i punteggi di *achievement*, sono stati considerati contemporaneamente i cinque *plausible values* presenti nel dataset, come indicato dalla letteratura metodologica di settore (Rutkowski et al., 2010).

5.1. Esiti delle analisi per la scuola primaria

Il primo breve modello presentato in Tabella 3 include in un unico blocco le modalità più elevate dei due indici psicosociali sulle scienze. Il modello, intercettando solo una piccola porzione delle variabili che possono incidere sul punteggio composito alle prove cognitive in scienze, spiega poco meno del 7% della varianza complessiva ($R^2 = 0{,}066$; $F(2,1) = 7{,}08$, $p < 0{,}05$). Tra le due variabili indipendenti considerate solo la modalità più elevata dell'indice «Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze» risulta significativa ($\beta = 6{,}20$, $p < 0{,}000$). Vediamo ora, in una sorta di percorso a ritroso, quali sono gli elementi legati all'attività didattica a influire maggiormente sull'entità di questa variabile psicosociale, nella sua connotazione più positiva, quindi di maggiore presenza.

TABELLA 3

Modello di regressione multipla con variabili indipendenti le modalità più positive (high) dei due indici psicosociali sull'apprendimento delle scienze presenti nel database della scuola primaria (rispettivamente N = 989, N = 907) e variabile dipendente i 5 PV's in scienze

	B	ES	β z Score	Sig.
Costante	530,07	5,21	101,7	0,000
Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze (high)	0,05	5,83	0,01	0,992
Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze (high)	29,66	4,78	6,20	0,000

Un successivo modello di regressione logistica (utilizzando la variabile *dummy* «Fiducia» come variabile dipendente) ha cercato di stimare l'impatto della didattica percepita a livello studente sulla modalità più elevata dell'indice «Fiducia». Il modello contiene dieci variabili indipendenti (con la scala di misura invertita rispetto all'originaria presente nel dataset, che prevedeva il punteggio più basso, 1, per la modalità più frequente, e il più alto, 4, per la modalità meno frequente), corrispondenti agli item della domanda numero 9 del questionario studente per la scuola primaria. Il modello nel suo complesso è risultato significativo, per χ^2 (10, N = 1462) = 46,78, $p < 0{,}001$,

corroborando l'abilità del modello nel distinguere studenti che hanno un punteggio alto nell'indice «Fiducia», rispetto a coloro che, dall'altra parte, hanno punteggi più contenuti. La varianza spiegata dal modello è compresa tra il 4% (Cox and Snell R square) e il 5% (Nagelkerke R square). Questa soglia esigua di varianza spiegata sottolinea un contributo comunque ridotto da parte della didattica nello spiegare i punteggi alti vs bassi nell'indice «Fiducia».

Il modello in Tabella 4 presenta unicamente le variabili che riescono a dare un contributo significativo rispetto alla variabile dipendente considerata. Si può notare come le tre variabili «sopravvissute» siano in realtà riconducibili a modalità più tradizionali della didattica delle scienze, maggiormente centrate sull'individuo e su compiti cognitivi, piuttosto che ad attività sociali e maggiormente «pratiche». Nello specifico «Imparo a memoria gli argomenti di scienze» (β = -1,172), «Scrivo o fornisco una spiegazione per qualcosa che sto studiando in scienze» (β = -1,17) e «Risolvo i problemi di scienze da solo/a» (β = -1,142). Rimane sullo sfondo «Lavoro insieme ai miei compagni, in piccoli gruppi, su un esperimento o su un'indagine sperimentale di scienze» (p = 0,224).

TABELLA 4

Modello di regressione logistica con variabili indipendenti tutti gli item della domanda 9 del questionario studente per la scuola primaria (in tabella sono riportati solo i contributi significativi) e variabile dipendente la modalità più elevata *(dummy)* dell'indice «Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze»

	B	ES	β z Score	Sig.
Costante	-1,058	0,353	0,347	0,003
Imparo a memoria gli argomenti di scienze	0,159	0,060	1,172	0,008
Scrivo o fornisco una spiegazione per qualcosa che sto studiando in scienze	0,157	0,057	1,170	0,006
Risolvo i problemi di scienze da solo/a	0,133	0,049	1,142	0,006

5.2. Esiti delle analisi per la scuola secondaria di primo grado

Lo stesso tipo di analisi può essere replicato per i punteggi degli studenti di terza secondaria di primo grado del campione trentino.

Il primo breve modello presentato in Tabella 5 include in un unico blocco le modalità più elevate dei tre indici psicosociali sulle scienze. A differenza del modello precedente per la scuola primaria, il modello spiega circa il 13% della varianza complessiva (R^2 = 0,129; F(3,1650) = 51,54, p < 0,001). Tra le tre variabili indipendenti considerate, due risultano dare un contributo significativo. Nello specifico la modalità più elevata dell'indice «Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze» (β = 2,13, p < 0,05) e dell'indice «Valori attribuiti allo studio della scienze» (β = 9,71, p < 0,001). Anche in questo caso, vediamo quali sono gli elementi legati all'attività didattica a influire maggiormente sull'entità di queste due variabili psicosociali.

TABELLA 5

Modello di regressione multipla con variabili indipendenti le modalità più positive (high) dei tre indici psicosociali sull'apprendimento delle scienze presenti nel database della scuola secondaria di primo grado (rispettivamente n = 649, N = 461, N = 798) e variabile dipendente i 5 PV's in scienze

Variabili considerate	B	ES	β z Score	p > |z|
Costante	500,51	2,92	171,41	0,000
Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze (high)	6,08	4,06	1,49	0,134
Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze (high)	9,61	4,51	2,13	0,033
Valori attribuiti allo studio delle scienze (high)	41,62	4,28	9,71	0,000

Il successivo modello di regressione logistica (utilizzando la variabile *dummy* «Atteggiamento» come variabile dipendente) ha cercato di stimare l'impatto della didattica percepita a livello studente sulla modalità più elevata dell'indice «At-

teggiamento». Il modello contiene sedici variabili indipendenti (anche in questo caso con la scala di misura invertita), corrispondenti agli item della domanda numero 13 del questionario studente per la scuola secondaria di primo grado. Il modello nel suo complesso è risultato significativo, per χ^2 (16, N = 1569) = 117,01, p < 0,001, corroborando l'abilità del modello stesso nel distinguere studenti che hanno un punteggio alto nell'indice «Atteggiamento», rispetto a coloro che, dall'altra parte, hanno punteggi più contenuti. La varianza spiegata dal modello è compresa tra il 7% (Cox and Snell R square) e il 10% (Nagelkerke R square). Una porzione più consistente di varianza rispetto al precedente modello per la scuola primaria. Come si può vedere (Tabella 6), delle sedici complessive variabili considerate, solo una, «Applichiamo quello che impariamo in scienze alla vita quotidiana», risulta avere un ruolo predittivo (β = 1,68, p < 0,001). L'aspetto legato ai compiti autentici, dunque, si rivela presente, in linea con le indicazioni della letteratura (Petraglia, 1998), mentre l'aspetto più collaborativo e sociale non riesce a emergere in questo caso: la variabile «Lavoriamo in piccoli gruppi su un esperimento o un'indagine sperimentale» non è risultata infatti significativa nel suo contributo (p = 0,668).

L'ultimo modello di regressione logistica è presentato in Tabella 7. In questo caso il match tra la modalità più elevata dell'indice «Valori» e le sedici variabili legate alla didattica delle scienze produce un modello significativo, per χ^2 (16, N = 1567) = 57,71, p < 0,001, corroborando l'abilità del modello stesso nel distinguere studenti che hanno un punteggio alto nell'indice «Fiducia», rispetto a coloro che, dall'altra parte, hanno punteggi più contenuti. La varianza spiegata dal modello è compresa tra il 4% (Cox and Snell R square) e il 5% (Nagelkerke R square). Come per la scuola primaria, questa soglia esigua di varianza spiegata sottolinea un contributo comunque ridotto da parte della didattica nello spiegare i punteggi alti vs bassi nell'indice «Fiducia».

TABELLA 6

Modello di regressione logistica con variabili indipendenti tutti gli item della domanda 13 del questionario studente per la scuola secondaria di primo grado (in tabella sono riportati solo i contributi significativi) e variabile dipendente la modalità più elevata *(dummy)* dell'indice «Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze»

	B	ES	β z Score	Sig.
Costante	-3,3	0,37	0,04	0,000
Applichiamo quello che impariamo in scienze alla vita quotidiana	0,52	0,07	1,68	0,000

TABELLA 7

Modello di regressione logistica con variabili indipendenti tutti gli item della domanda 13 del questionario studente per la scuola secondaria di primo grado (in tabella sono riportati solo i contributi significativi) e variabile dipendente la modalità più elevata *(dummy)* dell'indice «Valori attribuiti allo studio delle scienze»

	B	ES	β z Score	Sig.
Costante	-1,81	0,31	0,16	0,000
Osserviamo l'insegnante mentre fa un esperimento o un'indagine sperimentale	-0,18	0,07	0,83	0,017
Applichiamo quello che impariamo in scienze alla vita quotidiana	0,13	0,06	1,14	0,038
Ascoltiamo l'insegnante che fa lezione	0,22	0,06	1,25	0,000

In questo caso i predittori migliori risultano essere caratterizzati da una parte per la centratura sulla didattica innovativa («Applichiamo quello che impariamo in scienze alla vita quotidiana»; β = 1,14, p < 0,05), ma anche per caratteristiche spiccatamente tradizionali, come il modellamento dell'insegnante mentre esegue un'attività in laboratorio (Bandura, 1977), oppure per il semplice ascolto da parte degli studenti nei confronti dello stesso insegnante. Rimangono dunque sullo sfondo, anche per la scuola secondaria di primo grado, apparentemente con un ruolo scarso nello spiegare la variabilità dei punteggi alle prove cognitive in scienze, aspetti legati agli atteggiamenti nei confronti dello studio delle scienze.

6. Discussione e conclusioni

In base ai dati analizzati in questo capitolo, che riguardano il campione trentino, può essere raccolta una serie di evidenze sul ruolo giocato da variabili di tipo psicosociale nelle performance in matematica e in scienze, e su come queste possano essere influenzate da elementi inerenti la didattica. Ecco, in sequenza, la discussione degli esiti principali in base agli obiettivi esplicitati precedentemente nel testo.

In linea con le evidenze empiriche nell'ambito degli studi sulle scienze (anche se il dibattito, come per la matematica, è ancora aperto sull'argomento; si veda ad esempio la rassegna pubblicata nel 2003 da Osborne, Simon & Collins), emerge un rapporto evidente tra le polarità più positive degli indici psicosociali e le migliori performance nelle prove cognitive in scienze. Questo vale sia per la scuola primaria che per la secondaria di primo grado, e, in tono minore, per i diversi indici psicosociali considerati. In base ai dati a disposizione per il campione trentino, i punteggi medi maggiori nelle prove cognitive vengono raggiunti in concomitanza della modalità più positiva degli indici psicosociali. In genere, nella scuola primaria, anche in base all'età degli alunni intervistati, le polarizzazioni sono più consistenti rispetto alla secondaria di primo grado: le differenze, cioè, tra la modalità più positiva e quella intermedia degli indici, ad esempio, sono più consistenti in quarta primaria che in terza secondaria, tranne che per l'indice «Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze», che anche per le medie risulta molto polarizzato sulla modalità più positiva. Non sono evidenti, nel nostro caso, differenze significative rispetto al campione italiano, rispetto al quale il Trentino presenta una maggiore autonomia dal punto di vista dell'organizzazione del sistema e del servizio educativo. Evidentemente però l'autonomia non riesce a differenziare in maniera consistente (se non per quanto riguarda, aspetto non secondario, i punteggi più elevati) da un punto di vista culturale i due raggruppamenti (Matsumoto, 2001; Wilkins, 2004).

La prevalenza di una modalità in termini di «aggancio» verso una migliore performance cognitiva in scienze equivale, nella maggior parte dei casi, ad avere il maggior numero di studenti al proprio interno. Ad esempio, nella scuola secondaria di primo grado, l'indice «Atteggiamento positivo dello studente verso la scienze» ha un andamento opposto rispetto all'approfondimento sulla matematica, con il maggior numero di soggetti nella modalità «high». In questo caso, dunque, c'è una piena corrispondenza tra una maggioranza di studenti che ha un atteggiamento nei confronti dello studio delle scienze positivo, e allo stesso tempo un rendimento migliore, in termini di *achievement*, in questa disciplina. Per quanto riguarda il rapporto tra variabili psicosociali e *achievement*, i punteggi degli studenti trentini sono decisamente più elevati della media italiana, sia per quanto riguarda la primaria che la secondaria. Bisogna però sottolineare come le differenze siano meno evidenti nella primaria, soprattutto nelle modalità intermedia e bassa degli indici psicosociali.

Risulta ancora da approfondire il rapporto combinato tra differenti variabili psicosociali, variabili didattiche e gli esiti nelle prove cognitive in scienze. Gli esiti delle analisi sul campione trentino evidenziano la presenza di un rapporto significativo, anche se con livelli di varianza spiegata spesso intorno al 5%, tra variabili psicosociali rispetto alla variabile dipendente *achievement* in scienze, a riconferma del cosiddetto *self-concept enhancement model* (Marsh, 1992; Shavelson & Bolus, 1982). C'è tuttavia una serie di distinguo da fare.

Per quanto riguarda la scuola primaria, i dati indicano (Tabella 8), considerando un semplice modello di regressione al livello studente, solo la variabile «Fiducia» come contributo significativo sull'*achievement* in scienze. Per la secondaria, invece, le variabili «Atteggiamento positivo» e «Valori». Lo scenario descritto in questo modo può essere ricondotto a una doppia focalizzazione della rappresentazione dei singoli studenti per quanto riguarda il proprio rapporto con lo studio e l'apprendimento delle scienze in ambito scolastico, finalizzati

TABELLA 8
Schema riassuntivo sui contributi significativi emersi dai modelli di regressione multipla e logistica utilizzati

	Quarta primaria	Terza secondaria di I grado	
Variabili psicosociali sig. ↓ *Achievement* scienze	• Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze (high)	• Atteggiamento positivo dello studente verso le scienze (high)	• Valori attribuiti allo studio delle scienze (high)
Variabili didattiche sig. ↓ Variabili psicosociali	• Imparo a memoria gli argomenti di scienze • Scrivo o fornisco una spiegazione per qualcosa che sto studiando in scienze • Risolvo i problemi di scienze da solo/a	• Applichiamo quello che impariamo in scienze alla vita quotidiana	• Osserviamo l'insegnante mentre fa un esperimento o un'indagine sperimentale • Applichiamo quello che impariamo in scienze alla vita quotidiana • Ascoltiamo l'insegnante che fa lezione

al successo formativo. La focalizzazione della scuola primaria appare maggiormente centrata su aspetti maggiormente rivolti all'individualità del singolo studente («Fiducia») e meno su rappresentazioni attivate su «oggetto esterno» scienze. Il discorso si capovolge nella secondaria, dove la centratura non appare su elementi interni, ma alla rappresentazione e all'uso strumentale delle scienze. Se poi si indagano, dal punto di vista didattico, gli elementi che maggiormente potrebbero influire su questo set di atteggiamenti e rappresentazioni, ci si accorge come ci sia una sorta di congruenza tra elemento psicosociale «performante» sui rendimenti e strategia didattica percepita come prevalente. Nello specifico, l'aspetto «Fiducia» appare alimentato da strategie individuali e in buona parte cognitive («imparo a memoria», «risolvo problemi», ecc.); la dimensione «Atteggiamento positivo» è sostenuta da una didattica centrata su compiti autentici; infine la dimensione «Valori», appare frutto, in parte, di meccanismi trasmissivi/modellativi («osserviamo l'insegnante…»; «ascoltiamo l'insegnante…»), e in parte su attività autentiche, centrate sulla realtà quotidiana. Questi risultati sono in linea con una serie di evidenze in letteratura, che danno, in genere, maggior spazio alle strategie di insegnamento come influenza principale su variabili di tipo psicosociale legate alle scienze (si veda ad esempio Myers & Fouts, 1992).

L'elemento che più in assoluto risulta evidente nel contributo dato alla qualità delle performance cognitive sono sicuramente le modalità positive dell'indice «Fiducia nella propria capacità di imparare le scienze». Questo vale sia per la scuola primaria che, soprattutto, per la scuola secondaria. Se consideriamo le saturazioni fattoriali presenti nelle Tabelle 1 e 2, degli item che compongono questo indice, gli studenti della quarta primaria si presentano maggiormente bilanciati tra un livello di autoefficacia percepita positivo e negativo, mentre gli studenti della terza secondaria sembrano avere una maggiore focalizzazione sulla polarità positiva («Imparo le scienze facilmente»). In genere, come si è visto, i punteggi medi più alti di *achievement* in scienze sono raggiunti dai soggetti che hanno un livello di fiducia nei propri mezzi elevato. A questo indice, per la scuola secondaria, si aggiunge, in termini di contributo significativo sui risultati delle prove cognitive, anche l'indice sul set valoriale rispetto all'apprendimento delle scienze, nelle due modalità positiva e intermedia. Considerando le statistiche descrittive degli item che compongono questo indice, ci si rende conto come l'aspetto più premiato, o che risulta più significativo per gli studenti di terza secondaria intervistati sia quello legato alla percezione di utilità delle scienze nella vita quotidiana. Viene data, dunque, priorità all'aspetto strumentale del set valoriale sull'apprendimento delle scienze espresso dagli studenti, così come anticipato precedentemente.

Per l'ambito delle scienze, dunque, per quanto riguarda la scuola primaria, sembrano avere

un ruolo preponderante le caratteristiche individuali, in termini di conoscenza e fiducia nelle proprie capacità, mentre gli aspetti legati strettamente agli atteggiamenti nei confronti dello studio della matematica sono, in genere, ininfluenti rispetto alle performance cognitive. La letteratura di settore ha indicato l'influenza di elementi esogeni, come il clima di sicurezza percepito, ad esempio (indice presente nel dataset TIMSS 2007, ma non considerato per queste analisi), nel modulare l'influenza della didattica nel consolidamento delle rappresentazioni psicosociali sull'apprendimento delle scienze, e a cascata delle performance nelle stesse (si veda ad esempio Osborne, Simon & Collins, 2003). Elementi questi che potrebbero essere considerati in una eventuale evoluzione delle analisi qui presentate.

Rimane la relazione non significativa con la metodologia didattica centrata sui piccoli gruppi: paradossalmente, una maggiore attività in piccolo gruppo per le scienze pare non influire sulle performance cognitive (in parte questo è dovuto al fatto che gli intervistati che dichiarano di aver fatto delle didattica a piccoli gruppi sono una decisa minoranza nel contesto trentino; Martini & Rubino, 2011). Si può dedurre, ma questo necessiterebbe di ulteriori approfondimenti, che la centratura su elementi endogeni individuali (autoefficacia percepita, ad esempio, ciò che è stato ricondotto all'etichetta «Fiducia», in precedenza) sia in qualche modo veicolata da un uso costante di strategie didattiche tradizionali in classe, che potrebbe (anche questa ipotesi è da verificare successivamente) influire su una percentuale di varianza spiegata sull'esito delle prove cognitive. Lo scenario per la scuola secondaria, sulle scienze, è tendenzialmente simile, con il ruolo della didattica «autentica» significativo, ma comunque veicolato da strategie didattiche più tradizionali e comunque centrate sull'insegnante. Esiti questi che possono essere appaiati con precedenti indagini sugli stili di insegnamento più diffusi nel contesto della Provincia di Trento, in genere tradizionali e meno propensi alle attività partecipate e di piccolo gruppo (Pisanu, 2009). Per stare su questo punto, e allargare la focale a livello di sistema, gli esiti confermano l'interesse anche strumentale che le tematiche ambientali (nel senso di rapporto attivo con l'ambiente) hanno nel sistema scolastico trentino: lo dimostra la presenza nella scuola secondaria di primo grado di un ruolo significativo della didattica centrata su compiti autentici (Petraglia, 1998).

Queste analisi, dunque, soprattutto gli studi sulle regressioni, potrebbero essere l'apertura per ulteriori studi con modelli più complessi, di tipo causale complesso (ad esempio SEM), per studiare l'impatto congiunto e la struttura di relazioni tra variabili psicosociali, altre variabili comportamentali, didattiche e di background (ad esempio il tempo speso per i compiti a casa in scienze, la percezione del clima scolastico, ecc.) sui livelli di *achievement* per quanto riguarda l'apprendimento delle scienze. Un approfondimento di questo tipo consentirebbe un approccio più approfondito e completo all'esplorazione del quarto pattern relazionale, accennato in apertura, che considera appunto la presenza di covariate nel rapporto tra variabili psicosociali e performance in scienze (Peralta-Sanchez & Sanchez-Roda, 2003).

Al di là dei pattern relazionali tra tali variabili, i dati discussi in questa sede potrebbero essere declinati in termini di proposte operative per il contesto scuola e classe. Nonostante il dibattito sia ancora aperto sulle variabili che influenzano in maniera più significativa gli atteggiamenti positivi nei confronti delle scienze (Osborne et al., 2003), è possibile proporre, in base al caso trentino, uno scenario applicativo in cui aspetti di innovazione curricolare (ad esempio, sempre facendo riferimento al caso trentino, con una maggiore centratura su aspetti e compiti autentici che riguardano la vita nel territorio) possano essere integrati con pratiche di insegnamento efficace delle scienze gestite dagli insegnanti. Questo per evitare ciò che sempre Osborne e colleghi (2003, p. 29) definiscono «alienazione delle nostre nuove generazioni dalla scienza». Possiamo considerare gli elementi descritti nella Tabella 8 in una prospettiva evolutiva in cui si passa, come si è visto, da una centratura interna a una più esterna e maggiormente orientata sulla valenza pratica delle scienze

nella vita quotidiana, al termine, in sostanza, del primo ciclo di istruzione. Da questo punto di vista l'obiettivo, seguendo le indicazioni di Osborne e Collins (2000), dovrebbe essere il supporto dell'autonomia personale e decisionale, ottenibile attraverso più consistenti attività di lavoro pratico, dunque autentico, condiviso dal punto di vista sociale, nel quale l'insegnante può ricoprire ruoli differenti (non solo di esperto della disciplina, ma anche, a seconda dei casi, facilitatore, pianificatore, supervisore, ecc.). Pratiche ormai consolidate in letteratura e nella prassi quotidiana, potenzialmente in grado di tenere in piedi una struttura tripartita per l'insegnamento delle scienze composta da didattica, apprendimenti e aspetti psicosociali, possono ad esempio essere la didattica per problemi reali (Fly Jones, Rasmussen & Moffitt, 1997) e la cosiddetta didattica laboratoriale (si vedano ad esempio, per il contesto italiano, le riflessioni di Frabboni, 2004).

BIBLIOGRAFIA

Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behaviour*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. New York: General Learning Press.

Breakwell, G. M., & Beardsell, S. (1992). Gender, parental and peer influences upon science attitudes and activities. *Public Understanding of Science, 1,* 183-197.

Byrne, B. M., & Bracken, B. A. (a cura di) (1996). *Academic self-concept: Its structure, measurement, and relation to academic achievement. Handbook of self-concept*. New York: Wiley.

Crawley, F. E., & Black, C. B. (1992). Causal modelling of secondary science students intentions to enroll in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, *29,* 585-599.

Crawley, F. E., & Coe, A. E. (1990). Determinants of middle school students' intentions to enroll in a high school science course: An application of the theory of reasoned action. *Journal of Research in Science Teaching*, *27,* 461-476.

Erberber, E., Arora, A., & Preuschoff, C. (2008). Developing the TIMSS 2007 Background Questionnaires. In J. F. Olson, M. O. Martin e I. V. S. Mullis (Eds), *TIMSS 2007 Technical Report*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.

Gardner, P.L. (1975). Attitudes to science: A review Studies. *Science Education*, *2,* 1-41.

Fly Jones, B., Rasmussen, C. M., & Moffitt, M. C. (1997). *Real life problem solving*. Washington, DC: American Psychological Association.

Frabboni F. (2004). *Il laboratorio*. Bari: Laterza.

Hamachek, D. E. (1985). The self's development of ego growth: Conceptual analysis and implications for counsellors. *Journal of Counselling and Development, 64,* 136-142.

Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of learning in science. In B. Bloom, J. Hastings e G. Manaus (Eds), *Handbook of summative and formative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill.

Koballa, T. R. (1995). The determinants of female junior high school students' intentions to enroll in elective physical science courses in high school: Testing the applicability of the theory of reasoned action. *Journal of Research in Science Teaching, 25,* 479-492.

Liu, S., & Meng, L. (2010). Re-examining factor structure of the attitudinal items from TIMSS 2003 in cross-cultural study of mathematics self-concept. *Educational Psychology*, *30* (6), 699-712.

Marsh, H. W. (1992). Content specificity of relations between academic achievement and academic self-concept. *Journal of Educational Psychology*, *84* (1), 35-42.

Marsh, H. W., Hau, K., & Kong, C. (2002). Multilevel causal ordering of academic self-concept and achievement: Influence of language of instruction (English compared with Chinese) for Hong Kong students. *American Educational Research Journal*, *39* (3), pp. 727-763.

Marsh, H. W., Trautwein, U., Ludtke, O., Koller, O., & Baumert, J. R. (2005). Academic self-concept, interest, grades, and standardized test scores: Reciprocal effects models of causal ordering. *Child Development*, *76* (2), 397-416.

Martin, M. O., & Preuschoff, C. (2008). Creating the TIMSS 2007 background indices. In J. F. Olson, M. O. Martin e I. V. S. Mullis (Eds.), *TIMSS 2007 Technical Report*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.

Martini, A., & Rubino, F. (2011). *Rapporto Provinciale TIMSS 2008*. Trento: Editore Provincia Autonoma di Trento e IPRASE Trentino.

Matsumoto, D. (2001). Cross-cultural psychology in the 21st century. In J. S. Halonen e S. F. Davis (Eds). *The many faces of psychological research in the 21st century* (capitolo 5). Disponibile online (20 gennaio 2011) all'indirizzo http://teachpsych.org/resources/e-books/faces/script/ch05.htm.

Mullis, I. V. S., Graham, J. M., Ruddock, G. J., Sullivan, C. Y., & Preuschoff, C. (2009). *TIMSS 2011 assessment frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center.

Myers, R. E., & Fouts, J. T. (1992). A cluster analysis of high school science classroom environments and attitude toward science. *Journal of Research in Science Teaching*, *29,* 929-937.

Osborne, J. F., & Collins, S. (2000). *Pupils' and parents' views of the school science curriculum*. London: King's College London.

Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, *25* (9), 1049-1079.

Papanastasiou, C. (2002). Effects of background and school factors on the mathematics achievements. *Educational Research and Evaluation*, *8* (1), 55-70.

Peralta-Sanchez, F. J., & Sanchez-Roda, M. D. (2003). Relationships between self-concept and academic achievement in primary students. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology and Psychopedagogy*, *1* (1), 95-120.

Petraglia, J. (1998). *Reality by design: The rhetoric and technology of authenticity in education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Pisanu, F. (2009). Le metodologie didattiche. In A. Bazzanella e C. Buzzi (a cura di). Insegnare in Trentino, Seconda indagine Istituto IARD e IPRASE sui docenti della scuola trentina. *Studi e Ricerche IPRASE, 47*. Trento: Editore Provincia Autonoma di Trento e IPRASE Trentino.

Rutkowski, L., Gonzalez, E., Joncas, M. & von Davier, M. (2010). International large-scale assessment data issues in secondary analysis and reporting. *Educational Researcher*, *39* (2), 142-151.

Shavelson, R. J., & Bolus, R. (1982). Self-concept: The interplay of theory and methods. *Journal of Educational Psychology*, *74* (1), 3-17.

Skaalvik, E. M., & Valas, H. (1999). Relations among achievement, self-concept, and motivation in mathematics and language arts: A longitudinal study. *Journal of Experimental Education*, *67* (2), 135-149.

Thurston, A., Topping, K. J., Tolmie, A., Christie, D., Karagiannidou, E., & Murray, P. (2010). Cooperative learning in science: Follow-up from primary to high school. *International Journal of Science Education*, *32* (4), 501-522.

Wang, J., & Lin, E. (2008). An alternative interpretation of the relationship between self-concept and mathematics achievement: Comparison of Chinese and US students as a context. *Evaluation & Research in Education*, *21* (3), 154-174.

Wang, J., Oliver, J. S., & Staver, J. R. (2008). Self-concept and science achievement: Investigating a reciprocal relation model across the gender classification in a crosscultural context. *Journal of Research In Science Teaching*, *45* (6), 711-725.

Wilkins, J. M. (2004). Mathematics and science self-concept: An international investigation. *Journal of Experimental Education*, *72* (4), pp. 331-346.

Wilkins, J. L. M., Zembylas, M., & Travers, K. J. (2002). Investigating correlates of mathematics and science literacy in the final year of secondary school. In D. F. Robataille e A. E. Beaton (Eds), *Secondary analysis of the TIMSS data* (pp. 291-316). Boston: Kluwer Academic.

Woolnough, B. (1994). *Effective science teaching*. Milton Keynes, Open University Press.

INSEGNARE MATEMATICA E SCIENZE AL PRIMO CICLO

UN PROFILO DEI DOCENTI TRENTINI DI TIMSS 2007

Arianna Bazzanella

Osservatorio permanente sulla condizione dell'infanzia e dei giovani – IPRASE del Trentino

PER CHIEDERE NOTIZIE O SCAMBIARE OPINIONI SU QUESTO ARTICOLO, L'AUTRICE PUÒ ESSERE CONTATTATA AL SEGUENTE INDIRIZZO:

Via Gilli 3
38120 Trento (Italy)
Tel.: 0461 494392
E-mail: arianna.bazzanella@iprase.tn.it

ABSTRACT

The article examines the results relating to teachers obtained from the TIMSS 2007 survey organised in the Province of Trento. Specifically, the author focuses on three areas of analysis: the feminisation and aging of the teachers; the initial training studies and the self-evaluation of the teachers with reference to their mathematics and science-related training; the investment made in professional training in these areas. The paper is structured so as to endeavour to offer the opportunity for a general reflection about some macro-processes which concern the Italian education and training system, with particular reference to training, recruitment and upgrading the teachers.

Keywords: Teachers – Self-evaluation – Professional training – Training needs

ESTRATTO

L'articolo prende in esame i risultati[1] relativi ai docenti dell'indagine TIMSS 2007 realizzata in Provincia di Trento. In particolare si sofferma su tre aree di analisi: la femminilizzazione e l'invecchiamento del corpo insegnante; la formazione iniziale e l'autovalutazione dei docenti circa la preparazione in matematica e scienze; l'investimento nella formazione in servizio in queste discipline. Il contributo è strutturato in modo tale da tentare una riflessione di carattere generale circa alcuni macro-processi che riguardano il sistema di istruzione e formazione italiano, con particolare riferimento alla formazione, al reclutamento e all'aggiornamento dei docenti in Trentino e in Italia.

Parole chiave: Docenti – Autovalutazione – Formazione in servizio – Fabbisogni formativi

[1] Si ringraziano i colleghi Angela Martini e Dario Zuccarelli per il supporto nelle analisi dei dati.

1. Introduzione

Questo articolo prende in esame alcune caratteristiche di base dei docenti trentini intervistati nel corso dell'indagine TIMSS 2007 e si sofferma su alcuni indicatori strutturali e relativi alla formazione iniziale e in servizio. Aldilà delle analisi puntuali, l'obiettivo è di utilizzare questi dati per tentare una riflessione di carattere più generale su alcune dinamiche del sistema di istruzione e formazione nel nostro Paese. Nello specifico si considereranno dapprima genere, età e formazione iniziale dei docenti intervistati; si passerà poi a un'analisi della loro autovalutazione circa i livelli di preparazione in ambito matematico-scientifico; per arrivare, infine, a una prima esplorazione dell'investimento nell'aggiornamento professionale in quest'area disciplinare.

Si ritiene opportuno segnalare una cautela per la lettura. Come evidenziato nelle note metodologiche dei rapporti internazionali,[2] le unità di rilevazione della ricerca TIMSS sono costituite dalle classi di studenti del quarto anno di scuola primaria e del terzo anno di scuola secondaria di primo grado: è da queste che discendono gli insegnanti coinvolti nell'indagine. Se il campione degli studenti è dunque rappresentativo della popolazione di riferimento, lo stesso non si può dire per i docenti che nel complesso sono stati 228: 118 alla scuola primaria e 110 alla scuola secondaria di primo grado.

2. Una questione al femminile

Numerose indagini internazionali, nazionali, locali realizzate negli ultimi anni (ANP, 2009; Barone & Schizzerotto, 2006; Bazzanella & Buzzi, 2009; Bazzanella, 2009; Cavalli, 1992; 2000; Fischer, 2003; Fondazione Giovanni Agnelli, 2009; OECD, 2009; The Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2009; Martin et al., 2008a; 2008b[3] o l'indagine TALIS[4]) hanno messo in evidenza da tempo alcuni mutamenti comuni ai diversi Paesi occidentali nei loro sistemi di istruzione e formazione: tra questi la consolidata femminilizzazione e il progressivo invecchiamento del corpo docente.

Per quanto riguarda il primo fenomeno, in Italia negli ultimi decenni si è assistito a un aumento della forza lavoro femminile in molti settori (soprattutto nei servizi di cura) e quello scolastico non si è sottratto a questo fenomeno che, anzi, prima e più di altri ha vissuto l'intensificarsi della partecipazione delle donne al mercato del lavoro. Così la prima indagine locale sul corpo docente trentino segnalava nel 1999 una presenza maschile complessiva[5] pari all'11% alla scuola primaria, al 40% alla secondaria di primo grado e al 46% alla scuola secondaria di secondo grado, mentre nell'edizione del 2008 le percentuali sono calate rispettivamente al 10%, 28% e 37% mostrando un consistente allontanamento dei docenti (uomini) soprattutto nei percorsi di scuola secondaria (probabilmente alla primaria si erano già raggiunti livelli fisiologici minimi) (Bazzanella, 2009). Il dato generale, quindi, mostra che l'insegnamento in Trentino (come peraltro nel resto del Paese) è appannaggio pressoché esclusivo delle donne.

I dati TIMSS 2007 confermano questo quadro anche per il sottogruppo specifico degli insegnanti di matematica e scienze al primo ciclo. Si veda la Figura 1.

Per quanto concerne il processo di invecchiamento nel decennio 1999-2008 in Provincia di Trento l'età media dei docenti è passata da 39,5

[2] Si vedano i siti istituzionali: http://timss.bc.edu/TIMSS2007/ e http://www.iea.nl/timss2007.html e per l'Italia, in particolare, la pagina INVALSI: http://www.invalsi.it/ric-int/timss2007/index.php (ultimi accessi il 24 gennaio 2011).

[3] Su questo punto si vedano in particolare i capp. 6 dei Rapporti Internazionali TIMSS 2007 (Martin et al., 2008a; 2008b).

[4] TALIS è l'acronimo di *Teaching and Learning International Survey,* ricerca realizzata dall'OCSE e finalizzata a raccogliere indicatori utili per la definizione di linee guida per l'implementazione di politiche relative all'insegnamento e al corpo insegnante. Fonti: MIUR: http://archivio.pubblica.istruzione.it/dg_studieprogrammazione/talis/talis.shtml; OCSE: http://www.oecd.org/document/0/0,3746,en_2649_33723_38052160_1_1_1_1,00.html (Accesso il 24.01.2011).

[5] A prescindere dalla materia insegnata.

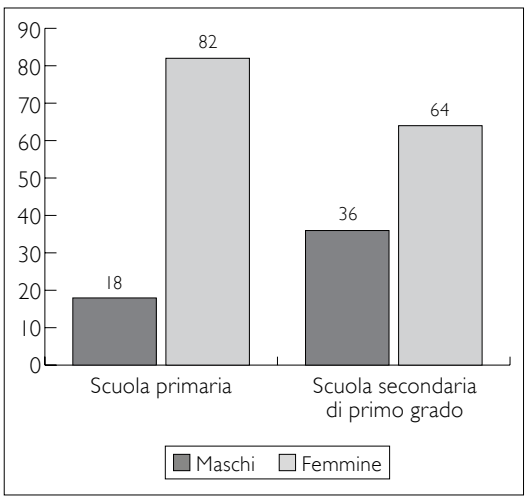


Fig. 1 Percentuali per genere di docenti partecipanti all'indagine TIMSS 2007 in Trentino (Scuola primaria N = 117; Scuola secondaria di primo grado N = 107).

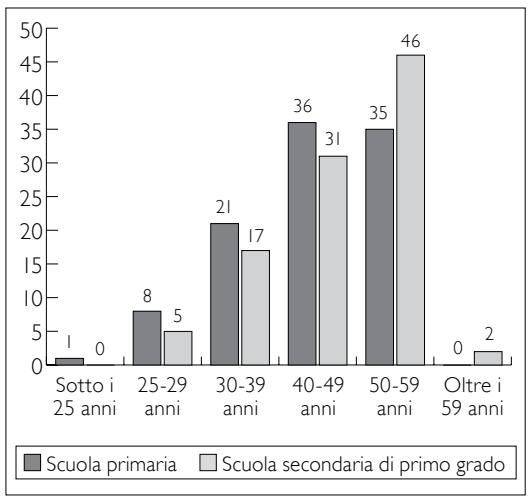


Fig. 2 Percentuali per classe di età di docenti partecipanti all'indagine TIMSS 2007 in Trentino (Scuola primaria N = 117; Scuola secondaria di primo grado N = 107).

a 44,0 anni alla scuola primaria, è rimasta stabile attorno ai 46,0 anni (l'età media più elevata) alla secondaria di primo grado, ed è salita da 43,4 a 46,0 anni alla secondaria di secondo grado (Bazzanella & Buzzi, 2009): nel 2008 il corpo docente trentino aveva — nel complesso — un'età *media* pari a 46 anni, *mediana* pari a 47 e *modale* pari a 52 (Bazzanella & Buzzi, 2009)[6] e uno studio della Fondazione Agnelli (2009) aveva rilevato che l'età media di accesso al ruolo si attestava attorno ai 41 anni.

I risultati di TIMSS qui considerati confermano questo scenario nel momento in cui emerge che hanno più di 40 anni il 71% dei docenti (sia maschi sia femmine) di matematica e scienze alla scuola primaria e il 79% alla secondaria di primo grado, dove (come detto) i docenti sono mediamente più anziani (solo il 5% ha meno di 30 anni contro il 9% alla scuola primaria) (Figura 2).

Come rilevato anche in altre sedi, se questo si correla inevitabilmente a una maggiore anzianità di servizio (Figura 3), dall'altro pone quesiti non irrilevanti circa il *gap* generazionale esistente tra docenti e discenti. Una notevole

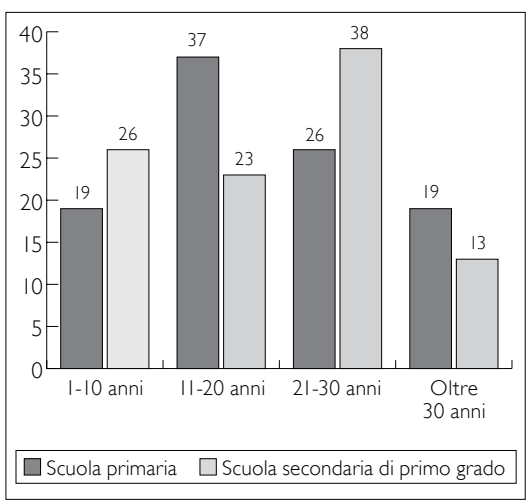


Fig. 3 Percentuali per anni di anzianità di docenti partecipanti all'indagine TIMSS 2007 in Trentino (Scuola primaria N = 113; Scuola secondaria di primo grado N = 100).

lontananza anagrafica, infatti, potrebbe contribuire al più ampio processo di delegittimazione dell'istituzione «Scuola» e del ruolo del docente nel momento in cui rischia di minarne la credibilità nel predominio della conoscenza. È il caso, ad esempio, delle nuove tecnologie in cui spesso sono i giovani/studenti i detentori di maggiori competenze sovvertendo i tradizionali rapporti intergenerazionali. Non

[6] Considerati tutti gli ordinamenti, quindi anche le scuole secondarie di secondo grado.

a caso, se consideriamo alcuni risultati relativi alle valutazioni che gli studenti fanno dei loro insegnanti, si scopre che — pur in un panorama di relazioni apprezzate e ricercate — non sono assenti pareri critici proprio in relazione alla capacità degli insegnanti di mettersi in relazione con i giovani (Argentin & Cavalli, 2007; Buzzi, Cavalli & de Lillo, 2007; TreeLLLe, 2009).

3. Diventare insegnanti: la formazione iniziale

Come si diventa docenti? Come ci si prepara a questo compito? Andando a esaminare la formazione iniziale degli intervistati, rilevata attraverso il loro titolo di studio, possiamo osservare una sostanziale differenza tra i due sotto-gruppi coinvolti nell'indagine: se alla scuola primaria prevale il profilo del docente diplomato (76%), alla secondaria di primo grado l'insegnante di matematica e scienze è, nella maggioranza dei casi, almeno laureato (80%).

Questo quadro, tuttavia, non va preso come esito di modelli decisionali diversificati *tout court* quanto piuttosto come inevitabile effetto della normativa, vigente in Italia fino a un recente passato, che richiedeva il possesso di un diploma di laurea solo agli insegnanti di scuola secondaria.

Da notare, per quanto riguarda la scuola secondaria di primo grado, l'alta percentuale di docenti con una formazione superiore alla laurea: un docente su cinque, stando alle risposte del questionario-insegnante, possiede un ulteriore titolo certificato (Figura 4).

Se questo non può che giovare all'istituzione scolastica, che si ritrova così arricchita di competenze maggiori di quelle richieste, è lecito domandarsi se le persone così formate avessero l'insegnamento tra le loro ambizioni professionali, ovvero se quella di insegnare non sia stata una *seconda scelta,* con eventuali possibili ripercussioni sulla motivazione e la soddisfazione, entrambi elementi fondamentali in una professione ad alto contenuto relazionale e con minori.

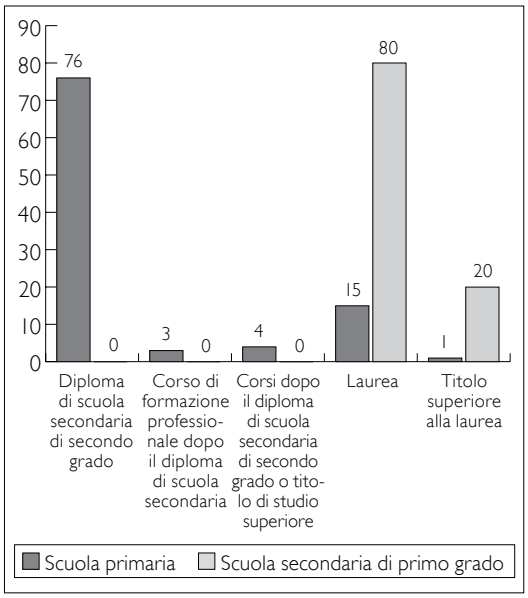


Fig. 4 Percentuali per titolo di studio di docenti partecipanti all'indagine TIMSS 2007 in Trentino (Scuola primaria N = 117; Scuola secondaria di primo grado N = 106).

Se molti docenti hanno investito in titoli superiori a quelli richiesti per la professione, potremmo chiederci: questo è conseguente al fatto che hanno inizialmente ambito ad altre destinazioni professionali e in seguito a fallimenti si sono dedicati all'insegnamento? Oppure che hanno investito massicciamente in alta formazione per ottenere maggiori credenziali (e punteggi) per conquistare una cattedra fortemente desiderata?

Entrambe le ipotesi fanno pensare a un sistema di allocazione inefficiente: nel primo caso perché il reclutamento avverrebbe tra individui per i quali l'insegnamento sarebbe una scelta di ripiego; nel secondo, perché emergerebbe un vano ed eccessivo dispendio di energie degli aspiranti docenti. Questi, infatti, anziché investire nell'acquisizione di competenze funzionali alla loro quotidianità professionale, si ritroverebbero ad accumulare titoli legali utili quasi esclusivamente al loro ingresso a scuola, ma che spesso non offrono valore aggiunto spendibile in aula con alunni e studenti.

Un elemento che porta a riflettere ulteriormente sui criteri più efficienti di reclutamento, ag-

giornamento, valorizzazione delle competenze sia per gli individui sia per il sistema di istruzione e formazione nel suo complesso.

4. Docenti e preparazione disciplinare: un'autovalutazione

Al di là del tipo di percorso intrapreso, i docenti si sentono adeguatamente preparati per svolgere il loro compito in aula? Come valutano le loro competenze? E come agiscono per arricchirle e aggiornarle? Accanto agli aspetti strutturali appena illustrati, il questionario somministrato nel corso dell'ultima edizione dell'indagine TIMSS ha indagato alcune dimensioni inerenti opinioni e atteggiamenti degli intervistati tra le quali, per l'appunto, l'autovalutazione della preparazione disciplinare. Si prenderà ora in esame questo aspetto, considerando separatamente prima la scuola primaria e poi la secondaria di primo grado.

4.1. L'autovalutazione dei docenti alla scuola primaria

Si considerino le Tabelle 1 e 2 che riportano le percentuali di alunni di scuola primaria con insegnanti che si sono definiti «molto», «abbastanza» o «non ben preparati» per ciascuna tematica indicata.

Dalla Tabella 1 — che nello specifico si riferisce all'area della matematica — è possibile ricavare come gli alunni di scuola primaria abbiano per lo più docenti che, nella maggior parte degli item, si attribuiscono una preparazione almeno *moderata* (identificata dalla risposta «abbastanza»). Gli aspetti critici riguardano «Riflessione e rotazione», «Stima di area e volume» e «Usi di sistemi di coordinate non formali per localizzare i punti in un piano».

Le criticità aumentano se si considera l'ambito delle scienze. Osservando la Tabella 2, infatti, emerge in pressoché tutte le aree indagate un'autovalutazione contenuta (solo per l'item «Caratteristiche morfologiche della Terra» gli studenti con docenti *molto* preparati superano il 50%), soprattutto per quel che riguarda i «Circuiti elettrici» e le «Proprietà dei magneti», item per i quali circa uno studente su due (rispettivamente il 54% e il 47%) ha docenti che *non* si sentono *ben preparati*. Interessante rilevare che anche per quanto riguarda un ambito meno «scolastico» ma di utilità generale, quale è la «Salute dell'uomo», ben il 21% degli studenti ha docenti che non si sentono adeguatamente formati.

È evidente la necessità di ulteriori analisi e verifiche empiriche, tuttavia questo potrebbe significare che alcuni docenti non sono in grado di presidiare l'insegnamento né di rispondere a eventuali domande o sollecitazioni provenienti dagli alunni su alcuni temi scientifici. Se così fosse, si potrebbe allora ampliare la riflessione al problema dei bassi livelli di *literacy* scientifica nel nostro Paese (riscontrati anche nei dati PISA). Ci si potrebbe chiedere, cioè, se la scarsa preparazione degli studenti italiani non possa risalire *anche* (ancorché non solo) a una scarsa continuità con la disciplina fin dai primi anni dedicati all'apprendimento. Proprio quelli che forse più di altri potrebbero lasciare il segno, sollecitare l'interesse, cogliere e far sviluppare talenti e predisposizioni da potenziare nella formazione secondaria e terziaria.

È necessario però ricordare che i docenti italiani di scuola primaria non sono titolari di cattedre disciplinari e quindi non sono tenuti a una preparazione specialistica per materia, come invece accade per gli insegnanti di scuola secondaria. Il problema quindi si pone in termini «di sistema»: questo quadro potrebbe cioè segnalare delle carenze da colmare con una diversa strutturazione dei percorsi didattici o, magari, della formazione e del reclutamento dei docenti, con il coinvolgimento di esperti, ecc.

Nel complesso, dunque, un panorama generale diversificato tra le due discipline in cui emerge una preparazione percepita migliore per la matematica che non per le scienze. In particolare, considerando gli specifici ambiti disciplinari, se i docenti di scuola primaria sembrano valutare molto positivamente la loro padronanza nell'in-

TABELLA 1

Autovalutazione della preparazione in matematica: % di alunni di quarta primaria i cui insegnanti si sentono molto, abbastanza o non ben preparati a insegnare gli argomenti indicati

	Molto preparato/a	Abbastanza preparato/a	Non ben preparato/a
A) Numeri			
a) Numeri naturali, compresi il valore posizionale e l'ordine	74	26	0
b) Addizione, sottrazione, moltiplicazione e/o divisione con i numeri naturali	77	23	0
c) Frazione (come parte dell'intero «unità», parte di un insieme, posizione sulla retta dei numeri)	72	28	0
d) Frazioni usando parole, numeri o modelli	67	33	0
e) Confronto e ordinamento di frazioni	62	37	1
f) Addizione e sottrazione con le frazioni*	53	42	1
g) Addizione e sottrazione con i decimali	73	27	0
h) Espressioni numeriche (trovare il numero mancante, modellizzare situazioni semplici con espressioni numeriche)*	37	57	3
i) Sequenze numeriche (estensione delle sequenze e individuazione dei termini mancanti)*	45	53	1
j) Relazioni tra coppie date di numeri interi*	48	49	3
B) Figure geometriche e misure			
a) Confronto e disegno di angoli*	69	30	0
b) Proprietà elementari delle figure geometriche comuni*	71	28	0
c) Relazioni tra figure piane e solide*	46	51	2
d) Calcolo di area e perimetro*	66	29	4
e) Stima di area e volume*	28	58	9
f) Usi di sistemi di coordinate non formali per localizzare i punti in un piano*	24	63	9
g) Riflessione e rotazione*	21	61	14
C) Dati			
a) Lettura di dati da tabelle, pittogrammi, istogrammi o areogrammi*	51	47	0
b) Trarre conclusioni dalla presentazione dei dati*	54	45	0
c) Presentazione dei dati usando tabelle, pittogrammi, istogrammi o areogrammi*	50	48	1

* Il completamento a 100 nelle percentuali di riga è dato dalle risposte codificate con «non applicabile».

TABELLA 2

Autovalutazione della preparazione in scienze: % di alunni di quarta primaria i cui insegnanti si sentono molto, abbastanza o non ben preparati a insegnare gli argomenti indicati

	Molto preparato/a	Abbastanza preparato/a	Non ben preparato/a
A) Scienze della vita			
a) Strutture principali del corpo e loro funzione nell'uomo e negli altri organismi (piante e animali)	34	64	2
b) Riproduzione e sviluppo di piante e animali (trasmissione delle caratteristiche generali, cicli vitali di organismi comuni)	33	62	5
c) Caratteristiche fisiche, modelli comportamentali e sopravvivenza degli organismi che vivono in ambienti diversi	30	65	5

(continua)

(continua)	Molto preparato/a	Abbastanza preparato/a	Non ben preparato/a
d) Relazioni in una comunità di esseri viventi (ad es. catene alimentari semplici, relazioni predatore/preda)	46	50	3
e) Cambiamenti ambientali (effetti delle attività umane, inquinamento e prevenzione)	40	59	1
f) Salute dell'uomo (ad es. trasmissione/prevenzione delle malattie contagiose, salute e sintomi della malattia, dieta, esercizio fisico)*	22	56	21
B) Scienze fisiche			
a) Classificazione di oggetti/materiali in base alle proprietà fisiche (ad es. massa, forma, volume, colore, durezza, composizione, conducibilità elettrica e termica, attrazione magnetica)	23	66	11
b) Formazione e separazione fisica dei miscugli*	20	54	23
c) Stati della materia (solido, liquido, gassoso) e differenze nelle relative proprietà fisiche (forma, volume) compresi i cambiamenti di stato della materia dovuti al riscaldamento e al raffreddamento (fusione, congelamento, ebollizione, evaporazione e condensazione)	43	53	4
d) Trasformazioni comuni nei materiali (ad es. decomposizione di materiale animale/vegetale, combustione, arrugginimento, cottura)*	24	63	13
e) Fonti/forme di energia comuni e relativi usi pratici (ad es. vento, sole, elettricità, combustione del carburante, ruota idraulica, cibo)*	24	62	14
f) Luce (ad es. fonti e comportamento)	21	60	19
g) Circuiti elettrici*	11	35	54
h) Proprietà dei magneti*	10	41	47
i) Forze che causano lo spostamento degli oggetti (ad es. la gravità, spingere/tirare)	17	55	28
C) Scienze della Terra			
a) Caratteristiche morfologiche della Terra (ad es. montagne, pianure, fiumi, deserti)	52	45	3
b) L'acqua sulla Terra (ubicazione, tipi e movimento)	42	56	2
c) Aria (composizione, prova della sua esistenza, usi e importanza per la vita)	48	51	1
d) Relazioni fra le caratteristiche morfologiche della Terra (ad es. montagne, pianure, fiumi, deserti) e uso da parte dell'uomo (ad esempio agricoltura, irrigazione, sviluppo del terreno)	47	52	1
e) Condizioni meteorologiche giorno dopo giorno e nel corso delle stagioni	36	57	7
f) Fossili di animali e piante (età, formazione)	18	54	28
g) Il sistema solare e la Terra (pianeti, Sole, Luna)	37	51	12

* Il completamento a 100 nelle percentuali di riga è dato dalle risposte codificate con «non applicabile».

segnamento di contenuti relativi all'area dei «Numeri» (Sezione A della Tabella 1), il ruolo di fanalino di coda spetta invece alle «Scienze fisiche» (Sezione B della Tabella 2).

4.2. L'autovalutazione dei docenti alla scuola secondaria di primo grado

Coerentemente con la diversa formazione iniziale più sopra evidenziata, i docenti di scuola secondaria di primo grado, interrogati sulla loro preparazione, segnalano un posizionamento mediamente migliore rispetto ai colleghi della scuola primaria, per quanto confermino una maggiore tenuta dell'ambito matematico rispetto a quello scientifico.

Le percentuali di coloro che *non* si sentono molto preparati sono residuali se non inesistenti in quasi tutti gli item somministrati, a eccezione di due tematiche relative alla Fisica

(peraltro le stesse emerse come più deficitarie alla scuola primaria): «Circuiti elettrici (flusso della corrente; tipi di circuiti: parallelo/in serie; relazione corrente/tensione)» e «Proprietà dei magneti permanenti e degli elettromagneti» per le quali rispettivamente il 28% e il 32% degli studenti hanno docenti che si definiscono *non ben preparati*.

Ancora una volta l'area matematica dei «Numeri» (sezione A della Tabella 3) risulta quella meglio presidiata mentre la Fisica (sezione C della Tabella 4) si conferma essere una disciplina più difficile — anche se gli studenti di scuola secondaria hanno docenti che si sentono mediamente più preparati rispetto agli alunni di scuola primaria.

TABELLA 3

Autovalutazione della preparazione in matematica: % di studenti del terzo anno di scuola secondaria di I grado i cui insegnanti si sentono molto, abbastanza o non ben preparati a insegnare gli argomenti indicati

	Molto preparato/a	Abbastanza preparato/a	Non ben preparato/a
A) Numeri			
a) Calcoli, stime o approssimazioni con i numeri naturali*	76	23	0
b) Rappresentazione dei decimali e delle frazioni usando parole, numeri o modelli (compresa la retta dei numeri)*	83	16	0
c) Calcoli con frazioni e decimali*	87	12	0
d) Rappresentazione, confronto, ordinamento e calcolo con numeri interi*	85	14	0
e) Soluzioni di problemi con percentuali e proporzioni*	77	22	0
B) Algebra			
a) Sequenze o successioni numeriche, algebriche e geometriche (estensione, termini mancanti, generalizzazione di sequenze)*	45	48	2
b) Semplificazione e valutazione delle espressioni algebriche*	75	23	0
c) Equazioni e disequazioni lineari semplici, sistema di equazioni (con due variabili)*	64	34	1
d) Rappresentazioni equivalenti di funzioni sotto forma di coppie ordinate, tabelle, grafici, parole o equazioni	70	29	1
C) Geometria			
a) Proprietà geometriche degli angoli e delle figure (triangoli, quadrilateri e altri poligoni comuni)*	81	18	0
b) Figure congruenti e triangoli simili*	79	20	0
c) Relazioni tra i solidi e le loro rappresentazioni piane*	70	29	0
d) Uso delle formule di misurazione adeguate per perimetro, circonferenza, area del cerchio, area delle superfici e volume*	86	13	0
e) Piano cartesiano coppie ordinate, equazioni, intercette, intersezioni e gradiente	72	28	0
f) Traslazione, riflessione e rotazione*	47	49	3
D) Dati e probabilità			
a) Lettura e presentazione dei dati mediante tabelle, pittogrammi, istogrammi, areogrammi e grafici lineari*	73	27	0
b) Interpretazione di insiemi di dati (ad es. trarre conclusioni, fare previsioni e stimare valori tra i punti dati forniti e oltre questi)	49	51	0
c) Valutazione, previsione e determinazione della probabilità di determinati risultati	41	57	2

* Il completamento a 100 nelle percentuali di riga è dato dalle risposte codificate con «non applicabile».

TABELLA 4

Autovalutazione della preparazione in scienze: % di studenti del terzo anno di scuola secondaria di I grado i cui insegnanti si sentono molto, abbastanza o non ben preparati a insegnare gli argomenti indicati

	Molto preparato/a	Abbastanza preparato/a	Non ben preparato/a
A) Biologia			
a) Organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi (struttura/funzione, processi vitali che mantengono stabili le condizioni corporee)	57	42	1
b) Cellule e loro funzioni, comprese la respirazione e la fotosintesi come processi cellulari	63	37	0
c) Riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà (trasmissione di tratti, caratteristiche ereditate rispetto a quelle acquisite/apprese)	68	30	3
d) Ruolo della variazione e dell'adattamento nella sopravvivenza/estinzione delle specie in un ambiente che cambia*	51	46	2
e) Interazione fra organismi viventi e ambiente fisico in un ecosistema (flusso di energia, reti alimentari, effetti dei cambiamenti, cicli)*	51	46	2
f) Tendenze demografiche e loro effetti sull'ambiente*	31	61	6
g) Impatto dei rischi naturali sugli uomini, la natura e l'ambiente*	46	49	4
B) Chimica			
a) Classificazione e composizione della materia (proprietà degli elementi, composti, miscugli)*	62	37	1
b) Struttura delle particelle della materia (molecole, atomi, protoni, neutroni ed elettroni)*	68	31	0
c) Soluzioni (solvente, soluto, concentrazione /diluizione, effetto della temperatura sulla solubilità)*	57	42	0
d) Proprietà e usi di acidi e basi comuni*	47	47	5
e) Trasformazioni chimiche (trasformazioni di reagenti, prova della trasformazione chimica, conservazione della materia, comuni reazioni di ossidazione: combustione e arrugginimento)*	39	55	5
C) Fisica			
a) Stati fisici e trasformazioni nella materia (spiegazioni delle proprietà in termini di movimento/distanza tra le particelle; cambiamento di fase, dilatazione termica e cambiamenti di volume e/o pressione)*	65	34	0
b) Tipi di energia, conversioni, calore e temperatura*	55	44	0
c) Proprietà fondamentali/comportamenti della luce (riflessione, rifrazione, luce e colore, percorsi semplici dei raggi) e del suono (trasmissione attraverso un mezzo, intensità, tono, ampiezza, frequenza, velocità relativa della luce e del suono)*	27	64	8
d) Circuiti elettrici (flusso della corrente; tipi di circuiti: parallelo/in serie; relazione corrente/tensione)*	20	49	28
e) Proprietà dei magneti permanenti e degli elettromagneti*	23	43	32
f) Forze e moto (tipi di forze, descrizione generale del moto, uso di grafici distanza/tempo, effetti della densità e della pressione)*	46	47	3
D) Scienze della Terra			
a) Struttura e caratteristiche fisiche della Terra (crosta terrestre, mantello e nucleo; uso delle carte topografiche)	59	40	1
b) Processi, cicli e storia della Terra (ciclo delle rocce; ciclo dell'acqua; il tempo e la meteorologia; principali eventi geologici; formazione di fossili e combustibili fossili)	55	41	4

(continua)

(continua)	Molto preparato/a	Abbastanza preparato/a	Non ben preparato/a
c) Problematiche ambientali (ad es. inquinamento, riscaldamento globale, piogge acide)	60	39	2
d) Uso e conservazione delle risorse naturali sulla Terra (risorse rinnovabili/non rinnovabili, uso del suolo e delle risorse idriche da parte dell'uomo)	47	50	3
e) La Terra nel sistema solare e nell'Universo (fenomeni sulla Terra: giorno/notte, maree, fasi lunari, eclissi, stagioni; caratteristiche fisiche della Terra rispetto ad altri corpi celesti; il Sole come stella)	51	45	4

* Il completamento a 100 nelle percentuali di riga è dato dalle risposte codificate con «non applicabile»

5. La formazione in servizio

Secondo i risultati emersi nella ricerca locale già citata (Bazzanella & Buzzi, 2009) i docenti trentini attribuiscono alla formazione in servizio notevole rilevanza, soprattutto se dalla conoscenza si passa a considerare la capacità di trasmetterla. Competenza didattica, padronanza nella gestione dei problemi educativi, capacità di utilizzare le potenzialità delle nuove tecnologie a fini didattici e conoscenza della normativa scolastica sono tutti aspetti sui quali i docenti intervistati mediamente si segnalavano carenti. Dati, anche questi, che trovavano conferme in altri studi nazionali e internazionali (ANP, 2009; Fondazione Agnelli, 2009; OECD, 2009). Partiva da qui l'importanza assegnata a momenti di formazione, sia autogestita sia fruita all'esterno, con un monte ore dedicato che non di rado andava oltre quello obbligatorio stabilito dalla normativa locale (dieci ore annue). Al contempo, però, dallo studio emergeva anche che gli intervistati avevano richieste specifiche a riguardo, con particolare interesse per la contestualizzazione della formazione e la sua concreta e immediata spendibilità.

A questo punto è interessante andare a indagare se e come, a fronte delle loro sicurezze e delle loro eventuali incertezze disciplinari, i docenti intervistati in TIMSS 2007 si attivino per colmare lacune o approfondire tematiche oggetto di insegnamento. Prendiamo quindi in esame gli indicatori relativi all'investimento in formazione continua e gli eventuali fabbisogni, anche qui ripartendo l'analisi per ordinamento scolastico.

5.1. Aggiornamento e fabbisogni formativi alla scuola primaria

La Tabella 5 riporta la percentuale di alunni i cui docenti hanno aderito a momenti di formazione in relazione alle tematiche indicate ed evidenzia che superano la soglia di un terzo quattro temi: «Argomenti di matematica», «Didattica della matematica», «Curricolo di matematica», «Integrazione dell'informatica nella matematica». Nel complesso, dunque, non sembra registrarsi una partecipazione particolarmente elevata all'aggiornamento, soprattutto per quanto riguarda la valutazione.

Tuttavia questo indicatore non considera il lato dell'offerta (i docenti potrebbero non aver avuto occasioni formative accessibili) e ha il limite di non contenere il dato più generale: uno stesso docente potrebbe aver partecipato a più occasioni formative come a nessuna di esse. A partire da questa considerazione, sommando le risposte affermative per ogni intervistato otteniamo per ciascuno di essi un punteggio che per ognuna delle due discipline va da 0 (l'intervistato afferma di non aver seguito alcun corso nelle tematiche elencate) a 6 (l'intervistato dice di aver seguito corsi in tutti gli item elencati). La distribuzione di tali punteggi offre un primo panorama dei livelli di partecipazione alla formazione in servizio per gli item proposti. Si veda la Figura 5 che ne propone la rappresentazione grafica: dichiarano di *non aver partecipato* ad alcuna attività di aggiornamento tra quelle indicate il 31% dei docenti di scuola primaria per la matematica e il 57% per le scienze, hanno aderito a *una* attività rispettivamente il 20% e il 21%; a *due* attività il 18% e il 12%; a *tre* attività il 16% e il 6%; a *quattro* il 9% e il 3%; a *oltre quattro* il 6% e il 2%.

TABELLA 5

Partecipazione ad attività di aggiornamento professionale: % di alunni di quarta primaria i cui insegnanti hanno partecipato ad attività di formazione in servizio sulle tematiche indicate

	Sì	No
Matematica		
Argomenti di matematica	36	64
Didattica della matematica	39	61
Curricolo di matematica	34	66
Integrazione dell'informatica nella matematica	35	65
Miglioramento del pensiero critico degli alunni o della capacità di risolvere problemi	20	80
Valutazione in matematica	15	85
Scienze		
Argomenti di scienze	21	79
Didattica delle scienze	17	83
Curricolo di scienze	18	82
Integrazione dell'informatica nelle scienze	14	86
Miglioramento del pensiero critico degli alunni o abilità nel fare indagini scientifiche	8	92
Valutazione in scienze	3	97

Dunque, una disponibilità all'aggiornamento che sembrerebbe non largamente diffusa *in queste discipline*, soprattutto per quel che attiene l'ambito scientifico.

Evidenziamo «in queste discipline» poiché questi dati non consentono di capire se la scarsa partecipazione alla formazione in servizio qui rilevata sia l'esito di un investimento personale limitato, ovvero della scarsità di offerta formativa, soprattutto per quel che concerne le scienze. Inoltre, il questionario indagava solo alcune tematiche senza considerare, ad esempio, il disagio, le tecniche di insegnamento, la gestione del gruppo classe, le lingue straniere, ecc., cui i docenti potrebbero aver aderito. Infine, il quesito non considerava nemmeno l'autoformazione, componente importante della quotidianità della professione docente.

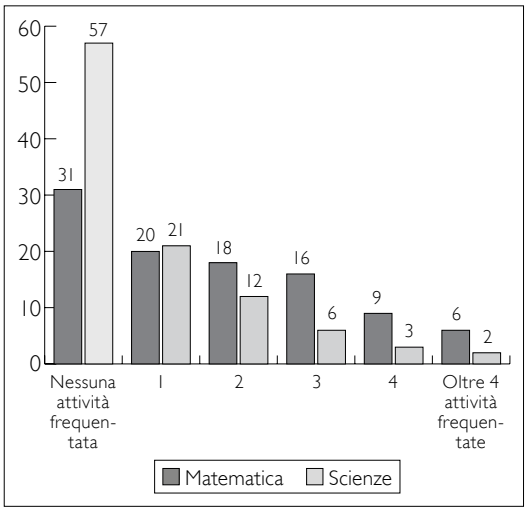


Fig. 5 Percentuali di docenti di scuola primaria e numero di attività di aggiornamento esperite negli ultimi due anni scolastici di riferimento nel 2008 (N = 106).

5.2. Aggiornamento e fabbisogni formativi nella scuola secondaria di primo grado

Nonostante il quadro di maggiore sicurezza rispetto alla propria preparazione, l'adesione ad attività formative da parte dei docenti di scuola secondaria di primo grado è simile o superiore a quella dichiarata dai colleghi della primaria (Tabella 6). Anche per le scienze l'investimento è maggiore in tutte le voci considerate, e ciò è probabilmente da connettersi a più elementi: la titolarità di una cattedra disciplinare esclusiva, il diverso livello di approfondimento e complessità richiesto nella scuola secondaria di primo grado, la diversa fase biografica degli studenti con cui questi docenti devono confrontarsi, una maggiore dedizione verso le materie derivata

TABELLA 6

Partecipazione ad attività di aggiornamento professionale: % di studenti del terzo anno di scuola secondaria di primo grado i cui insegnanti hanno partecipato ad attività di formazione in servizio sulle tematiche indicate

	Sì	No
Matematica		
Argomenti di matematica	28	72
Didattica della matematica	46	54
Curricolo di matematica	41	59
Integrazione dell'informatica nella matematica	50	50
Miglioramento del pensiero critico degli alunni o della capacità di risolvere problemi	14	86
Valutazione in matematica	15	85
Scienze		
Argomenti di scienze	55	45
Didattica delle scienze	42	58
Curricolo di scienze	29	71
Integrazione dell'informatica nelle scienze	36	64
Miglioramento del pensiero critico degli alunni o abilità nel fare indagini scientifiche	11	89
Valutazione in scienze	9	91

da un percorso formativo iniziale molto più specialistico.[7]

Similmente a quanto fatto per i docenti di scuola primaria, si sono considerate e sommate le risposte affermative ottenendo per ciascun intervistato due punteggi (uno per la matematica e uno per le scienze) che vanno da 0 (l'intervistato dichiara di non aver seguito alcun corso nelle tematiche elencate) a 6 (l'intervistato dice di aver seguito corsi in tutti gli item elencati). In Figura 6 è riportata la distribuzione di tali punteggi: nella scuola secondaria di primo grado *non ha partecipato* ad alcuna attività formativa inerente la matematica il 23% degli intervistati (alla scuola primaria era il 31%); ha aderito a *una* attività il 25%, a *due* il 20%, a *tre* il 13%, a *quattro* il 9%, a *più di quattro* il 10%. Per quanto riguarda le scienze, le percentuali sono pressoché identiche: *non ha* seguito alcuna attività il 22% degli intervistati (contro il 57% dei colleghi della scuola primaria); ne ha seguita *una* il 28%, *due* il 20%, *tre* il 14%, *quattro* il 10%, *più di quattro* il 6%. Si veda la Figura 6.

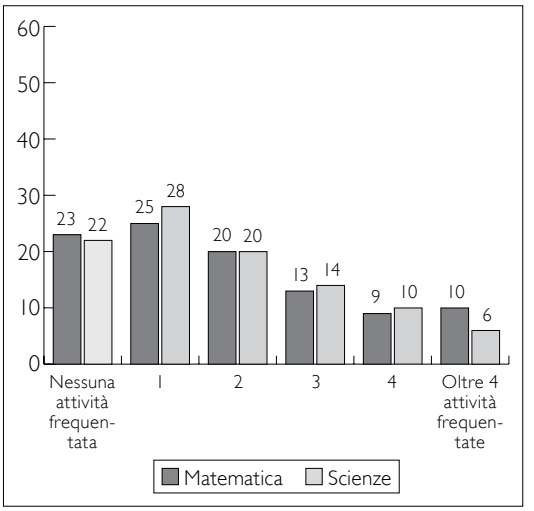


Fig. 6 Percentuali di docenti di scuola secondaria di primo grado e numero di attività di aggiornamento esperite negli ultimi due anni scolastici di riferimento nel 2008 (N = 100).

6. Osservazioni conclusive

L'articolo ha presentato alcune conferme circa la composizione del corpo docente trentino e le dinamiche di formazione che lo riguardano. Così, come emerso in altre sedi, si sono evi-

[7] Ricordiamo che i docenti di scuola primaria sono per lo più diplomati e chiamati a costruire competenze in una pluralità di materie, mentre quelli di secondaria di primo grado sono per la maggior parte (80%) laureati in ambito scientifico e insegnano unicamente matematica e scienze.

denziati in particolare la forte femminilizzazione e il processo di invecchiamento del corpo docente, una tradizione di studio della scienza che appare debole (per quanto non assente né scarsa), un investimento nell'aggiornamento *disciplinare* poco diffuso.

D'altro canto nel corso dell'esposizione si è cercato di sottolineare alcune criticità che, coerenti con altre analisi più puntuali e specifiche sul corpo docente, risultano di interesse generale. Si riprendono qui brevemente:

– innanzitutto, disaminando i percorsi di formazione iniziale dei docenti intervistati è emerso (al di là dei lasciti di una normativa che ha modificato solo di recente i criteri di accesso all'insegnamento) che il sistema di reclutamento si rivela inefficiente nel momento in cui arruola personale con livelli di formazione molto alti ma scarsamente applicabili nell'ambito della docenza a fronte, poi, di fabbisogni formativi specifici che non sempre vengono soddisfatti. Un'inefficienza che è doppia: per il sistema che si ritrova con personale *overqualified* di cui non sempre può «sfruttare» le competenze; per i singoli che si ritrovano ad aver investito inutilmente in dispositivi formativi anche lunghi e impegnativi e che comunque hanno lasciato loro delle lacune da colmare;
– un altro elemento emerso analizzando l'età del corpo docente è il suo graduale e progressivo invecchiamento, che porta come conseguenza inevitabile un *allontanamento generazionale* tra docenti e discenti. Ciò è particolarmente rilevante poiché ci troviamo in un contesto di relazioni (intergenerazionali in generale e tra famiglie e scuola in particolare) di scarso accreditamento dei ruoli adulti istituzionali presso i giovani e gli studenti. Si sta infatti sempre più palesando il venire meno del patto educativo tra adulti significativi. Scardinato il piano condiviso di regole e ruoli, in seguito alle trasformazioni socioculturali avvenute negli ultimi decenni, e assodata una delegittimazione costante delle istituzioni in generale e della scuola in particolare, la compattezza del mondo adulto si è dissolta a favore del potere di affermazione sempre più marcato dei ragazzi-studenti. Il dialogo adulti *versus* adolescenti si trasforma così (non sempre ma spesso) in un contrasto tra genitore/figlio *versus* docente/scuola. Una rivisitazione di ruoli e di attese reciproche che va a minare i presupposti del processo di istruzione e formazione e che è ulteriormente acutizzato dall'invecchiamento della classe insegnante che non sempre riesce a tenersi «al passo con tempi» e sfruttare le nuove tendenze per finalità didattiche. Si pensi, in primo luogo, alla diffusione e all'uso delle nuove tecnologie per fini ludici e privati, cui fa da contraltare uno scarso (ancorché non assente) impiego per fini didattici;
– la scarsa preparazione disciplinare percepita in ambito scientifico dai docenti di scuola primaria sembra aprire alla necessità di trovare e organizzare nuovi spazi e dispositivi di insegnamento e avvicinamento alle scienze. Questo nel tentativo di creare, fin nei primissimi anni di formazione, un contesto di disponibilità verso conoscenze e competenze di non immediata assimilazione e al contempo determinanti per il futuro professionale delle nuove generazioni e per lo sviluppo del sistema economico-sociale di un paese. Come evidenziato non si tratta di potenziare le competenze dei docenti (chiamati a gestire cattedre non esclusive in ambito disciplinare) ma di rivedere alcuni meccanismi di organizzazione didattica, soprattutto alla luce di una riforma nazionale che prevede il reintegro del maestro unico.

Un aspetto cui si è dedicato poco spazio in questa sede è il rapporto tra caratteristiche dei docenti e livelli di apprendimento dei relativi studenti. Le basi numeriche non consentivano analisi approfondite statisticamente solide, ma da una prima esplorazione si sono tratte alcune riflessioni che suggeriscono nuove ipotesi di ricerca da sottoporre a ulteriori verifiche. Le presentiamo in sintesi a conclusione del contributo come rilancio di possibili nuovi percorsi di ricerca.

Per quanto riguarda la *scuola primaria*, sembrerebbe esserci una correlazione positiva tra livelli di apprendimento degli studenti e frequen-

za di *team working* da parte degli insegnanti. Seppur questa relazione sia plausibile, va riconosciuta l'elevata probabilità che sia spuria e che tale contesto sia l'esito dell'influenza di altre variabili antecedenti: è possibile, cioè, che il clima collaborativo sia a sua volta effetto di una maggiore organizzazione o di un più diffuso senso di appartenenza all'istituzione scolastica da parte dei docenti o, ancora, di una maggiore coerenza didattica tra colleghi, a riprova che le connessioni qui individuate necessitano di ulteriori verifiche e approfondimenti.

Passando a considerare la *scuola secondaria di primo grado,* sembra essere invece presente una relazione tra genere del docente e livelli di apprendimento: in particolare, gli studenti che hanno *una* insegnante ottengono risultati mediamente più elevati in entrambe le aree disciplinari. Anche qui si palesa la necessità di andare a indagare ulteriormente questa relazione per capire cosa sottenda: tale esito potrebbe collegarsi a una socializzazione di genere che associa maggiore autorità alla donna, oppure è possibile che le donne siano più esigenti verso i loro studenti, o, infine, che esistano modalità diversificate di fare lezione tra professori e professoresse. Oppure, ancora, è possibile che ciò si connetta a livelli diversi di motivazione alla professione tra uomini e donne.

Evidentemente tali interrogativi vanno oltre le informazioni disponibili in TIMSS 2007 e non si pongono solo per la matematica e le scienze qui indagate: sarebbe utile verificare gli andamenti di queste relazioni anche in altre discipline. Certo è che il dato incalza interessanti quesiti, vista anche la maggior presenza di donne a scuola, nell'insegnamento in generale e nelle discipline scientifiche in particolare.

BIBLIOGRAFIA

ANP (a cura di) (2009). *La professione docente. Valore e rappresentanza*. Roma: A.G.R.A. srl.

Argentin, G. (2009). Come si diventa insegnanti in Trentino. In A. Bazzanella & C. Buzzi (a cura di), *Insegnare in Trentino. Seconda indagine Istituto IARD e IPRASE sui docenti della scuola trentina* (pp. 21-33). Trento: IPRASE del Trentino.

Argentin, G., & Cavalli, A. (a cura di) (2007). *Giovani a scuola. Un'indagine della Fondazione per la scuola realizzata dall'Istituto IARD*. Bologna: il Mulino.

Barone, C., & Schizzerotto, A. (2006). *Sociologia dell'istruzione*. Bologna: il Mulino.

Bazzanella, A. (2009). La professione docente tra sfide e opportunità. *RicercAzione, 1* (2), 209-225.

Bazzanella, A., & Buzzi, C. (a cura di) (2009). *Insegnare in Trentino. Seconda indagine Istituto Iard – Iprase sul corpo docente provinciale*. Trento: IPRASE del Trentino.

Buzzi, C., Cavalli, A., & de Lillo, A. (2007), *Rapporto giovani. Sesta indagine sell'Istituto IARD sulla condizione giovanile in Italia*. Bologna: il Mulino.

Cavalli, A. (a cura di) (1992). *Insegnare oggi. Prima indagine Iard sulle condizioni di vita e di lavoro nella scuola italiana*. Bologna: il Mulino.

Cavalli, A. (a cura di) (2000). *Gli insegnanti nella scuola che cambia*. Bologna: il Mulino.

Fischer, L. (2003). *Sociologia della scuola*. Bologna: il Mulino.

Fondazione Giovanni Agnelli (2009). *Rapporto sulla scuola in Italia*. Bari: Laterza.

Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., et al. (Eds.) (2008a). *TIMSS 2007. International Mathematics Report*. Chestnut Hill. TIMSS & PIRLS International Study Center.

Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., et al. (Eds.) (2008b). *TIMSS 2007. International Science Report*. Chestnut Hill. TIMSS & PIRLS International Study Center.

OECD (Eds.) (2009). *Creating Effective Teaching and Learning Environments: First Results from TALIS*. OECD.

The Education, Audiovisual and Culture Executive Agency (Eds.) (2009). *Key data on education in Europe 2009*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency.

TreeLLLe (2009). *La scuola vista dai giovani adulti. Ricerca n. 2*. Genova: TreeLLLe.

UN'ANALISI COMPARATIVA TRA L'INDAGINE TIMSS E LA PROVA NAZIONALE INVALSI PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

Francesco Rubino

IPRASE del Trentino

PER CHIEDERE NOTIZIE O SCAMBIARE OPINIONI SU QUESTO ARTICOLO, L'AUTORE PUÒ ESSERE CONTATTATO AL SEGUENTE INDIRIZZO:

Via Gilli 3
38120 Trento (Italy)
Tel.: 0461 494394
E-mail: francesco.rubino@iprase.tn.it

ABSTRACT

The article presents the results of a comparative analysis between the TIMSS mathematics test and the Italian national evaluation test carried out by the *National Evaluation Service (INVALSI)* both tests were performed in 2008 by students in the eighth grade of schooling in the Autonomous Province of Trento. The paper illustrates the differences and the similarities of the goals, frameworks and trends in the results obtained. A unique identification key was adopted in order to match the scores obtained by each student in both tests. This approach enabled comparisons to be made by analysing the correlation coefficients and to prepare a first regression model in order to understand to what the extent the results of a test are predictive of the results to another test.

Keywords: International surveys – National survey – Mathematics – Assessment comparison

ESTRATTO

L'articolo presenta i risultati di una analisi comparativa tra la prova di matematica TIMSS e la Prova Nazionale del Servizio Nazionale di Valutazione (INVALSI), entrambe sostenute dagli studenti trentini all'ottavo grado di scolarizzazione nel 2008. Il contributo illustra le differenze e le analogie delle finalità, dei framework e degli andamenti nei risultati ottenuti. Mediante la costruzione di una chiave identificativa univoca è stato possibile appaiare i punteggi ottenuti da ciascuno studente a entrambe le prove; l'operazione ha reso possibile confronti mediante l'analisi dei coefficienti di correlazione e la costruzione di un primo modello di regressione per capire quanto i risultati di una prova siano predittivi dei risultati all'altra.

Parole chiave: Rilevazioni internazionali – Rilevazioni nazionali – Matematica – Comparazione valutazione

1. Introduzione

Questo articolo prende spunto da alcuni lavori analoghi (Ruddock et al., 2006; Binkley & Kelly, 2003; Brown, 1999) che comparano l'indagine Timss a quella OECD PISA e presenta i risultati di una prima analisi comparativa tra gli esiti della Prova TIMSS per l'ottavo anno di scolarizzazione e quelli della Prova Nazionale (PN) del Servizio Nazionale di Valutazione (SNV), che gli studenti di terza classe della scuola secondaria di I grado hanno sostenuto nello stesso anno (2008/09) nell'ambito dell'esame di Stato a conclusione del primo ciclo.

La Prova Nazionale riguarda esclusivamente la matematica e l'italiano. Essa mira a rilevare gli apprendimenti in questi due ambiti chiave e dal 2010 contribuisce alla valutazione degli studenti insieme alle prove definite dalle commissioni d'esame. La Prova TIMSS e la PN hanno molti e significativi punti di convergenza e di similarità, quali ad esempio l'età e la classe scolastica di riferimento, così come molti contenuti delle aree rilevate; è opportuno però sottolinearne anche le differenti finalità nonché le diversità rispetto a una parte degli argomenti testati. Le eventuali differenze nei risultati tra l'uno e l'altro tipo di rilevazione potrebbero essere utilizzate per comprendere meglio, da punti di vista diversi, le prestazioni degli alunni. Questo lavoro intende quindi tracciare un quadro delle similitudini e differenze nell'impostazione e nei risultati delle due prove e di identificare quale possa essere il contributo dato da ognuna di esse alla conoscenza generale sugli apprendimenti degli studenti.

2. Le caratteristiche principali della Prova TIMSS e della PN

La PN, pur avendo una valenza differente rispetto alle prove proposte dal Servizio Nazionale di Valutazione nella scuola primaria al secondo e quinto anno, è comunque un elemento di un dispositivo più generale teso a restituire informazioni sul sistema scolastico italiano in determinati momenti del percorso di uno studente. Essa è una fonte di informazioni sugli apprendimenti in matematica e in italiano in un momento chiave del percorso formativo di un alunno: il passaggio dal primo al secondo grado d'istruzione. I quadri di riferimento per la PN (uno per l'italiano e uno per la matematica) sono definiti dall'INVALSI (2009) sulla base delle indicazioni ministeriali e la costruzione degli item che la compongono si avvale di un folto gruppo di collaboratori ed esperti, insegnanti e disciplinaristi dei due ambiti considerati. La prova ha l'obiettivo di ricostruire al meglio un quadro delle conoscenze e abilità che uno studente possiede in questo momento chiave della sua vita, e di valutare la distribuzione dei risultati sul territorio nazionale, operando confronti territoriali tra le diverse aree geografiche e tra le diverse scuole e incrociando i dati con un insieme di variabili socio-demografiche relative a ciascuno studente e alla sua famiglia.

TIMSS (Mullis et al., 2007), invece, è una fonte di informazioni per una comparazione internazionale sugli apprendimenti in matematica e scienze al quarto e all'ottavo anno di scolarizzazione. In modo simile alla PN, la TIMSS si basa sulla collaborazione di esperti per sviluppare i quadri di riferimento sottesi alle prove ma, a differenza della PN, la loro definizione coinvolge esperti e professionisti dell'educazione rappresentanti dei vari Paesi partecipanti e la decisione su cosa escludere e cosa includere avviene mediante un processo di condivisione e consenso sulla capacità dei quadri di riferimento di intercettare al meglio i differenti curricoli e le abilità che si vogliono testare.

Per quanto riguarda la popolazione di riferimento, la PN viene somministrata a tutti gli studenti ammessi all'esame di Stato, mentre la Prova TIMSS, nel caso della rilevazione effettuata in Trentino, è stata somministrata in tutte le scuole ma a un numero limitato di classi campione, vale a dire che essa è stata svolta su base censuaria a livello scuola e su base campionaria a livello classe.

La Tabella 1 riassume le modalità di somministrazione di entrambe le prove.

Considerato che è possibile confrontare le due prove solo per la parte relativa alla matematica,

TABELLA 1
Comparazione della modalità di somministrazione della Prova TIMSS e della Prova Nazionale

Modalità di somministrazione	Prova Nazionale	Prova TIMSS
Target	L'intera popolazione degli studenti ammessi all'esame di Stato	Campione stratificato con censimento a livello scuola e campionamento a livello classe
Contenuti oggetto del test	Italiano e matematica	Matematica e scienze
Periodo	Maggio	Giugno
Tempi di somministrazione	2 ore più i tempi di consegna e un intervallo tra prova di italiano e prova di matematica	90 minuti più i tempi di consegna e un intervallo tra la prima e la seconda parte della prova
Numero di item	47 item, gli stessi per tutti gli studenti, di cui 21 di matematica e 26 di italiano	429 item campionati e suddivisi in 14 fascicoli di 48 item, di cui 24 di matematica e 24 di scienze
Somministratore	Membri della commissione d'esame	Insegnante di matematica e scienze

vediamo ora le analogie e le differenze tra i contenuti e i domini cognitivi testati dalla PN e dalla Prova TIMSS (Tabella 2).

TABELLA 2
Comparazione dei contenuti e dei domini cognitivi nella Prova TIMSS e nella PN

Dominio dei contenuti	
PN 2008/09	TIMSS 2007
Numeri	Numero
Spazio e figure	Geometria
Relazioni e funzioni	Algebra
Misure, dati e previsioni	Dati e probabilità
Dominio cognitivo	
Capacità di eseguire algoritmi (di routine o non di routine)	Conoscenza
Uso di linguaggi specifici	Applicazione
Sensibilità numerica e geometrica	Ragionamento

Per il dominio dei contenuti è possibile paragonare la proporzione di item relativi a ciascuna area tematica in entrambe le prove, mentre non è possibile lo stesso confronto per il dominio cognitivo in quanto, per l'anno di riferimento, non è disponibile il dato relativo alla PN.

Dal quadro di riferimento di matematica del Servizio Nazionale di Valutazione si desume che, per dare maggior peso all'esperienza degli alunni rispetto alla teoria — la cui importanza, per altro, non viene meno — si è scelto di utilizzare i nomi degli oggetti matematici e non delle teorie (Anzellotti & Cotoneschi, 2007), mentre per TIMSS la scelta sembra essere stata quella di unificare i due aspetti. Ad ogni modo, pur con le relative specificità, i due strumenti, a un livello più generale, riconducono a una visione e a un quadro comune nell'organizzazione dei contenuti di base della matematica, a partire dall'ovvia constatazione che entrambi gli approcci definiscono quattro aree principali di contenuto, come mostra la tabella. Inoltre, entrambi i quadri di riferimento includono la valutazione dei processi cognitivi implicati nei quesiti matematici proposti e anche sotto que-

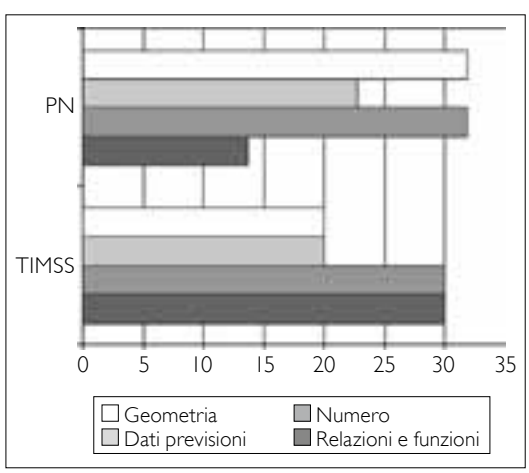


Fig. 1 Distribuzione percentuale degli item di matematica nelle due prove comparate.

sto profilo in diversi punti si sovrappongono. È utile anche sottolineare che entrambe le prove utilizzano diversi tipi di item (a risposta chiusa e aperta) e differenti modalità di rappresentazione (testi, tabelle, figure, grafici e immagini).

Una differenza tra le due prove è data, invece, dalla procedura che TIMSS adotta per la definizione dei livelli di competenza, calibrando i risultati secondo il grado di difficoltà degli item *(benchmarks)*, aspetto introdotto nella PN, con alcune differenze e specificità, solo nella rilevazione 2009/2010 (si veda INVALSI, Rapporto Nazionale Esame di Stato 2009-2010), quindi non disponibile per i dati del 2008.

Dalla comparazione degli item (Figura 1), si evince come la Prova TIMSS abbia una più alta proporzione di item nelle aree «Numeri» e «Algebra» e la PN abbia più item nelle aree «Numeri» e «Geometria».

3. Il confronto tra i risultati in matematica della Prova TIMSS 2007 e della PN 2008/09

Allo scopo di rendere possibile il confronto tra le due prove, sono stati appaiati i punteggi conseguiti dallo stesso alunno in ciascuna mediante la creazione di una chiave univoca; si sono così ottenuti 1256 casi validi, il 76% circa del campione TIMSS. Per comparare le due tipologie e scale di misurazione adottate in ciascuna prova, è stata poi effettuata una standardizzazione dei punteggi (Boncori, 1993). Questa operazione ha consentito di riportare i risultati osservati a una scala comune.

Per rendere, inoltre, più leggibili i dati relativi all'analisi della varianza e al modello di regressione proposto più avanti, è stata fatta una trasformazione in punti T, ponendo la media pari a 50 e la deviazione standard uguale a 10, cosa che consente di ovviare al problema della presenza di valori negativi qualora si usassero i punteggi standardizzati.[1]

Abbiamo visto come le prove, sia per le specificità di contenuto degli item che per la loro formulazione, non possano essere considerate intercambiabili; in altre parole, per molti item della PN, a un livello di analisi più approfondito, è impossibile trovare un'allocazione nelle sottoaree del *framework* TIMSS e viceversa, e questo sta a indicare che entrambe contengono item che non possono essere inclusi se non nel quadro di riferimento che li ha generati. Questa constatazione trova riscontro anche nell'osservazione che le due prove, pur avendo in genere lo stesso andamento per quel che riguarda la distribuzione dei risultati ottenuti dalle singole scuole (Figura 2), in alcune realtà scolastiche, funzionano in modo differente.

In altre parole, potremmo dire che per alcune scuole è risultata relativamente più facile la Prova TIMSS rispetto alla Prova Nazionale e viceversa. Occorre, naturalmente, tenere in dovuta considerazione i diversi contesti in cui le due prove si sono svolte (la PN, lo ricordiamo, si svolge nell'ambito dell'esame di Stato) e questo può influire sulla variabilità dei risultati in funzione di come viene vissuta la prova dagli alunni o anche della dimensione organizzativa in cui essa viene gestita. Al momento, comunque, non è possibile tenere sotto controllo queste variabili di contesto in quanto non ci sono dati disponibili che possano essere utili allo scopo.

Quanto stiamo osservando è importante ai fini dell'analisi comparativa, dato che, anche in considerazione della diversa numerosità di item, non è possibile fare un confronto tra le risposte ai singoli item ma solo tra i punteggi complessivi ottenuti nelle quattro aree di contenuto e nelle prove totali.

Per effettuare la nostra analisi, abbiamo preliminarmente preso in esame le distribuzioni dei punteggi totali ottenuti alle due prove.[2]

Nel caso della Prova TIMSS la distribuzione è normale e assimilabile alla distribuzione normale nel caso della PN. Sulla base di questa prima osservazione è stato possibile effettuare un'analisi della varianza per campioni appaiati.

[1] Questi hanno infatti media eguale a 0 e deviazione standard eguale a 1.

[2] Per le procedure di analisi effettuate si faccia riferimento a Barbaranelli (2006).

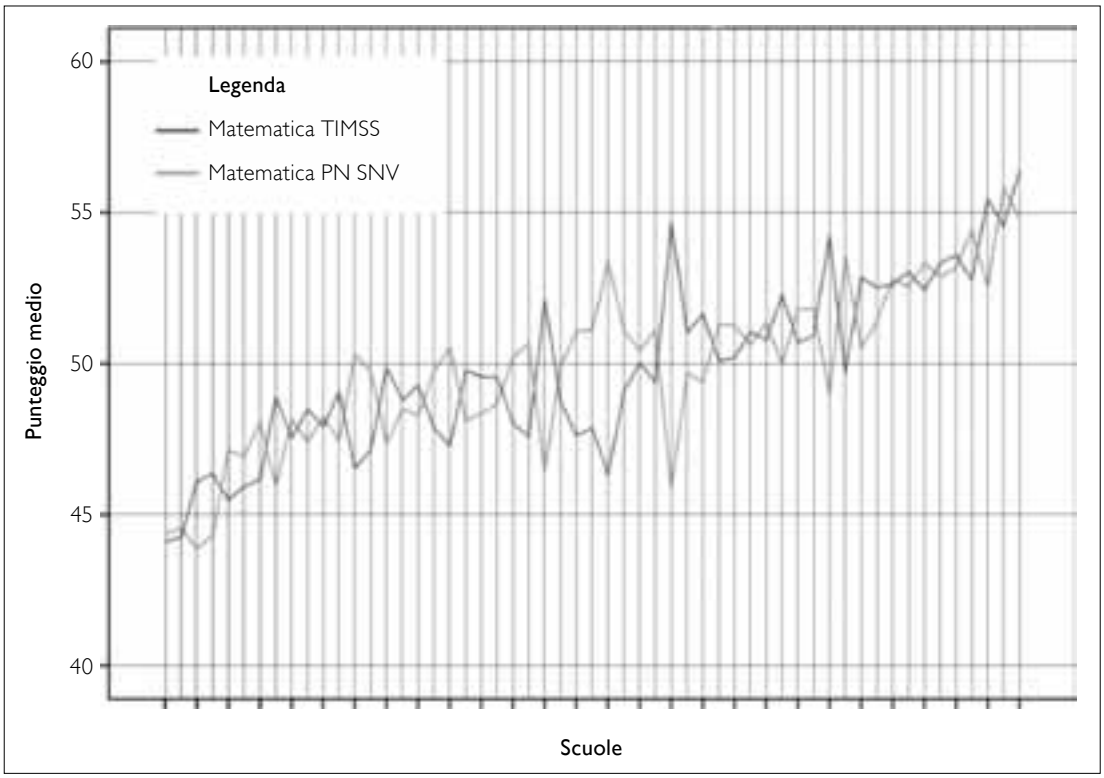


Fig. 2 Risultati delle scuole in matematica nella Prova TIMSS 2007 e nella PN.

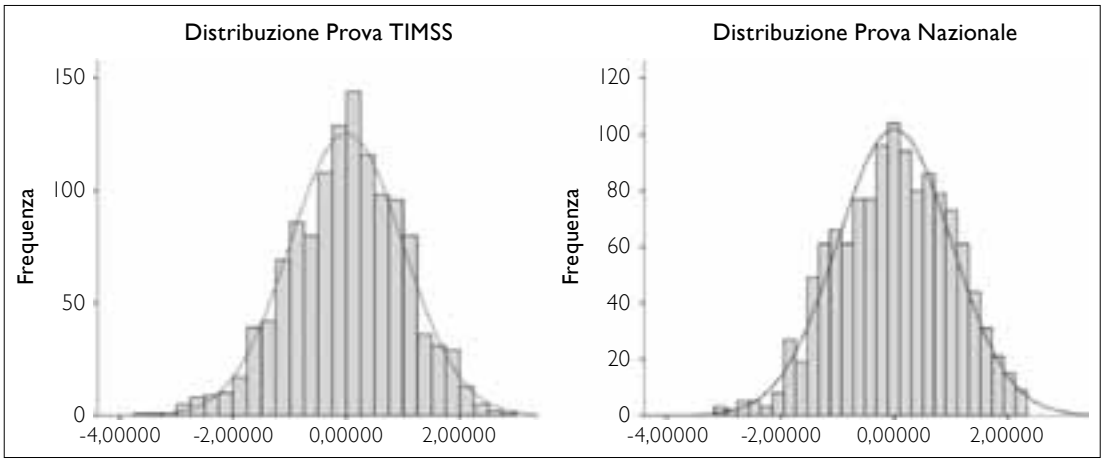


Fig. 3 Distribuzioni dei punteggi totali delle due prove.

Come si può osservare, non esiste nessuna differenza significativa tra le distribuzioni dei punteggi totali nelle due prove.

Se effettuiamo lo stesso test per i punteggi nelle quattro aree di contenuto, possiamo invece notare alcune differenze (Tabella 4).

TABELLA 3
Test per campioni appaiati effettuato per i punteggi totali

	Differenze a coppie					t	df	Sig. (2-code)
	M	DS	ES media	Intervallo di confidenza per la differenza al 95%				
				Inferiore	*Superiore*			
Punteggi totali matematica TIMSS – Punteggi totali matematica PN	50	10,4267	0,29419	-0,57716	0,57716	0,000	1255	1,000

TABELLA 4
Test per campioni appaiati effettuato per i punteggi dei sottodomini

	Differenze a coppie					t	Sig. (2-code)
	M	DS	ES media	Intervallo di confidenza per la differenza al 95%			
				Inferiore	*Superiore*		
Numero TIMSS – Numeri PN	4,2	11,13	0,31406	-0,18	1,04	1,365	0,173
Algebra TIMSS – Relazioni e funzioni PN	-14,3	10,0	0,28217	-1,98	-0,87	-5,08	0,000
Geometria TIMSS – Spazio e figure PN	0	11,56	0,32622	-0,64	0,64	0,00	1,000
Dati e probabilità TIMSS – Misure, dati e previsioni PN	-12,9	10,0	0,28217	-1,8	-0,74	-4,60	0,000

Il test t e il test di significatività ci dicono che nelle aree «Numero/i» e «Geometria» non vi sono differenze significative nell'andamento delle due prove (p-value > 0,05), mentre i confronti tra le distribuzioni dei punteggi di «Algebra» e «Relazioni e Funzioni», da una parte, e di «Dati e probabilità» e «Misura, dati e previsioni», dall'altra, evidenziano l'esistenza di differenze significative.

A questo punto può essere interessante esplorare il grado di correlazione sia interno a ciascuna prova sia tra le due prove e i rispettivi sottoambiti (Tabella 5).

Si noti come, per ciascuna prova, i rispettivi sottoambiti di contenuto siano ben correlati ad essa e tra di loro, mentre le due prove e i reciproci sottoambiti hanno correlazioni abbastanza deboli anche se statisticamente significative.

Per quanto riguarda la correlazione tra i domini cognitivi della Prova TIMSS e la PN, si notano differenze interessanti. Quest'ultima ha una correlazione positiva con i domini di Conoscenza e Applicazione, rispettivamente 0,523 e 0,540, mentre ha una più bassa correlazione con il dominio di Ragionamento, 0,371. Questo dato ci fa pensare che la PN sia maggiormente orientata a rilevare conoscenze e abilità applicative e meno le capacità di ragionamento.

Utilizziamo un modello di regressione per verificare se questa ipotesi sia sostenibile (Tabella 6).

Guardando l'R quadrato, si nota che il modello spiega il 20,5% della varianza e i coefficienti ci informano che per l'incremento di 1 punto del punteggio ottenuto nel dominio Applicazione, il punteggio totale in matematica nella PN aumenta di 1,9 punti, mentre se aggiungiamo la variabile relativa al dominio Conoscenza, i due predittori assieme portano a 3 punti l'incremento della costante. Dall'analisi si evince anche che il dominio Ragionamento non può essere considerato un buon predittore del punteggio in matematica nella PN (l'aumento del punteggio nella PN è inferiore a 1 punto e non significativo). Sicuramente non possiamo affermare che si tratta di un modello robusto, ma ci aiuta a comprendere meglio le similitudini e le differenze a cui abbiamo fatto riferimento nell'introduzione.

4. Rilievi conclusivi

L'analisi comparativa effettuata ci suggerisce come, fatta salva la constatazione che i punteggi totali alle due prove hanno una significati-

TABELLA 5

Matrice di correlazione tra le due prove e i rispettivi sottodomini

		Pt. tot. Matematica TIMSS	Pt. tot. Numero TIMSS	Pt. tot. Algebra TIMSS	Pt. tot. Geometria TIMSS	Pt. tot. Dati e probabilità TIMSS	Pt. tot. Matematica SNV PN	Pt. tot. Numeri SNV PN	Pt. tot. Relazioni e funzioni SNV PN	Pt. tot. Geometria SNV PN	Pt. tot. Dati e previsioni SNV PN	Pt. tot. Dominio conoscenza TIMSS	Pt. tot. Dominio applicazio-ne TIMSS	Pt. tot. Dominio ragionamen-to TIMSS
Pt. tot. Matematica TIMSS	Corr. Pearson	1	0,807	0,811	0,771	0,711	0,456	0,416	0,223	0,362	0,369	0,814	0,819	0,730
	Sig. (2 code)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pt. tot. Numero TIMSS	Corr. Pearson		1	0,790	0,801	0,707	0,431	0,383	0,226	0,339	0,382	0,740	0,784	0,666
	Sig. (2-code)			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pt. tot. Algebra TIMSS	Corr. Pearson			1	0,788	0,679	0,421	0,385	0,208	0,338	0,340	0,756	0,751	0,685
	Sig. (2-code)				0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pt. tot. Geometria TIMSS	Corr. Pearson				1	0,675	0,427	0,380	0,202	0,332	0,362	0,686	0,750	0,630
	Sig. (2-code)					0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pt. tot. Dati e probabilità TIMSS	Corr. Pearson					1	0,400	0,363	0,182	0,317	0,331	0,664	0,675	0,616
	Sig. (2-code)						0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pt. tot. Matematica SNV PN	Corr. Pearson						1	0,801	0,539	0,804	0,852	0,523	0,540	0,371
	Sig. (2-code)							0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pt. tot. Numeri SNV PN	Corr. Pearson							1	0,319	0,512	0,538	0,488	0,489	0,323
	Sig. (2-code)								0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

(continua)

(continua)

		Pt. tot. Matematica TIMSS	Pt. tot. Numero TIMSS	Pt. tot. Algebra TIMSS	Pt. tot. Geometria TIMSS	Pt. tot. Dati e probabilità TIMSS	Pt. tot. Matematica SNV PN	Pt. tot. Numeri SNV PN	Pt. tot. Relazioni e funzioni SNV PN	Pt. tot. Geometria SNV PN	Pt. tot. Dati e previsioni SNV PN	Pt. tot. Dominio conoscenza TIMSS	Pt. tot. Dominio applicazio-ne TIMSS	Pt. tot. Dominio ragionamen-to TIMSS
Pt. tot. Relazioni e funzioni SNV PN	Corr. Pearson								1	0,390	0,321	0,209	0,220	0,191
	Sig. (2-code)									0,000	0,000	0,009	0,023	0,019
Pt. tot. Geometria SNV PN	Corr. Pearson									1	0,574	0,345	0,357	0,311
	Sig. (2-code)										0,000	0,000	0,000	0,000
Pt. tot. Dati e previsioni SNV PN	Corr. Pearson										1	0,349	0,382	0,312
	Sig. (2-code)											0,001	0,010	0,003
Pt. tot. Dominio Conoscenza TIMSS	Corr. Pearson											1	0,846	0,707
	Sig. (2-code)												0,000	0,000
Pt. tot. Dominio Applicazio-ne TIMSS	Corr. Pearson												1	0,734
	Sig. (2-code)													0,000
Pt. tot. Dominio Ragiona-mento TIMSS	Corr. Pearson													1
	Sig. (2-code)													

TABELLA 6

Riepilogo del modello di regressione dei domini cognitivi TIMSS sul punteggio totale matematica PN

	Coefficienti				
	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati	t	Sig.
	B	*DS errore*	*Beta*		
(Costante)	26,4[a]	1,345		19,690	0,000
Applicazione	1,9[b]	0,047	1,9	6,094	0,000
Conoscenza	1,1[b]	0,047	1,179	3,786	0,000
Ragionamento	0,072[b]	0,038	0,072	1,862	0,073

R-quadrato = 0,205.
[a] = Variabile dipendente: punteggio totale di matematica PN – SNV.
[b] = Predittori: punteggio nei domini Applicazione, Conoscenza, Ragionamento della Prova TIMSS.

va correlazione, esistano però delle differenze nell'approccio alla costruzione delle due prove e che all'interno della stessa scuola il risultato medio in entrambe, in alcuni casi, possa essere molto diverso senza però che questo debba essere interpretato come una discrepanza tra i rendimenti a livello scuola. È utile sottolineare che, pur nella diversità, le due prove hanno un robusto background metodologico di riferimento e sono per questo attendibili, sono cioè in grado di fornire informazioni corrette in riferimento a quanto dichiarano di rilevare: entrambe hanno sistematizzato i propri contenuti di indagine entro un quadro di riferimento e utilizzano un altrettanto ben strutturato modello di analisi di attendibilità e affidabilità degli item e della prova, che consente confronti nel tempo. Pur con le dovute cautele, appare utile tenere conto delle informazioni complementari che possono esser date dai risultati delle indagini internazionali e nazionali per esplorare le modalità di insegnamento/apprendimento della matematica messe in atto nel sistema scolastico trentino nel corso degli anni. La Prova TIMSS permette di confrontarsi su un piano internazionale e la Prova Nazionale fornisce una scala di comparazione entro il nostro Paese.

Da ultimo, è importante evidenziare che:

- pur non potendo individuare una qualche interscambiabilità degli item all'interno delle prove, esse risultano essere sufficientemente correlate;
- le prove in diversi casi funzionano in maniera differente. Estendendo l'analisi a livello nazionale, si potrebbe verificare se questo in qualche modo dipende dalla costruzione degli item o dai differenti approcci didattici utilizzati nelle scuole;
- la valutazione nazionale sembra, allo stato delle cose, più orientata a testare conoscenze e abilità applicative;
- TIMSS fornisce un quadro più articolato e un metodo di indagine comparativa che per la sua natura, considerando i numerosi Paesi che partecipano all'indagine, offre molteplici angolature da cui osservare gli apprendimenti in matematica, e ciò vale ancor più nel caso delle scienze, tenuto conto che, al momento, il Sistema Nazionale di Valutazione non prevede rilevazioni in quest'ambito.

BIBLIOGRAFIA

Anzellotti, G., & Cotoneschi, S. (2007). Le indicazioni per il curricolo: matematica. *Notizie della scuola*, *2* (3), 195-201.

Barbaranelli, C., (2006). *Analisi dei dati con SPSS II. Le analisi multivariate*. Roma: Led.

Binkley, M., & Kelly, D. (2003). *A content comparison of the NAEP and PIRLS fourth grade reading assessments* (NCES 2003-10). U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

Boncori, L. (1993). *Teoria e tecniche dei tests*. Torino: Bollati Boringhieri.

Brown, M. (1999). Problems of interpreting international comparative data. In B. Jaworski & D. Phillips (Eds), *Comparing standards internationally: Research and practice in mathematics and beyond* (pp. 183-207). Oxford: Symposium Books.

INVALSI (2009). *La Prova Nazionale al termine del primo ciclo (a.s. 2008-09). Aspetti operativi e prime valutazioni sugli apprendimenti degli studenti* (*Rapporto integrale*). Disponibile su: http://www.invalsi.it/esamidistato0809/. [Accesso il 02.04.2011].

Mullis, I. V. S., et al. (2007) *TIMSS 2007 Assessment Frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. Available from: http://timss.bc.edu/timss2007/frameworks.html [Accessed 02.04.2010].

Ruddock, G., Clausen-May, T., Purple, C., & Ager, R. (2006). *Validation study of international studies of pupil attainment*. Nottingham: DfES.

RIFLESSIONI

RICERCAZIONE

INDAGINE IEA-TIMSS E SVILUPPO DEI PROCESSI VALUTATIVI E DIDATTICI NELLA SCUOLA

Paolo Calidoni

Presidente Comitato Provinciale di Valutazione del Sistema Educativo del Trentino

Per chiedere notizie o scambiare opinioni su questo articolo, l'autore può essere contattato al seguente indirizzo:
Via Gilli 3
38120 Trento (Italy)
Tel.: +39 0461 491425
E-mail: comitato.valutazione@provincia.tn.it

1. Specificità dell'indagine IEA-TIMSS

Negli ultimi anni ha assunto sempre maggiore evidenza — istituzionale, mediatica e anche scientifica — l'indagine OCSE-PISA. Nel nostro Paese, poi, si sono imposte le prove INVALSI del Servizio Nazionale di Valutazione (da qui in poi SNV) come fonti principali di valutazione degli esiti del sistema scolastico in entrata e in uscita dalla scuola primaria e dalla secondaria di primo e secondo grado.

L'indagine IEA-TIMSS si potrebbe considerare equivalente alle due appena citate. Ma non è così, per diverse ragioni. Anzitutto — e soprattutto — diversa è la natura dell'ente promotore e quindi differenti sono le funzioni e gli scopi dell'indagine. Il programma di ricerca TIMSS è stato avviato nel 1963 ed è tuttora portato avanti dall'International Association for the Evaluation of Educational Achievement (da qui in poi IEA). Si tratta di una società scientifica internazionale non-profit finalizzata alla ricerca pedagogica nel mondo che raggruppa istituti di ricerca educativa sia universitari sia ministeriali. Come si legge nel sito ufficiale dell'associazione:

> IEA became a legal entity in 1967, but its origins date back to 1958 when a group of scholars, educational psychologists, sociologists and psychometricians met at the UNESCO Institute for Education in Hamburg to discuss problems of school and student evaluation. They argued that effective evaluation requires not only consideration of the inputs to education and the conditions under which schooling is conducted but also examination of such educational outcomes as knowledge, attitude and participation. The group strongly rejected data-free assertions about the relative merits of various educational systems. They also wanted to go beyond generating a set of performance indicators that would merely establish the well-being or otherwise of a school system, to identify those factors that would have meaningful and consistent influences on educational outcomes.[1]

Queste premesse caratterizzano il lavoro dell'IEA influenzando così gli sviluppi succes-

[1] Si veda: http://www.iea.nl/brief_history_of_iea.html

sivi in materia. Dunque, lo scopo delle indagini di IEA è l'identificazione, basata su evidenze, dei fattori che influenzano gli esiti educativi, in una prospettiva principalmente orientata alla conoscenza e alla comprensione con gli strumenti delle scienze dell'educazione (De Landsheere, 1985).

2. Confronto tra IEA-TIMSS, OCSE-PISA e INVALSI-SNV

L'impostazione delle indagini IEA sugli apprendimenti evidenzia una prospettiva e una tradizione di ricerca diverse da PISA-OCSE e INVALSI-SNV. Il programma PISA si è sviluppato, a partire dal crinale del nuovo millennio, come esito della definizione e integrazione di un sistema internazionale di indicatori (INES) per il monitoraggio dei sistemi educativi che ogni anno genera il rapporto «Education at a glance»[2] (OECD, 2010). L'economia dell'educazione è la principale disciplina di riferimento delle analisi dell'indagine PISA. Scopo dell'indagine è identificare i fattori che influenzano i risultati di apprendimento, ma soprattutto l'efficienza dei sistemi, cioè il rapporto tra risorse impiegate e risultati. Ad esempio, in base ai dati di PISA 2009[3] il sistema scolastico italiano si colloca tra quelli con maggiore autonomia e minore competitività tra scuole, piccole classi e bassi salari ma con un elevato livello complessivo di spesa per l'istruzione.

Il SNV, in conformità alle norme che lo regolano, ha come finalità principale la valutazione d'efficacia del sistema d'istruzione. Nella nota ministeriale del 30-12-2010 si legge:

> …l'art. 3, comma 1, lettera b, della legge 28 marzo 2003, n.53 assegna all'Istituto nazionale per la valutazione del sistema di istruzione (INVALSI) il compito di effettuare verifiche periodiche e sistematiche sulle conoscenze ed abilità degli studenti e sulla qualità complessiva dell'offerta formativa delle istituzioni scolastiche. Al fine di attuare questo specifico compito, finalizzato al progressivo miglioramento e all'armonizzazione della qualità del sistema di istruzione e formazione, con il decreto legislativo 19 novembre 2004, n. 286, è stato istituito il Servizio nazionale di valutazione del sistema educativo di istruzione e formazione nell'ambito del predetto Istituto nazionale. La rilevanza strategica dell'attività dell'Istituto ha indotto il legislatore ad intervenire più volte per potenziare la qualificazione scientifica dell'INVALSI, attribuendo allo stesso ulteriori compiti (vedi art. 1, commi da 612 a 615, della legge 27 dicembre 2006, n. 296) e prevedendo, con la legge 25 ottobre 2007, n. 176, di conversione, con modificazioni, del decreto-legge 7 settembre2007, n. 147, in particolare all'art. 1, comma 5, l'emanazione di un'apposita direttiva annuale, da parte del Ministro dell'Istruzione, per l'individuazione degli obiettivi relativi alla valutazione esterna condotta dal Servizio nazionale di valutazione sul sistema scolastico e sui livelli di apprendimento degli studenti. Con la direttiva del Ministro n. 67 del 30 luglio 2010, registrata dalla Corte dei Conti il 20 settembre 2010, registro 15, foglio 253, sono stati perciò individuati gli obiettivi generali delle politiche educative nazionali, di cui l'INVALSI è impegnato a tener conto per lo svolgimento della propria attività istituzionale per l'anno scolastico 2010-2011.[4]

Si tratta, in sintesi, di un servizio strumentale all'amministrazione e alle politiche scolastiche.

Questa diversità di prospettive, tra le tre indagini prese in esame, può essere vista ed utilizzata sia come tensione e potenziale conflitto, sia come possibile, positiva complementarità, a condizione che ciascuna sia opportunamente colta e valorizzata nella sua specificità e funzione. Nel caso di TIMSS il punto di vista privilegiato è quello delle scienze e dei professionisti dell'istruzione, più che quello gestionale e politico, maggiormente presente in PISA. Pertanto, come risulta anche dal rapporto provinciale del Trentino (Martini & Rubino, 2010) i dati TIMSS si prestano soprattutto ad analisi finalizzate a mettere in relazione i risultati con le caratteristiche degli alunni e dell'insegnamento, degli insegnanti e delle scuole, con riferimento a gruppi di variabili relativi a: gruppo classe, compiti matematici, lavoro didattico, uso della tecnologia, compiti per casa, verifiche assegnate, ecc.

Una delle differenze più evidenti è data dal fatto che l'indagine TIMSS prevede un questio-

[2] Si veda: http://www.oecd.org/document/52/0,3746,en_2649_39263238_45897844_1_1_1_1,00.html

[3] Si veda: http://www.oecd.org/document/61/0,3746,en_32252351_32235731_46567613_1_1_1_37455,00.html#PISA_at_a_Glance

[4] Si veda: http://www.invalsi.it/snv1011/documenti/Nota_MIUR_3813_SNV2011.pdf

nario docenti con il quale si raccolgono informazioni circa le pratiche didattiche. Le medesime informazioni sono raccolte anche con un questionario dedicato agli studenti. Al contrario, sia PISA che SNV raccolgono informazioni di contesto attraverso questionari dedicati ai dirigenti, agli alunni e alle famiglie.

Per analizzare questo specifico contributo di TIMSS prenderemo sommariamente in considerazione alcuni risultati emersi nell'ambito del rapporto provinciale TIMSS curato dall'IPRASE. Tali risultati riguardano in particolare l'insegnamento della matematica e delle scienze e possono essere messi in relazione con quelli di altre ricerche a livello locale che affrontano temi collegati e che sono state promosse dal Comitato Provinciale di Valutazione del Sistema Educativo del Trentino (da qui in poi CPV) e dall'IPRASE. Nello svolgere questa disamina saremo guidati dalle seguenti domande:

- Che cosa pensano gli insegnanti delle rilevazioni standardizzate per le pratiche didattiche?
- Che cosa dice TIMSS sulla relazione tra insegnamento e risultati? Quali sono gli aspetti che vengono analizzati in dettaglio? Cosa ci dice, ad esempio, rispetto al contesto classe, ai compiti per casa, alla valutazione, al lavoro didattico in aula, ecc.?

3. Percezione delle prove standardizzate da parte dei docenti

Il rapporto provinciale TIMSS evidenzia il grado d'importanza attribuito dai docenti alle prove di valutazione standardizzate somministrate sia a livello locale che nazionale (Gentile, 2010; Rubino, Carrozza & Romano, 2010). Gli autori evidenziano la minore rilevanza attribuita alle prove nazionali e regionali da parte degli insegnanti. Si tratta, probabilmente, di un atteggiamento la cui dinamica dovrebbe essere monitorata nel tempo e in rapporto al valore che le prove nazionali e regionali hanno nella determinazione del giudizio sull'alunno ed eventualmente nella valutazione dell'insegnante. A tal proposito, ci si potrebbe chiedere: in quali contesti le prove standardizzate assumono maggiore o minore rilevanza per i docenti? Per discutere tale questione riprendiamo i risultati principali di un'indagine curata da Mason e Rubino (2011) nell'ambito dell'attività 2009/2010 del CPV.

La ricerca è stata condotta adottando l'approccio narrativo. Sono state raccolte interviste da 38 docenti e 80 studenti di scuola secondaria di secondo grado.[5] Le risposte sono state analizzate utilizzando il software T-Lab, un pacchetto statistitico di analisi del contenuto, mediante il quale è stato possibile isolare i temi principali per ciascuna area indagata con l'intervista e che ha permesso anche di arrivare a una quantificazione degli orientamenti.

> Alla domanda «Ritiene che la prova INVALSI o la prova PISA valutino effettivamente ciò che un alunno sa o sa fare?» gli insegnanti rispondono in modo abbastanza variegato… emerge come quasi il 49% degli insegnanti si pronunci per una poca o nulla capacità della prova di saper valutare cosa gli alunni effettivamente sanno o sanno fare; mentre un buon 21% si limita a non rispondere o ad affermare che «sinceramente» non sa cosa dire in merito a quanto chiesto perché non si reputa esperto della materia o, semplicemente, allude a voler dire altro senza però farlo…
>
> Pur con qualche perplessità, come quella manifestata nella risposta precedente, il 62% degli intervistati reputa necessario questo tipo di prova e scende all'8% la quota di insegnanti che in qualche modo si astiene dal dare una risposta. (Rubino & Mason, 2011, p. 56)

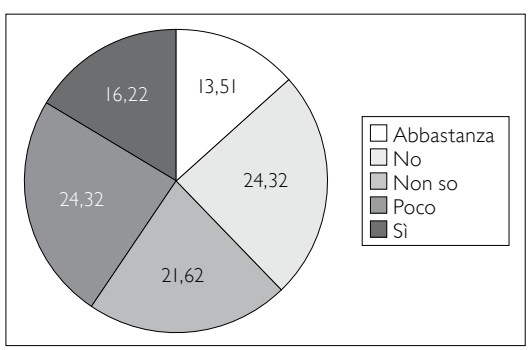


Fig. 1 Ritiene che la Prova INVALSI e la Prova PISA valutino effettivamente ciò che un alunno sa o sa fare?

[5] Il gruppo di studenti intervistati è così composto: 40 appartenenti alle classi prime — per i quali è fresco il ricordo delle prove INVALSI all'esame di Stato di terza secondaria di I grado — e 40 iscritti alle classe terze dove l'unica rilevazione con prove standardizzate che si realizza sistematicamente anche in Trentino è PISA.

Sebbene non sia possibile mettere direttamente in relazione le risposte degli intervistati con i dati TIMSS, in ragione della diversità dei campioni, degli oggetti specifici e delle tecniche di rilevazione, entrambe le ricerche richiamano l'attenzione su almeno due punti:

- la limitata porzione di docenti — circa 1 su 3 — che in entrambi i casi manifesta attenzione alle prove standardizzate come strumenti affidabili ed utili anche per le pratiche didattiche;
- la maggiore propensione a considerare necessarie le prove standardizzate — 3 docenti su 5.

Le ragioni di questo atteggiamento emergono da alcune affermazioni presenti nelle interviste (CPV, 2011, p. 129):

> Sicuramente è importante che ci sia questa prova perché innanzitutto è una prova che viene dall'esterno, quindi va proprio a sondare effettivamente cosa... una visione globale del livello di apprendimento che l'alunno ha raggiunto nel suo percorso di studi. Credo che sia positiva proprio perché... anche qui offre un ventaglio di domande che permettono un po' a 360° di valutare il punto a cui l'alunno è arrivato nel suo percorso.
>
> Secondo me sono abbastanza indicative, non tanto della preparazione ma un po', per come sono strutturate, dell'elasticità mentale che hanno acquisito i ragazzi, perché non si tratta tanto e solo di conoscenze, ma soprattutto della capacità di far funzionare il cervello, da quello che ho visto io. Secondo me è abbastanza positivo, magari ci possono essere dei risultati diversi, che non combaciano con quelli della scuola perché c'è il secchione che a scuola ottiene dei voti, viene sottoposto alla prova OCSE-PISA e magari può dare meno risultati positivi rispetto ad un altro che magari studia meno, però è molto più sveglio, ha una mente più elastica.

In merito all'uso auspicato dei risultati della valutazione effettuata ai vari livelli, l'analisi ha evidenziato i possibili piani di ripercussione degli stessi, da quello del singolo insegnante a quello del Consiglio di classe e del Collegio docenti a quello del «sistema» provinciale, nazionale ed europeo, come sintetizzato nella riflessione che segue:

> Per quanto riguarda il profitto, lì ogni insegnante dovrebbe trarre delle conclusioni e porsi dei punti di domanda. È ovvio che se c'è un profitto globale scarso in tante materie, allora è un po' tutta la classe che funziona male e allora bisogna vedere se abbassare le aspettative. Quindi potrebbe servire anche per ritarare il modo di insegnamento e soprattutto però penso che serva per il discorso del comportamento, per avere poi un'azione comune da parte di tutti gli insegnanti del consiglio di classe per incidere sulle cose che non vanno. Soprattutto sul comportamento, più che sul profitto, perché poi il profitto dipende anche dalle singole discipline. Secondo me l'autovalutazione di scuola serve per migliorare l'offerta formativa, sia dal punto di vista dell'approccio alle materie e alle discipline insegnate ma anche con la possibilità di intervenire in qualche modo anche sul corpo docente... è che lì dopo diventa problematico perché più di tanto non si può agire. La valutazione Iprase serve forse per cercare almeno di creare uno standard a livello provinciale, di omogeneità di comportamenti, e anche di omogeneità tra le scuole per evitare che ci siano scuole di serie A e di serie B, per omogeneizzare tutta la qualità del sistema formativo provinciale. Ecco io l'Invalsi la conosco poco, ne ho sempre sentito parlare ma così, negativamente, con delle domande dei questionari strutturate non tanto bene, però sono un po' ignorante su questo punto. Il Pisa per aiutare, come dicevo prima, i vari ministeri dell'istruzione e chi si occupa di istruzione a livello nazionale per vedere se ci sono delle pecche o delle lacune su cui intervenire per riportare il sistema educativo a livelli europei. Bisognerebbe riuscire a capire quali sono i nuclei fondamentali di apprendimento o di conoscenze da avere e in base a quelli creare una base che dia un po' di uniformità dalla Sicilia fino qui da noi. Poi anche l'Europa per creare degli standard, creare degli elementi per fare raggiungere agli studenti più o meno tutti quelle mete lì. (CPV, pp. 133 e ss.)

Le parole degli insegnanti fanno intravedere una consapevolezza della complessità e della multidimensionalità della/e valutazione/i degli apprendimenti, che assumono significati e funzioni diverse in rapporto non tanto alle tecnicalità docimologiche che le connotano, ma soprattutto in ragione dell'uso delle informazioni che rendono disponibili e del conseguente potere di chi le richiede, genera, detiene, usa, divulga.

Come ben documentano da Rubino e Mason (2011) emerge una pluralità di «discorsi» sulla/e valutazione/i degli apprendimenti. Tali discorsi si muovono su piani paralleli (nella didattica individuale d'aula, nella relazione tra colleghi, nel contesto istituzionale, nel confronto nazionale e internazionale…), alla ricerca di nessi e relazioni, di una direzione di senso, condivisa.

La possibile divaricazione dei «discorsi» in ordine alla valutazione da parte dei docenti, rispetto alle «percezioni e rappresentazioni» degli studenti risulta in tutta evidenza. L'analisi condotta «ci dice, sostanzialmente, che le percezioni degli studenti e degli insegnanti non sono

sovrapponibili… che queste differenti percezioni organizzano in modo altrettanto differente i comportamenti ad esse connessi. Non sono al momento rilevabili un'idea e un'esperienza di valutazione condivisa, anche se relative allo stesso contesto di classe» (Rubino & Mason, 2011, pp. 72 e ss.). La ricerca conclude segnalando che «un'analisi approfondita e su larga scala potrebbe definire come l'impatto di queste percezioni sia o meno significativo in relazione al rendimento scolastico e aiutare a modellizzare quali approcci allo studio, più o meno funzionali, vengano messi in atto e sono in stretta relazione con l'esperienza e la percezione della valutazione» (Rubino & Mason, 2011, p. 74).

Le osservazioni e riflessioni fin qui raccolte indicano l'esigenza di «mettere in relazione» diversi piani, soggetti e funzioni della valutazione per superare la divaricazione percepita come (almeno potenzialmente) conflittuale tra *valutazione dell'apprendimento* e *valutazione per l'apprendimento* che sembra caratterizzare l'atteggiamento degli insegnanti, ma anche degli alunni. Gli uni e gli altri si sentono «oggetto» della valutazione e ne reclamano, invece, un orientamento formativo, per l'apprendimento.

Una pista per costruire tale relazione come indica «dovrebbe condurre ad intraprendere un percorso di lavoro che porti all'individuazione dei livelli di competenze da far acquisire agli studenti… (per) giungere, attraverso processi progressivi di standardizzazione, alla formulazione chiara e precisa di ciò che corrisponde, in termini di competenze, ai voti utilizzati a scuola per valutare l'apprendimento; in altre parole, cosa significa avere cinque, sette o nove in matematica o scienze ad un determinato grado scolare?» (CPV, 2011, p. 142).

Questa trasparenza costituisce anche il punto di partenza, reclamato dagli studenti, per un uso della valutazione in direzione formativa e «formatrice» (Hadji, 2005). Nell'intraprendere tale percorso, i frame work e benchmark delle rilevazioni nazionali e internazionali costituiscono una risorsa e uno strumento di cui promuovere una conoscenza diffusa, l'armonizzazione e l'uso corrente, invece della continua proliferazione di «nuove» tassonomie, indicazioni, piani di studio, curricoli d'istituto che non di rado sono patchwork autoreferenziali.

4. Relazione tra processi d'insegnamento e risultati di apprendimento

Come noto, TIMSS mette a disposizione, oltre che i risultati nelle prove che consentono confronti sui risultati, informazioni di contesto e di processo raccolte con questionari agli insegnanti e agli alunni che permettono di sviluppare analisi puntuali sulla relazione tra risultati e condizioni e modalità dell'insegnamento-apprendimento. Si tratta delle informazioni più interessanti nella prospettiva, auspicata dai docenti, di utilizzare le valutazioni per (migliorare) le pratiche didattiche e i risultati. Al di là di puntuali indicazioni analitiche e di settore, già ampiamente illustrate nei rapporti di ciascuna rilevazione, riteniamo opportuno in questa sede richiamare l'attenzione su alcuni elementi essenziali di carattere generale e trasversale che sembrano di particolare interesse in prospettiva strategica, dal punto di vista pedagogico-didattico professionale che orienta le riflessioni sviluppate in questa sede.

Cominciamo con il vedere alcuni elementi relativi alle pratiche didattiche emergenti ben analizzati nel rapporto TIMSS dedicato ai risultati degli alunni trentini (Gentile, 2010; Martini & Pisanu, 2010; Rubino, Carrozza & Romano, 2010), di cui riportiamo alcuni stralci nella Tabella 1.

Anche alcuni commenti sull'uso di tecnologie offrono interessanti spunti di riflessione. Per quanto riguarda, ad esempio, le «attività didattiche basate sul computer [...] in entrambi gli ordini di scuola si registrano percentuali molto alte di dati omessi: 72% nella scuola primaria, 74% nella scuola secondaria» (Gentile, 2010, p. 106). In riferimento, poi, all'uso della calcolatrice, risulta non permesso in classe quarta primaria al 94% in Trentino e all'89% in Italia, mentre la media internazionale è 54%; in classe terza secondaria di primo grado al 35% in Trentino e al 16% in Italia, mentre la media internazionale è 25% (Gentile, 2010). Inoltre,

TABELLA 1

Relazione tra insegnamento e apprendimento in riferimento alla classe, le attività didattiche e i compiti per casa

Dimensioni analizzate	Matematica		Scienze	
	4ª Primaria	3ª Secondaria di I grado	4ª Primaria	3ª Secondaria di I grado
Contesto classe	• Per il 26% di studenti di scuola primaria iscritti a *classi con un numero superiore o uguale a 22 soggetti si registrano risultati migliori* sia nel rendimento matematico generale sia nei domini specifici (di contenuto e cognitivi) • Al contrario, per il 39% di studenti (iscritti a classi con un minimo di 5 alunni e un massimo di 16), i risultati di apprendimento sono più bassi. Le differenze di punteggio nella prova di matematica sono statisticamente significative	• Nella scuola secondaria la *numerosità delle classi sembra avere un effetto migliorativo* limitato rispetto a quanto osservato per le classi delle primarie. Il rendimento appare piuttosto omogeneo se si osservano i risultati aggregati della prova • La sola differenza statisticamente significativa emerge nel confronto tra la seconda tipologia di classe (22-23 alunni) e la prima (minore o uguale a 21 alunni)	• La numerosità media delle classi è di circa 18 alunni e oscilla tra un minimo di 10 e un massimo di 28 • Se consideriamo la numerosità delle classi in associazione con il *rendimento medio* di scienze emerge una differenza tra le tre categorie di numerosità che risulta essere *significativa a favore delle classi più numerose*	• La numerosità media delle classi è di circa 18 alunni e oscilla tra un minimo di 10 e un massimo di 28 • Nella scuola secondaria di primo grado la numerosità media delle classi sale a 22 unità circa con un minimo di 13 e un massimo di 29 alunni. Per le classi di terza secondaria di primo grado il dato è più omogeneo e non presenta differenze statisticamente significative
Attività didattiche	• Nella scuola primaria *l'azione diretta del docente* assorbe il 53% del tempo totale. Un tempo minore pari al 39% del totale è dedicato alla *pratica indipendente*, alla *valutazione dell'apprendimento*, alla *revisione dei compiti a casa*	• Nella scuola secondaria, il 54% del tempo è centrato *sull'azione diretta del docente* mentre il 43% è dedicato alla *soluzione indipendente dei problemi*, a *compiti di verifica* e alla *revisione dei compiti a casa*	• Sulla base del grado di accordo tra insegnanti e studenti sembra che l'insegnamento delle scienze avvenga principalmente mediante *spiegazione e colloquio* con gli studenti o mediante l'uso di relazioni scritte	• L'attività didattica prevalentemente svolta è la *lezione frontale* anche se, in genere, almeno il 30% degli studenti fruisce di una didattica più articolata
Compiti per casa	• Nella scuola primaria non si registra una correlazione statisticamente significativa tra compiti a casa e risultati di apprendimento • *I compiti a casa non sembrano produrre risultati di apprendimento* pari all'enfasi che ad essi viene attribuita dai docenti	• Sembra essere *la frequenza dei compiti, più che il tempo a essi dedicato, a dare un contributo significativo alle prestazioni cognitive*	• Il maggior tempo dedicato ai compiti a casa di scienze appare come un elemento controproducente… a una tendenza a *dare poca enfasi ai compiti a casa si associa un punteggio significativamente più alto…*	• Un discorso differente si può fare per la scuola secondaria di primo grado che, pur mantenendo visibile lo stesso *pattern* della scuola elementare, presenta però differenze non significative, in base ai t-test a posteriori, tra le modalità dell'indice

Adattato da: Capitoli 4, 5 e 9 del rapporto di ricerca «I risultati degli studenti trentini in matematica e scienze nel 2008. Rapporto provinciale TIMSS».

«le differenze di risultati fra scuole con alta e media disponibilità di risorse non sono in generale significative» (Martini, 2010, p. 197).

Una lettura trasversale degli estratti riportati (interviste, commenti e dati tratti dal rapporto provinciale TIMSS 2007) sembrerebbe giustificare una doppia lettura: da un lato l'idea di una maggiore produttività di classi numerose, e dall'altro una consuetudine di attività didattiche centrate sul docente e svolte soprattutto in aula. Ampliando il significato di tali tendenze, si potrebbe affermare che la consistenza numerica delle classi dipende non di rado dalla conformazione dell'insediamento umano nel territorio, più che dalla volontà dei docenti o dell'amministrazione. Inoltre, la consistenza numerica è anche diversità di apporti e sollecitazioni che arricchisce l'esperienza didattica e impone una strutturazione del lavoro del docente che ne sviluppa l'*expertise*. Tale competenza si esercita in un contesto più ricco di quelli quantitativamente più piccoli, in un circolo potenzialmente virtuoso per condizioni di fatto più che per volontà o competenza degli attori.

Infine, l'enfasi sui compiti per casa sembra dislocare fuori della scuola l'impegno d'insegnamento-apprendimento, dando un onere aggiuntivo ad alunni e famiglie, più pesante per chi si trova in condizioni di svantaggio, in un circolo potenzialmente vizioso e — stavolta — per «inadeguatezza» degli attori. Il dato relativo al tempo dedicato ai compiti per casa, «può essere interpretato nel senso che quando uno studente impiega nel lavoro a casa più tempo di quanto non facciano comunemente i suoi coetanei, ciò, più che indicare un particolare impegno nello studio, è probabilmente il sintomo della presenza di difficoltà nell'apprendimento» (Martini, 2010, p. 213).

5. Conclusioni

La lettura e soprattutto i contenuti del Rapporto provinciale TIMSS offrono lo spunto per numerose riflessioni. Nelle pagine precedenti ne abbiamo ripreso solo alcuni mettendoli in relazione con la più ampia questione dell'utilizzo dei dati e delle analisi di ricerca da parte dei professionisti sul campo e per la comprensione e il miglioramento delle pratiche. L'attenzione si è concentrata sulla percezione che i docenti hanno delle rilevazioni standardizzate degli apprendimenti e sulla relazione tra caratteristiche dell'insegnamento e risultati dell'apprendimento. Su entrambi i temi sono stati raccolti elementi e spunti provenienti anche da altre ricerche.

A fronte della crescente numerosità e diversità di indagini di rilevazione degli apprendimenti a livello nazionale e internazionale e della esigenza/domanda di mettere in relazione e connettere i diversi ambiti e livelli della valutazione (dell'apprendimento, dell'insegnamento, della scuola, del sistema, ecc.) è stata segnalata l'opportunità di azioni orientate alla semplificazione e all'integrazione, come illustra — ad esempio — la proposta di articolazione delle rilevazioni degli apprendimenti nelle scuole trentine illustrata nel Rapporto 2010 del CPV (2011).

Soprattutto, si è cercato di evidenziare che gli attori sul campo (insegnanti e alunni) ma anche l'etica della ricerca in educazione privilegiano pratiche valutative orientate più alla comprensione e allo sviluppo che alla mera classificazione.

In questa direzione TIMSS, nato come espressione delle scienze dell'educazione (IEA) con intenti di promozione della qualità dell'istruzione a partire dalla comprensione basata su evidenze dei fattori che la influenzano, costituisce — insieme a PIRLS — un modello di riferimento più vicino agli interessi dei professionisti di quanto lo siano i programmi di valutazione che si pongono anzitutto obiettivi di misurazione e ottimizzazione di carattere gestionale e organizzativo.

BIBLIOGRAFIA

CPV (2011). *Valorizzare la qualità del sistema educativo trentino. Rapporto 2010*. Trento: Editore Provincia Autonoma di Trento.

De Landsheere, G. (1985). *La ricerca sperimentale nell'educazione*. Teramo: Giunti Lisciani.

Gentile, M. (2010). L'insegnamento della matematica. In A. Martini e F. Rubino (a cura di), *I risultati degli studenti trentini in Matematica e Scienze. Rapporto provinciale TIMSS* (pp. 76-106). Trento: Editore Provincia Autonoma di Trento.

Hadji, C. (1995). *La valutazione delle azioni educative*. Brescia: La Scuola.

Martini, A. (2010). Analisi degli effetti delle caratteristiche di studenti ed insegnanti sui risultati in matematica e scienze. In A. Martini e F. Rubino (a cura di), *I risultati degli studenti trentini in Matematica e Scienze. Rapporto provinciale TIMSS* (pp. 206-226). Trento: Editore Provincia Autonoma di Trento.

Martini, A., & Pisanu, F. (2010). Le differenze interne alla popolazione scolastica: variabili di sfondo, atteggiamenti e comportamenti verso lo studio delle scienze. In A. Martini e F. Rubino (a cura di), *I risultati degli studenti trentini in Matematica e Scienze. Rapporto provinciale TIMSS* (pp. 139-155). Trento: Editore Provincia Autonoma di Trento.

Martini, A., & Rubino, F. (a cura di) (2010). *I risultati degli studenti trentini in Matematica e Scienze. Rapporto provinciale TIMSS*. Trento: Editore Provincia Autonoma di Trento.

Rubino F., & Mason, L., (2011). *Esplorando la percezione della valutazione in un campione di studenti e insegnanti delle scuole secondarie trentine*. Trento: Comitato Provinciale di Valutazione del Sistema Educativo Trentino. Disponibile su: http://www.vivoscuola.it/comitatovalutazione. [Accesso 1.02.2011]

Rubino, F., Carrozza M. A., & Romano, A. (2010). L'insegnamento delle Scienze. In A. Martini e F. Rubino (a cura di), *I risultati degli studenti trentini in Matematica e Scienze. Rapporto provinciale TIMSS* (pp. 156-170). Trento: Editore Provincia Autonoma di Trento.

OECD (2010). *Education at a Glance. OECD Indicators*. Paris: OECD.

VALUTAZIONE E SVILUPPO DELLE COMPETENZE MATEMATICHE DI BASE DALL'OBBLIGO SCOLASTICO ALL'INGRESSO DELL'UNIVERSITÀ

Gabriele Anzellotti

Università di Trento,
Dipartimento di Matematica

Per chiedere notizie o scambiare opinioni su questo articolo, l'autore può essere contattato al seguente indirizzo:
Via Sommarive 14 (Povo)
38123 Trento (Italy)
E-mail: gabriele.anzellotti@unitn.it

1. Un programma per migliorare le conoscenze matematiche degli studenti all'uscita della scuola secondaria

La matematica è uno strumento importante per la scienza e per la tecnica, poiché consente la descrizione e la modellizzazione di eventi, fenomeni e relazioni di ogni genere. Molti corsi di laurea quindi prevedono insegnamenti di matematica, richiedono conoscenze matematiche per l'ingresso (che vengono verificate) e prevedono degli «obblighi formativi aggiuntivi» per chi non supera la verifica. Ogni anno molte decine di migliaia di studenti di ingegneria, economia, biologia, chimica e di altri corsi di laurea scientifici affrontano verifiche di ingresso che hanno un contenuto matematico prevalente o importante. A questi studenti si aggiungono coloro che partecipano alle prove di selezione dei corsi di studio con accesso programmato (ad esempio medicina e chirurgia), le quali pure hanno in genere qualche contenuto matematico. In tutte queste prove, con una prevedibile differenziazione tra aree geografiche e scuola di provenienza, una parte ampia degli studenti ottiene punteggi bassi ed emerge che alcuni quesiti, che non dovrebbero esserlo, risultano particolarmente difficili. Da questo si ricava purtroppo una conferma della situazione in generale assai insoddisfacente delle conoscenze matematiche degli studenti nella scuola secondaria di secondo grado in Italia, che già emerge dalle indagini internazionali TIMMS e OCSE-PISA. Le difficoltà in matematica degli studenti che iniziano l'università non sono un fatto nuovo — sono diventate palesi e drammatiche all'inizio degli anni Settanta del secolo scorso dopo la liberalizzazione degli accessi all'università e in corrispondenza con il grande aumento delle immatricolazioni che vi fu in quel periodo — e da molto tempo si sono tentate diverse azioni per cercare rimedio, ma frammentarie e non risolutive. Negli ultimi anni, però, anche gra-

zie all'obbligo di verifica delle conoscenze per l'ingresso all'università (stabilito nel D.M. n. 270 del 22 ottobre 2004), si sono creati strumenti e condizioni per avere una conoscenza migliore di questo importante problema nazionale e per affrontarlo con successo. Precisamente, ritengo che ora in Italia si possa e si debba:

a) confrontare e studiare i diversi tipi di quesiti, e i diversi syllabi e quadri di riferimento per le prove di ingresso che vengono realizzate;
b) raccogliere e analizzare i dati disponibili sui risultati degli studenti in diverse prove e popolazioni;
c) mettere in evidenza le difficoltà mostrate dagli studenti e collegarle con le pratiche didattiche e valutative nella scuola, nonché con possibili errate convinzioni e concezioni comuni sul sapere matematico;
d) individuare un programma di azioni delle scuole, con la partnership delle università, che veda attivamente coinvolti in primo luogo gli studenti stessi e che sia finalizzato alla manutenzione, al consolidamento e allo sviluppo delle conoscenze matematiche lungo il percorso della scuola secondaria di secondo grado, facendo perno sulle conoscenze previste per l'obbligo scolastico.

In riferimento alla cornice sopra indicata, partendo da esempi concreti, parlerò delle conoscenze/competenze matematiche di base richieste per l'ingresso all'università e ne mostrerò la stretta relazione con gli obiettivi in uscita dal primo ciclo e dall'obbligo scolastico. In tale contesto discuterò alcuni dati recenti relativi alla situazione in Trentino, che per diversi aspetti risulta significativamente migliore della media nazionale, confermando i dati TIMMS e OCSE-PISA. Infine proporrò qualche idea per arrivare nella scuola a una pratica di valutazione e autovalutazione, che sia in primo luogo al servizio degli studenti e degli insegnanti, e sia da tutti sentita, invece che come un'odiosa imposizione, come un diritto fondamentale e uno strumento utilissimo per acquisire una migliore consapevolezza degli obiettivi e per dirigere e sostenere l'apprendimento.

2. Conoscenze, competenze, certificazioni: precisazioni sull'uso dei termini

Credo non ci siano dubbi che si dovrebbe imparare con l'obiettivo che ciò che si apprende diventi parte di noi stessi e sia disponibile per essere utilizzato. D'altra parte, non c'è alcun dubbio pure che, molto spesso, nella scuola e nell'università si insegnano e si imparano cose di cui non si dice e non si comprende la necessità, l'importanza, l'utilizzabilità; non si vedono le connessioni fra di loro e con il mondo, e con la nostra vita. Nell'intento di cambiare questa situazione si è molto insistito negli ultimi dieci anni in Italia sulla necessità che gli studenti acquisiscano «competenze», ossia sappiano utilizzare consapevolmente le proprie conoscenze, opportunamente archiviate e collegate fra loro e disponibili, e le proprie abilità cognitive, percettive e motorie, insieme alle risorse personali e dell'ambiente, in diversi contesti, per risolvere problemi e raggiungere obiettivi, adottando strategie e prendendo decisioni. E che queste competenze si accompagnino a un atteggiamento positivo verso il sapere e la ricerca, a una capacità di intendere come le conoscenze si costruiscano e si strutturino in una comunità. Questo modo di dire le cose può sembrare esageratamente socio-psico-pedagogico (o comunque troppo prolisso o pomposo) ad alcune persone, ma sono convinto che questi obiettivi, forse non espliciti, siano sempre stati perseguiti, nei modi opportuni secondo l'ambiente e la cultura, da ogni vero insegnante e concordo che sia importante insistere su di essi. L'idea di «competenza» si presenta però anche in altri modi, che possono creare problemi e incomprensioni; ne dico due:

– da varie parti si è molto insistito sulle cosiddette «competenze trasversali», che dovrebbero prescindere da uno specifico contenuto di conoscenza, e sull'importanza prioritaria del loro sviluppo, rispetto agli apprendimenti disciplinari;
– lo Stato ha stabilito che gli insegnanti devono valutare e certificare le competenze degli allievi alla fine dell'obbligo scolastico.

Dove sono i problemi? Vengono dal fatto che le competenze sono sfuggenti, legate al contesto, all'obiettivo, alle caratteristiche individuali, strettamente intrecciate fra loro. È estremamente difficile analizzarle, definirle con precisione, misurarle, valutarle, *certificarle*. Il rischio di parlare a vuoto e perdere di vista la sostanza è molto alto. Vediamo due esempi.

Nell'indagine OCSE-PISA la parola competenza viene usata sia nel senso di «literacy» (ossia un complesso di capacità che mette in grado di «leggere e scrivere» il mondo in cui si vive), sia per indicare più specifici «processi» mentali (ragionare, modellizzare, risolvere problemi, utilizzare linguaggi formali e algebrici...). Dopo aver dato una interessante elencazione e descrizione separata di questi processi, l'indagine PISA produce però essenzialmente *una sola scala* di «literacy» o «competenza» matematica, nella quale (saggiamente, io credo) tutti i processi sono mescolati e al più si possono tenere divisi i nuclei tematici.

Il framework TIMMS 2007 considera invece tre «domini cognitivi»: *conoscere*, *applicare*, *ragionare*, che sono trasversali rispetto ai domini di contenuto. Questi domini sono descritti da TIMMS facendo diversi esempi di prestazioni attese e corrispondono a un'idea diffusa sulla tassonomia dei saperi. Ogni quesito di TIMMS viene poi classificato in uno dei tre domini cognitivi. Una tale classificazione in assoluto, e non relativamente al soggetto e alla situazione, mi lascia perplesso. In particolare, la distinzione fra *applicare* e *ragionare* è sostanzialmente basata sulla differenza tra «problemi di routine» e «problemi familiari» e questa è ovviamente una distinzione che dipende dal soggetto e dalle situazioni. Naturalmente si può decidere convenzionalmente che, per gli studenti in un certo grado di scuola, un certo quesito *debba* essere di routine, e si può di conseguenza decidere di valutare una popolazione secondo questo criterio, ma bisogna che sia chiaro che ogni insegnante, nella sua classe, se vuole valutare i diversi domini cognitivi, ammesso e non concesso che esistano, deve adottare criteri specifici. Non ho la conoscenza diretta dei costrutti e dei modelli statistici che sono stati utilizzati da TIMMS e devo quindi esprimermi con cautela, ma ho una certa perplessità sulla validità e comunque sull'utilità di avere scale distinte per i domini cognitivi TIMMS, pur riconoscendo la massima attendibilità alla scala complessiva.

Date queste premesse, preciso ora alcune idee guida per il discorso che farò sulle competenze matematiche per l'ingresso all'università:

- è importante che gli obiettivi e la valutazione delle «conoscenze matematiche» includano sempre anche la disponibilità delle conoscenze stesse e la capacità di operare con esse su altre conoscenze o sul mondo, in determinati contesti e con determinati obiettivi; al fine di rendere ciò più evidente, chiamerò «competenze matematiche» questi complessi di conoscenze, abilità, capacità;
- i diversi processi che si possono individuare come componenti di ogni specifica attività cognitiva sono difficilmente separabili dai «contenuti» e l'uno dall'altro, e sono difficilmente definibili in astratto; le discussioni e le minute tassonomie (e i relativi «aggiornamenti» degli insegnanti...) sulle competenze in astratto, separatamente dai contenuti matematici, tendono a essere poco utili e poco fondate, pertanto non ne farò;
- invece è spesso possibile analizzare, in ogni specifica situazione e problema, il modo in cui diversi concetti, rappresentazioni, schemi di ragionamento si intrecciano, ed è quindi possibile chiarificare il singolo problema o famiglia di problemi, è possibile individuare strategie didattiche e strumenti di valutazione, e *perfino* rendere anche gli studenti consapevoli degli obiettivi, delle difficoltà e dello sviluppo del loro apprendimento e chissà, magari anche *responsabili* di esso. Farò più avanti qualche esempio di queste analisi.

Infine, vengo alla questione della *certificazione* delle competenze matematiche. Sarebbe molto utile riuscire a certificare le competenze, a diversi *livelli*, ossia misurarle rispetto a opportune scale e con opportuni strumenti condivisi, in modo da ottenere risultati ragionevolmente indipendenti da chi misura, e così riuscire a *parlare delle stesse cose* quando si comparano

curricoli, pratiche didattiche e saperi tra soggetti e popolazioni. I singoli studenti, e le famiglie, ne avrebbero indicazioni per orientare il loro studio, e gli insegnanti e le scuole ne potrebbero trarre utili suggerimenti per il loro lavoro. Tali certificazioni, e gli strumenti di misura necessari, sono però molto difficili da fare. Come ci si può aspettare che i singoli insegnanti, nella dimensione di un istituto scolastico o forse di una rete di scuole, senza guide e senza supporti, riescano a dare una certificazione delle competenze di matematica dei loro studenti in uscita dall'obbligo scolastico? forse sarebbe meglio fare agli insegnanti richieste più limitate e più chiare, e intanto predisporre strumenti nazionali di supporto per una futura certificazione, che l'INVALSI sarebbe sicuramente in grado di produrre gradualmente, se non lo si obbligasse a condurre onerosi rilevamenti censuari, di interesse a mio parere limitato, i quali per di più sono invisi agli insegnanti e contribuiscono a screditare nelle scuole l'uso della valutazione e delle certificazioni.

Nel seguito cercherò di mostrare come si stia invece procedendo a costruire un sistema di certificazione relativo alla competenza di «Linguaggio matematico di base, modellizzazione e ragionamento» nell'ambito del Piano nazionale Lauree Scientifiche promosso dal MIUR, in collaborazione con la Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Scienze, grazie al supporto tecnico e organizzativo del CINECA, con il contributo di matematici di diversi atenei e di insegnanti della scuola, e con il coordinamento complessivo di chi scrive.

3. Il sistema di test con. Scienze – PLS per l'ingresso ai corsi di laurea scientifici

Una indicazione autorevole sulle conoscenze matematiche che uno studente dovrebbe avere all'ingresso di un corso di laurea con contenuti scientifici «duri» è stata data nel *Syllabus* dell'Unione Matematica Italiana (1999). Questo *syllabus,* preso integralmente e alla lettera, è però a detta di molti utopico. Un successivo documento *La matematica per le altre discipline* (2006), realizzato da una commissione dell'UMI, ha disegnato un quadro di riferimento più generale per la matematica tra la fine della scuola superiore e l'inizio dell'università, utilizzabile per definire le conoscenze richieste per l'ingresso ai corsi di laurea. Il *Progetto Lauree Scientifiche – Orientamento e formazione insegnanti – area matematica*, tra il 2005 e il 2008 ha poi realizzato diverse prove di verifica delle conoscenze matematiche per l'ingresso ai corsi di laurea scientifici, con la partecipazione in particolare delle università di Genova, Pisa, Roma Sapienza, Torino, Trento, che hanno raccolto esperienze anteriori di ciascuno degli atenei. Infine, basandosi su tali precedenti, a partire dal 2008, la Conferenza dei Presidi di Scienze e Tecnologie (con.Scienze) ha iniziato un coordinamento nazionale delle prove di ingresso, in collaborazione con il Piano nazionale Lauree Scientifiche (PLS), il quale ha introdotto nelle proprie Linee Guida (PLS, 2010) la previsione di *laboratori di autovalutazione per il miglioramento della preparazione richiesta dai corsi di laurea scientifici* con l'obiettivo di offrire agli studenti

> occasioni di affrontare problemi e situazioni di apprendimento del tipo di quelli che si possono incontrare all'università e di stimolarli a riflettere sulla propria preparazione, nonché a completarla, se necessario, con la guida dei docenti, attraverso materiali didattici specifici e percorsi individualizzati. A tal fine vengono anche utilizzati test calibrati e altri materiali... fra cui anche prove per la verifica delle conoscenze richieste all'ingresso dei corsi di laurea scientifici. (PLS – Linee Guida, 2010, p. 6)

I test di ingresso proposti dal coordinamento nazionale con.Scienze – PLS comprendono in particolare un modulo obbligatorio che si chiama «Linguaggio matematico di base, modellizzazione e ragionamento», che intende valutare competenze matematiche essenziali per l'ingresso all'università, delle quali ora parleremo.

4. Verso una definizione di *literacy* matematica per l'ingresso all'università

La descrizione dei test di ingresso con.Scienze – PLS e delle loro finalità si trova sul sito

http://www.testingressoscienze.org/. Diciamo qui esplicitamente che non si può trovare una definizione precisa di ciò che dovrebbe essere la preparazione per l'ingresso all'università. Tale descrizione non viene neppure tentata, poiché si tratta di una impresa troppo difficile, probabilmente impossibile. Nel sito ci si limita invece a dare un syllabus di *ciò che le prove di ingresso intendono valutare*, dopo avere detto chiaramente che

> è importante «sapere» più di quanto si misura con il test di ingresso! Infatti in primo luogo è molto utile per lo studio universitario avere conoscenze disciplinari ampie e approfondite. Inoltre sono di fondamentale importanza, sia negli studi universitari sia nelle professioni, la capacità di argomentare e comunicare, oralmente ed in forma scritta, e l'abilità nell'inquadrare e analizzare un problema. Tali capacità e abilità non sono però evidenziate nei syllabi qui presentati, poiché non possono essere verificate con una prova breve, costituita da quesiti a scelta multipla. Ancora, nel test di ingresso non è consentito l'uso di calcolatrici di alcun tipo; ciò non vuol dire però che non sia importante saper usare strumenti di calcolo. In molte situazioni di studio universitario e di lavoro può essere opportuno ricorrere a calcolatrici tascabili, fogli elettronici, software geometrico, e software specifico per il calcolo numerico e simbolico o per la statistica. Sarebbe quindi un grave errore se gli studenti della scuola superiore finalizzassero tutta la propria preparazione al superamento del test di ingresso e limitassero le loro conoscenze ai requisiti contenuti nei syllabi.

Per quanto riguarda il modulo Linguaggio Matematico di Base, Modellizzazione e Ragionamento, il syllabus dice che tale modulo

> è inteso a dare un'indicazione sulla preparazione di base complessiva dello studente, richiesta per tutti i corsi di laurea scientifici, anche quelli che utilizzano relativamente meno la matematica. Le conoscenze matematiche indicate nel syllabus sono essenzialmente incluse nei primi tre anni dei curricoli di tutte le scuole secondarie superiori.

Nel syllabus sono raccolte le conoscenze necessarie per rispondere ai quesiti, suddivise in sei gruppi (chiamati *argomenti*): Numeri; Algebra; Geometria; Combinatoria e probabilità; Logica e linguaggio; Modellizzazione, comprensione, rappresentazione, soluzione di problemi. Per ciascun argomento il syllabus indica poi una breve lista di parole chiave o etichette. A ogni domanda sono associati uno o più argomenti e una o più parole chiave, corrispondenti alle conoscenze e capacità prevalenti che si ritengono necessarie o utili per rispondere. In alcuni casi, ad esempio per l'argomento «Modellizzazione, rappresentazione, soluzione di problemi», tra le parole chiave sono inclusi anche tipi di ragionamenti, azioni e processi. È fondamentale osservare che gli item sono programmaticamente costruiti in modo da richiedere l'utilizzo contemporaneo di argomenti diversi, poiché si ritiene che la capacità di selezionare, collegare e utilizzare opportunamente contenuti disciplinari anche «distanti» in termini di collocazione scolastica, sia un elemento fondamentale di una *literacy* per l'ingresso all'università. Inoltre (anche all'interno di uno stesso quesito), si passa volutamente avanti e indietro dal linguaggio naturale a quello formalizzato e all'uso di rappresentazioni grafiche di vario genere. Per moltissimi quesiti sono poi possibili più strategie di soluzione, anche molto diversificate, e non si pretende di saper prevedere quale fra esse verrà usata da ciascuno studente. Di conseguenza non si ritiene, con una certa domanda, di poter misurare una specifica conoscenza o di diagnosticare con certezza una specifica carenza, e si ritiene tuttavia con il complesso della prova di poter ottenere una misura globale della competenza relativa al «Linguaggio matematico di base, modellizzazione e ragionamento» che da ora in poi chiameremo brevemente anche «mat_base».

Per evitare fraintendimenti, occorre subito osservare che non è il syllabus da solo che definisce la competenza mat_base. Ciò che definisce *operativamente* tale competenza, come se fosse una grandezza fisica, è il syllabus insieme allo *strumento di misura*, il quale si compone di: a) corpus dei quesiti usati per il test, b) struttura del test e modalità di somministrazione, c) modello statistico usato e scala di misura dell'abilità degli studenti, sulla quale scala si collocano anche le difficoltà dei quesiti.

5. La *literacy* matematica per l'università e gli obiettivi per la fine della scuola secondaria di primo grado

La lettura degli argomenti del syllabus di mat_base conferma immediatamente quello che si è

letto sopra, ossia «Le conoscenze matematiche indicate nel syllabus sono essenzialmente incluse nei primi tre anni dei curricoli di tutte le scuole secondarie superiori». Vediamo ad esempio i due argomenti Numeri e Algebra nel syllabus:

> *Numeri*. Numeri primi, scomposizione in fattori primi. Massimo comun divisore e minimo comune multiplo. Divisione con resto fra numeri interi. Potenze, radici, logaritmi. Numeri decimali. Frazioni. Percentuali. Media (aritmetica). Confronti, stime e approssimazioni.
> *Algebra*. Manipolazione di espressioni algebriche. Concetto di soluzione e di «insieme delle soluzioni» di una equazione, di una disequazione, di un sistema di equazioni e/o disequazioni. Equazioni e disequazioni di primo e secondo grado. Sistemi lineari.

Si vede che in effetti si tratta di concetti fondamentali che si studiano già nel primo ciclo e vengono poi ripresi nel primo biennio. L'unica parola che non si trova già nel biennio è «logaritmo», ma questa parola vuol dire soltanto riconoscere e utilizzare la definizione e sapere che il logaritmo del prodotto è la somma dei logaritmi. Eppure, una lunga esperienza ha mostrato che tali concetti, per quanto elementari, non sono tutti disponibili, con la necessaria rapidità e sicurezza, agli studenti che entrano ad esempio nei corsi di laurea di biologia o di informatica, e neppure a tutti gli studenti che vanno a ingegneria, chimica, fisica, matematica. In alcuni regioni e per alcuni corsi di laurea abbiamo addirittura che è la *maggioranza* degli immatricolati a non possedere le necessarie competenze e questo fatto segnala un problema, poiché numerose analisi indipendenti (ma non abbiamo ancora ricerche complete) indicano che nella fascia degli studenti che hanno un livello basso di competenza mat_base la quota di chi progredisce bene negli studi universitari è assai ridotta.

A questo punto occorre dire che non sappiamo se sia *a causa* del basso livello di competenza mat_base che gli studenti hanno difficoltà. È possibile che il basso livello sia soltanto un indicatore *correlato* con il successo. Ma è ragionevole comunque cercare di migliorare la competenza mat_base degli studenti. Come fare ad aiutarli in questo compito, che è prima di tutto una loro responsabilità? Il syllabus mat_base è molto stringato, perché si è ritenuto che molte indicazioni dovessero essere chiaramente sottintese, e una richiesta naturale è quella di ampliarne la descrizione. In tal caso, per gli argomenti Numeri e Algebra, io suggerirei di fare riferimento per cominciare al tema Numeri e al tema Relazioni e funzioni, che si trovano nelle Indicazioni per il curricolo (2007) per la fine della scuola secondaria di primo grado.

- Eseguire addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni, divisioni e confronti tra i numeri conosciuti (numeri naturali, numeri interi, frazioni e numeri decimali), quando possibile a mente oppure utilizzando gli usuali algoritmi scritti, le calcolatrici e i fogli di calcolo e valutando quale strumento può essere più opportuno, a seconda della situazione e degli obiettivi.
- Dare stime approssimate per il risultato di una operazione, anche per controllare la plausibilità di un calcolo già fatto.
- Rappresentare i numeri conosciuti sulla retta. Utilizzare scale graduate in contesti significativi per le scienze e per la tecnica.
- Descrivere rapporti e quozienti mediante frazioni. Utilizzare frazioni equivalenti e numeri decimali per denotare uno stesso numero razionale in diversi modi, essendo consapevoli di vantaggi e svantaggi che le diverse rappresentazioni danno a seconda degli obiettivi.
- Calcolare percentuali. Interpretare un aumento percentuale di una quantità data come una moltiplicazione per un numero maggiore di 1.
- Individuare multipli e divisori di un numero naturale e multipli e divisori comuni a più numeri. Comprendere il significato e l'utilità del multiplo comune più piccolo e del divisore comune più grande, in matematica e in diverse situazioni concrete.
- Scomporre numeri naturali in fattori primi e conoscere l'utilità di tale scomposizione per diversi fini.
- Utilizzare la notazione usuale per le potenze con esponente intero positivo, consapevoli del significato. Usare le proprietà delle potenze anche per semplificare calcoli e notazioni.
- Conoscere la radice quadrata come operatore inverso dell'elevamento al quadrato. Dare stime della radice quadrata utilizzando solo la moltiplicazione.
- Sapere che non si può trovare una frazione o un numero decimale che elevato al quadrato dà 2.
- Costruire, interpretare e trasformare formule che contengono lettere per esprimere in forma generale relazioni e proprietà.
- Esprimere la relazione di proporzionalità con una uguaglianza di frazioni e viceversa.
- Usare il piano cartesiano per rappresentare relazioni e funzioni, e per conoscere in particolare le funzioni del tipo $y = ax$, $y = a/x$, $y = ax^2$, $y = 2^n$ e i loro grafici. Collegare le prime due al concetto di proporzionalità.
- Esplorare e risolvere problemi utilizzando equazioni di primo grado.

Precisamente, suggerirei allo studente anche di diciotto o diciannove anni di leggere tali indicazioni per il primo ciclo con l'attenzione e l'esperienza e la prospettiva che certo non poteva avere a 14 anni e cercare di averne ben chiaro il significato e di sentirsene padrone. E poi affrontare come utile esercizio le prove INVALSI per la terza classe della scuola secondaria di primo grado, oppure i quesiti rilasciati delle prove TIMMS, avendo l'obiettivo di svolgerle rapidamente (conviene imparare a misurarsi il tempo di esecuzione) con una percentuale minima di errori (possibilmente nessuno...) e un totale controllo e una totale fluidità. Come il musicista che, progredito negli studi, torna comunque periodicamente a suonare gli esercizi e i brani più elementari con lo scopo di ottenere finalmente con facilità la velocità, il controllo e la perfezione dell'esecuzione. Si potrà obiettare che gli studenti questo non lo faranno mai, non si caricheranno mai della responsabilità del loro apprendimento, non cercheranno mai la perfezione in qualche cosa.... Io non sono invece pessimista e comunque sono convinto che se non lo faranno loro, la situazione non potremo cambiarla noi in altro modo.

6. Manutenzione e sviluppo delle competenze matematiche di base

La lettura dei quesiti pubblici dei test di ingresso per l'università mostra però subito che essi, pur avendo contenuti elementari, sono più difficili di quelli INVALSI per la terza secondaria di primo grado o dei quesiti TIMMS con cui abbiamo sopra suggerito di cominciare. I calcoli richiesti sono in genere abbastanza semplici, ma le situazioni sono più complesse; i testi sono più lunghi e più articolati; notazioni, formule, figure e schemi sono meno usuali. Ricordiamo in proposito che alla fine del syllabus di mat_base si trova scritto:

> In tutti i quesiti occorre comprendere un testo che può contenere numeri, formule e figure; può inoltre essere necessario passare dalla descrizione a parole di una situazione (per esempio di una relazione) a una sua formalizzazione algebrica o a una sua rappresentazione grafica, e viceversa.
>
> In tutti i quesiti, con diversi gradi di complessità, occorre fare deduzioni logiche (per esempio stabilire se un certo enunciato o la sua negazione è conseguenza logica di altri). In molti quesiti sono utilizzati termini e notazioni elementari relative agli insiemi: «elemento», «appartiene», «sottoinsieme», «unione», «intersezione», «differenza», «complementare» e «prodotto cartesiano». Inoltre, possono essere utilizzati anche i termini «per ogni», «tutti», «nessuno», «alcuni», e «almeno uno».
>
> Nello svolgimento del test non è permesso usare calcolatrici di alcun tipo. Tutti i calcoli richiesti possono essere fatti a mente, o con l'aiuto di carta e penna. Alcuni quesiti sono costruiti in modo che la capacità di fare rapidamente semplici calcoli sia molto utile, e talvolta indispensabile, per la loro soluzione.

Una difficoltà ulteriore del test mat_base viene dal fatto che occorre affrontare rapidamente molti quesiti e di tipi assai diversificati. Tutte queste caratteristiche delle domande e del test intendono riprodurre le situazioni in cui si troveranno gli studenti nelle aule universitarie, mentre seguono le lezioni o studiano o parlano con i compagni di corso e devono rapidamente stabilire se una certa affermazione del docente o una frase degli appunti è coerente con altre che sanno o che sentono affermare.

Occorre quindi vedere come si passa da una conoscenza sufficiente o buona di contenuti elementari, come quella che si può avere alla fine della scuola secondaria di primo grado, a una padronanza sicura e fluente del linguaggio matematico di base. Gli aspetti sono due: lo *sviluppo* e la *manutenzione*. Bisogna evitare l'errore di pensare che, visto che si tratta di sviluppare competenze che usano concetti elementari, sia opportuno limitarsi a parlare di situazioni banali. Sarebbe come se, al fine di perfezionare le strutture semplici di una lingua straniera negli adulti si continuasse a leggere loro storielle per bambini. Con gli strumenti elementari della matematica della scuola secondaria di primo grado e del biennio si può già parlare di situazioni e problemi di grande importanza e interesse nelle scienze e nel mondo e in questo modo si possono esercitare e migliorare le competenze, soprattutto in situazioni aperte e di laboratorio, dove gli studenti devono scegliere quali strumenti e quali strategie utilizzare, discutendo e magari provando e riprovando. Di tutto possiamo parlare con la matematica, e noi insegnanti

lo diciamo, ma quanto *davvero* lo sappiamo? È ben noto come i concetti matematici siano necessari per la fisica e quanto utile sia lo studio della fisica per imparare la matematica. Tutti lo sappiamo. Ma quando è stata l'ultima volta che abbiamo discusso con il collega fisico come affrontare un argomento in modo coordinato? Questo modo di lavorare richiede tempo, ma, se ben organizzato, può portare gli studenti a riscoprire il significato e la potenza di concetti noti, rinforzandone definitivamente la padronanza. Inoltre, lo studio di contenuti matematici via via più avanzati nella scuola superiore richiede l'uso anche di contenuti più elementari già noti e ogni occasione deve essere colta per chiarire dubbi e acquisire padronanza di vecchie cose.

Per quanto riguarda poi la manutenzione del sapere matematico, dovrebbero essere conservati i libri e le prove degli anni precedenti, finanche della scuola media, e lo studente stesso dovrebbe essere stimolato e sostenuto a verificare periodicamente i miglioramenti nella comprensione dei concetti, la velocità nel risolvere i problemi, la percentuale delle risposte esatte alle domande. Da questo punto di vista non escludo che avere a disposizione un sistema di certificazione delle competenze matematiche potrebbe essere di sprone agli studenti.

Cercare, sperimentare e diffondere modi e strumenti per l'autovalutazione, la manutenzione e lo sviluppo delle competenze matematiche di base è uno degli obiettivi delle azioni di autovalutazione del Piano nazionale lauree scientifiche, su cui torneremo più avanti.

7. Un esempio: sviluppo della parola chiave *percentuali* dalla fine del primo ciclo all'ingresso dell'università

Conviene ora analizzare uno specifico esempio di possibile sviluppo di conoscenza/competenza tra la fine della scuola secondaria di primo grado e l'ingresso all'università. Scegliamo la parola chiave *percentuali* e cominciamo con l'esaminare due quesiti in cui essa compare, con lo scopo di comprendere le difficoltà degli studenti e le strategie didattiche che si possono adottare. I quesiti che vedremo sono stati utilizzati nei test nazionali di selezione per i corsi di laurea a numero programmato di area biologica. Il Quesito 1 fa parte della prova che si è tenuta il 7 settembre 2010[1] e il Quesito 2 fa parte invece della prova svolta il giorno 8 settembre 2009.[2]

Quesito 1

Il numero di individui di una popolazione è aumentato in un anno del 27%.
Se *P* era il numero all'inizio dell'anno, qual è il numero alla fine dell'anno?

A. P + 0,27
B. P • 1,27
C. P • 0,27
D. P + 1,27
E. P /0,27

Quesito 2

Dato un rettangolo, si aumenta la sua base del 40% e si diminuisce l'altezza del 50%.
Allora di quanto diminuisce in percentuale l'area del rettangolo iniziale?

A. del 25%
B. del 30%
C. del 35%
D. del 40%

Nella Tabella 1 sono presentati i dati relativi alle risposte date dagli studenti al Quesito 1, aggregati per tre popolazioni: a) l'intera popolazione nazionale; b) gli studenti provenienti dalle regioni del Nord Est, ossia Emilia Romagna, Veneto, Trentino-Alto Adige, Friuli-Venezia Giulia; c) gli studenti provenienti dalla Provincia di Trento.

La percentuale nazionale delle risposte esatte è veramente desolante e anche la percentuale per gli studenti trentini, pur essendo più alta, non può essere considerata soddisfacente. Ci si deve interrogare sul perché di tali risultati. Forse il quesito è mal posto? C'è qualche elemento che confonde impropriamente gli studenti? Non pare. Molti docenti dell'università e della scuola hanno esaminato la domanda prima che

[1] Pubblicata all'indirizzo http://www.testingressoscienze.org/file/esempi/test_sel/TestSelezione070910.pdf
[2] Pubblicata all'indirizzo http://www.testingressoscienze.org/file/esempi/test_sel/TestSelezione080909.pdf

TABELLA 1
Risposte date al Quesito 1

	a) Dato nazionale		b) Studenti provenienti dal Nord-Est		c) Studenti provenienti dalla Provincia di Trento	
Risposta esatta	19,1%	1329	31,1%	298	54,2%	45
Risposta errata	77,9%	5425	65,7%	629	44,6%	37
Risposta non data	3,0%	209	3,2%	31	1,2%	1

fosse inserita nel test, nessuno ha ritenuto di fare osservazioni. Dopo la prova il quesito non ha avuto alcuna contestazione. E perché allora risulta così difficile?

Si può rivelare quale è stata la ragione che ha portato a scrivere il Quesito 1: si aveva l'ipotesi che gli studenti non avessero un'adeguata percezione del fatto che aggiungere (o togliere) una percentuale a un certo numero equivale a moltiplicare il numero per un opportuno fattore (e viceversa). Se si attira la loro attenzione su questo, se ne rendono conto, ma non è una cosa che hanno in mente. La domanda voleva indagare su questa ipotesi, aggiungendo la piccola difficoltà ulteriore di usare una formula per descrivere una frase. In effetti la difficoltà complessivamente è emersa, anche troppo. La questione non è secondaria, poiché proprio le due concezioni comuni che a) «aggiungere una percentuale» sia sostanzialmente «sommare» (invece che «moltiplicare»); b) le percentuali si calcolano con le proporzioni (invece che usando il linguaggio algebrico), costituiscono un ostacolo per pensare in modo efficace i problemi che riguardano le percentuali, soprattutto nel caso di aumenti o diminuzioni percentuali iterati. Ad esempio, il quesito 2 dovrebbe essere decisamente facile per chi ha un modo efficace di pensare le percentuali usando l'algebra, quando invece le risposte esatte sono state 2061 su 4701 nella popolazione nazionale, pari a circa il 44%.

La questione è quindi: come far sì che gli studenti sviluppino un efficace modo di pensare le percentuali e i problemi relativi, utilizzando anche l'algebra? Il punto di partenza dovrebbe essere la padronanza del calcolo di percentuali di numeri, come è indicato negli obiettivi della scuola secondaria di primo grado — si osservi anche la frase «Interpretare un aumento percentuale di una quantità data come una moltiplicazione per un numero maggiore di 1». Questi calcoli dovrebbero essere fatti non solo attraverso le proporzioni ma usando opportunamente i numeri decimali e anche tecniche ad hoc, come quelle che si usano al supermercato per calcolare mentalmente lo sconto (per calcolare il 15% di 120 posso prendere il 10%, cioè 12, e aggiungerci la metà di 12, e quindi ho 18). La verifica di una completa padronanza si può fare in parte anche con l'aiuto degli esempi di prove INVALSI e TIMMS e deve comprendere il calcolo mentale, nonché la capacità di descrivere a parole e per scritto i procedimenti che si usano. Poi i calcoli con i numeri dovrebbero gradualmente essere descritti con lettere, per ottenere formule generali, e si dovrebbero man mano considerare problemi più complessi, anche nel linguaggio, e in particolare calcoli iterati di percentuali, avviando così gli studenti ai modelli esponenziali e alle scale logaritmiche, che sono: 1) facili; 2) di grande importanza e utilità; 3) di uso assolutamente comune (decibel, scala Richter, ecc.); 4) ignorate in modo impressionante. Una verifica e uno sviluppo della competenza matematica di base collegata alle percentuali (ma come si è visto c'è un agglomerato di concetti collegati) in genere non vengono fatti nella scuola superiore, un po' perché tutto ciò viene dato per scontato, un po' perché manca la consapevolezza, un po' perché ci sono altre cose da fare e argomenti nuovi, *che non lasciano tempo*. E neppure lo fanno gli studenti di loro iniziativa. E così la padronanza completa delle percentuali per una gran parte di studenti non arriverà mai. Penso invece che tale competenza debba essere inclusa tra gli obiettivi per l'obbligo scolastico, anche se lì non è esplicitamente indicata, e ritengo che dovrebbe essere prioritaria per tutti gli studenti che escono dalla scuola superiore, ed effettivamente raggiunta dalla quasi totalità di essi.

8. Confronto sintetico tra i risultati italiani e trentini nel test di selezione 2010

La situazione di difficoltà che abbiamo descritto nella sezione precedente per la parola chiave «percentuali» si ha anche per la competenza matematica di base nel suo complesso e su questo daremo ora alcuni dati, accompagnandoli con qualche considerazione generale.

Faremo di nuovo riferimento al già citato test nazionale di selezione per i corsi di laurea a numero programmato di area biologica che si è tenuto il 7 settembre 2010. Il test è stato promosso e coordinato dalla Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Scienze e dal Collegio dei Biologi delle Università Italiane, nell'ambito della collaborazione con il Piano Lauree Scientifiche, e somministrato in 16 atenei distribuiti su tutto il territorio nazionale, con il supporto organizzativo del CISIA. Hanno partecipato al test più di 7.000 studenti e studentesse, in numero circa uguale tra i due generi. Il test comprendeva un modulo[3] *Linguaggio matematico di base, modellizzazione e ragionamento*, costituito da venti quesiti a scelta multipla, con cinque opzioni di risposta ciascuno. Per rispondere al modulo erano disponibili 60 minuti e nella grande maggioranza delle sedi il punteggio è stato calcolato attribuendo un punto per ogni quesito a cui è stata data una e una sola risposta, esatta, e attribuendo zero punti in ogni altro caso. In alcune sedi si sono però penalizzate le risposte errate. Nella Tabella 2 sono riportate le percentuali di risposte esatte, errate o non date, per diverse popolazioni.

La percentuale media nazionale è molto bassa, con grosse variazioni fra regioni e tipi di scuola di provenienza, che sono coerenti con i dati disponibili di altri test e indagini nazionali e che non interessa qui discutere. Anche in questo caso il risultato degli studenti e studentesse trentine è decisamente migliore, e tuttavia con significativi spazi di ulteriore miglioramento possibili.

[3] Il testo dei quesiti si trova all'indirizzo http://www.testingressoscienze.org/file/esempi/test_sel/TestSelezione070910.pdf

TABELLA 2

Percentuali medie delle risposte date nel test selezione area biologica 7 settembre 2010 – modulo Linguaggio matematico di base, modellizzazione e ragionamento

	a) Dato nazionale	b) Studenti provenienti dal Nord-Est	c) Studenti provenienti dalla Provincia di Trento
% Risposte esatte	45,7	55,7	63,3
% Risposte errate	47,8	35,3	34,5
% Risposte non date	6,5	8,9	2,2
Numero totale di soggetti per popolazione	6963	958	83

9. Un programma per la manutenzione e lo sviluppo delle conoscenze matematiche

Abbiamo così trattato i punti a), b), c), indicati nel paragrafo 1 del presente articolo. Nel paragrafo 6 abbiamo inoltre introdotto l'esigenza del punto d), ossia di un programma di azioni delle scuole insieme alle università, che veda gli studenti protagonisti, per la manutenzione e lo sviluppo delle conoscenze matematiche, e ora diremo di come si può fare per realizzarlo.

L'analisi che si è fatta sopra per i due quesiti sulle percentuali può essere ampliata, e analisi di tipo simile devono essere fatte per tutte le conoscenze matematiche di base. Grazie a queste si possono realizzare, o raccogliere fra ciò che già esiste, pacchetti di materiali (esempi, problemi, esercizi, test interattivi, dispense, video disponibili on-line) utilizzabili dagli studenti per l'autovalutazione o per lo studio autonomo e utilizzabili dagli insegnanti per comporre test che comprendono sia quesiti standard (noti ai soli insegnanti) di difficoltà calibrata, sia quesiti costruiti dagli insegnanti stessi e mirati a valutare specificamente il programma svolto in classe. È importante che si realizzino e si aggiornino regolarmente banche di quesiti che non siano né totalmente di dominio pubblico (come quelli delle prove per l'esame di stato

alla fine del primo ciclo), né totalmente riservati (come quelli OCSE-PISA o quelli utilizzati da INVALSI per i rilevamenti nazionali), ma siano invece noti ai (soli) insegnanti e siano a loro facilmente disponibili. Per rendere più semplice e comoda la realizzazione di test si deve costruire un sistema informativo nazionale con una banca di quesiti, attraverso il quale si possano somministrare test on-line o comunque costruire e correggere test cartacei, i cui risultati potrebbero essere utilizzati per dare a singoli studenti e a gruppi informazioni su dove si trovano con riferimento a opportuni quadri nazionali e internazionali.

Gli strumenti e i materiali sopra indicati, e i dati ottenuti, potranno quindi essere utilizzati dagli insegnanti per riflettere e discutere tra loro gli obiettivi e i risultati di apprendimento degli studenti, nonché per discutere sulle difficoltà degli allievi, sui loro modi di lavorare, sui modi di lavorare dei docenti. In questo modo gli strumenti di valutazione e certificazione sarebbero nelle mani di studenti e docenti e potrebbero essere effettivamente utilizzati per migliorare la conoscenza, mentre ora sono visti dagli insegnanti come imposizioni esterne, inutili e vessatorie, fatte da una Amministrazione incompetente e nemica della scuola, in definitiva odiose. E complessivamente l'effetto è di suscitare opposizioni anche miopi e corporative da parte degli insegnanti, e distruggere la possibilità di usare strumenti utili, come qualche anno fa è accaduto ad esempio per il portfolio nel primo ciclo, abbattuto — io credo — a causa del tentativo da parte dell'amministrazione scolastica di usarlo impropriamente.

Anche dopo aver messo nelle mani di studenti e insegnanti gli strumenti per la valutazione, rimarrebbe comunque necessario condurre rilevamenti campionari (forse, ma raramente, anche censuari) sulla situazione di province o regioni, nonché indagini nazionali e internazionali, sia al fine di avere dati comparativi per i decisori politici, sia al fine di fare ricerca per produrre quesiti e test calibrati e per migliorare i quadri di riferimento.

Una banca di quesiti e di test e un sistema informativo con le caratteristiche sopra indicate si stanno costruendo, come si è detto in precedenza, nell'ambito della collaborazione fra Piano nazionale Lauree Scientifiche, Conferenza dei Presidi di Scienze e CINECA, con il supporto del MIUR. L'orizzonte temporale del progetto è il 2012, ma già entro il 2011 sono previsti risultati preliminari significativi. Un prototipo utilizzabile è già stato realizzato e nella seconda metà di marzo 2011, presso le Facoltà di Scienze di 29 atenei, sono stati somministrati test, e consegnati i relativi attestati, a 4592 studenti di alcune centinaia di scuole di tutte le regioni d'Italia.

Ringraziamenti

Le idee e i risultati contenuti nell'articolo sono stati sviluppati nel corso di un lavoro di molti anni nel gruppo di ricerca del Dipartimento di Matematica dell'Università di Trento e nell'ambito del Progetto (poi Piano) Lauree Scientifiche. A questo lavoro hanno contribuito in particolare Elisabetta Ossanna, Francesca Mazzini, Sandro Innocenti, Luciano Cappello, Enrico Logora, Stefania De Stefano, Giancarlo Dorigotti, Michele Avancini.

Finanziamenti

Il lavoro è stato svolto grazie a finanziamenti del Dipartimento di Matematica e della Facoltà di Scienze dell'Università di Trento, del Miur attraverso il Piano nazionale Lauree Scientifiche, della Fondazione Caritro attraverso bandi e impegni diretti.

SITOGRAFIA

Indicazioni per il curricolo – 2007: http://archivio.pubblica.istruzione.it/normativa/2007/allegati/dir_310707.pdf
La matematica per le altre discipline – 2006: http://umi.dm.unibo.it/old/italiano/Editoria/NUMI2006/MATTONCINI.pdf
PISA 2009 Assessment Framework – Key Competencies in Reading, Mathematics and Science: http://www.oecd.org/document/44/0,3746,en_2649_35845621_44455276_1_1_1_1,00.html
PLS, Linee Guida – 2010: http://www.istruzione.it/web/universita/progetto-lauree-scientifiche
Syllabus UMI – 1999: http://umi.dm.unibo.it/downloads/syllabus.pdf
La matematica per le altre discipline: http://umi.dm.unibo.it/old/italiano/Editoria/NUMI2006/MATTONCINI.pdf
TIMSS 2007 Assessment Frameworks: http://timss.bc.edu/TIMSS2007/frameworks.html

EDUCATION FOR ALL (EFA) AND LEARNING OUTCOMES

UNESCO'S FINDINGS AND PERSPECTIVE IN THE ASIA-PACIFIC REGION

Gwang-Chol Chang

Chief of Education Policy and Reform Unit – UNESCO Asia-Pacific Regional Bureau for Education (UNESCO Bangkok)

To get news on or to share views on this article, the author can be contacted to the following address:

920 Sukhumvit Road
Bangkok 10110, Thailand
Phone: +66 2 391 0577 ext.304
Fax. +66 2 391 0866
E-mail: gc.chang@unesco.org

1. Education for all: Quality imperative

Education for All (EFA) is an international initiative, first launched in Jomtien (Thailand) in 1990, for the purpose of bringing the benefits of education to every citizen in every society. After a decade of slow progress, the international community met again in Dakar (Senegal) in April 2000, and reaffirmed its commitment to EFA specifying six objectives, commonly referred to as EFA Goals, that all countries will have to achieve by 2015 (see Box 1).

10 years later since 2000, progress has been appreciable, although uneven across and within countries, especially in expanding access to basic education. However, Goal 6 relating to educational quality has been much neglected. People often overlooked the fact that quality was one of the specific objectives for achieving EFA, which states: *Improving all aspects of the quality of education and ensuring excellence of all so that recognized and measurable learning outcomes are achieved by all, especially in literacy, numeracy and essential life skills.*

This relative neglect of this quality-related EFA goal is attributable to several factors, partly to the fact that a wider interpretation of the EFA agenda has been overwhelmed by the focus on narrowly-defined education-related Millennium Development Goals (MDGs), especially MDG 2 (universal primary education) and MDG 3 (gender parity). The magnitude and urgency of increased access to basic education in a number of countries might have diverted the attention of the international community from the other important goals for EFA.

Considering that quality is at the heart of education — not only influencing what students learn, how well they learn and what benefits they draw from their education, but also affecting the demand and choice of parents and learners for access to education —, the *EFA Global Monitoring Report 2005* was devoted to educational quality, with following key messages:

- the quest to ensure that students achieve decent learning outcomes and acquire values and skills that help them play a positive role in their societies is an issue on the policy agenda of nearly every country;
- as many governments strive to expand basic education, they also face the challenge of ensuring that students stay in school long enough to acquire the knowledge they need to cope in a rapidly changing world;
- assessments show that learning is not happening in many countries. Multiple factors determine quality, and appropriate policy options and strategies are needed in order to improve the teaching and learning process in most countries (UNESCO, 2004).

1. Expand and improve comprehensive early childhood care and education, especially for the most vulnerable and disadvantaged children.
2. Ensure that by 2015 all children, particularly girls, those in difficult circumstances, and those belonging to ethnic minorities, have access to and complete, free, and compulsory primary education of good quality.
3. Ensure that the learning needs of all young people and adults are met through equitable access to appropriate learning and life-skills programs.
4. Achieve a 50 % improvement in adult literacy by 2015, especially for women, and equitable access to basic and continuing education for all adults.
5. Eliminate gender disparities in primary and secondary education by 2005, and achieve gender equality in education by 2015, with a focus on ensuring girls' full and equal access to and achievement in basic education of good quality.
6. Improve all aspects of the quality of education and ensure the excellence of all so that recognized and measurable learning outcomes are achieved by all, especially in literacy, numeracy and essential life skills.

Source: *Dakar Framework for Action, Education For All: Meeting Our Collective Commitments,* Text adopted by the World Education Forum, Dakar, Senegal, 26-28 April 2000

Box 1 Six education for all goals.

2. Taking stock of learning assessments in the region

Until recently, in a number of countries in the region, monitoring of education quality largely focused on input measures, such as teacher supply and qualifications, learning materials, infrastructure and expenditure. Although there is an urgent need to look beyond inputs towards learning outcomes, the focus continues to be on inputs, or at most on outputs, such as the number of those who completed an education level. One of the reasons is the difficulty to monitor the learning outcomes: available and reliable data on monitoring learning outcomes are limited, to allow for a meaningful assessment of educational quality. On the other hand, the results of learning assessments are not always effectively utilized to analyze the situation and to translate the findings into policy change and into teaching and learning.

In recent years, we observe an increasing concern and related action over quality issues in education, including measuring learning outcomes, in the region. Since more and more children are enrolled in school and are staying longer in the education system, growing emphasis in many countries is being put on assessing learning outcomes in an effort to understand whether students are acquiring the necessary knowledge, skills and attitudes in school. Likewise, concomitantly with the concern over the uneven distribution of education opportunities, preoccupation further prevails in regard to significant inequalities in learning achievement.

The following paragraphs provide a rapid overview of different types of assessments conducted in the region, as well as related issues: national learning assessments, public examinations, school-based assessments and international learning assessments.

National learning assessments are conducted with increasing frequency in various countries in Asia and the Pacific. According to the EFA Global Monitoring Report 2008 (Unesco, 2007), the percentage of countries that carried out any national assessment increased from 11% to 64% in East Asia and the Pacific and from 11% to 44% in South and West Asia, between 1995 and 2006. Although these national learning assessments are not designed to allow international comparison, they provide rich information about learning outcomes according to nationally defined standards. However, there is

no systematic research and knowledge base on how the results of national learning assessment are used to inform policy reform and teaching practices in the region.

Another type of country-level assessment is *public examinations*. Often conducted at major system transition points, such as those from lower to upper secondary or from secondary to higher education or to the labour market, public examinations have traditionally played, and are still playing, an important role in this region, providing useful information on learning achievement. UNESCO Bangkok has recently conducted a quick mapping and study of existing national examinations (focusing on secondary education) in the region (UNESCO, 2010). The findings of this review reveal a number of continuing problems and challenges, such as: cheating and corruption, excessive drilling, commercial tutoring, and schools and teachers excessively focusing on the examination (see also Box 2 on national examinations).

For example, commercial tutoring (or often referred to as «shadow education») has long been an issue of policy debate in East Asia but it is becoming an increasing phenomenon throughout the entire region. While private tutoring can help students to learn and improve their cognitive skills, it is accompanied with obvious negative implications, including:

- financial burden on parents;
- increasing social and economic inequalities;
- causing psychologically and educationally undesirable effects, and also;
- causing conflicts of interest, especially with school teachers also teaching as private tutors (Bray, 2009).

School-based assessments are attracting increasing attention in the region and there is a move towards improving the methodologies, standards, norms and operational rigour, so that such school-based assessments can constitute another viable channel to regularly monitor learning outcomes and improve quality. An increased emphasis is being put on school-based assessment in several high-income economies, such as: Australia, Hong Kong, Republic of Korea, New Zealand. Sporadic data indicate that other countries are also mounting and implementing school-based assessments more systematically, however, there is no solid information base to appraise the scope and the level of utilisation of such practices for improving teaching and learning in classroom.

International learning achievement surveys attract an increasing number of Asian countries. Figure 1 shows the evolution in the number of countries participating in the international assessment programmes, such as OECD's Programme for International Student Assessment (PISA) and IEA's Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). These assessments have been important sources of measurement and analysis of student learning achievement, especially as they allow cross-

Major trends

- Some countries still follow the British model (11+ exams, followed by GCE 'O' and GCE 'A') (Brunei; Fiji; Iran; Mongolia; Singapore; and Sri Lanka);
- many countries have reduced the number of exams:
  - the end of primary examination discontinued (Australia – New South Wales; Bangladesh; India; Pakistan);
  - the end of lower secondary examination discontinued (Australia except NSW; New Zealand; Hong Kong after 2011);
- in some countries the university entrance exam is the most significant standardized exam (the National Higher Entrance Examination in China; the National Centre Test for University Admissions in Japan);
- yet examinations still have high-stake consequences for students: the chief mechanism for controlling access to the next level of schooling, to the most prestigious schools, to universities, etc.

Issues and challenges

Because examinations have high-stake consequences for students and their families, they are vulnerable to a number of problems:

- cheating and corruption;
- excessive drilling;
- commercial tutoring («shadow education»);
- stress on students;
- schools and teachers excessively focusing on the examination, ignoring aspects of the curriculum not tested.

Source: *Asia-Pacific Secondary Education System Review Series No. 1: Examination Systems* UNESCO Bangkok 2010.

Box 2 Examinations in countries in the Asia-Pacific region.

	PISA				TIMSS				PIRLS	
	2000	2003	2006	2009	1995	1999	2003	2007	2001	2006
Australia	O	O	O	O	O	O	O	O		
Hong Kong SAR, China	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Indonesia	O		O	O	O	O	O	O		O
Iran Islamic Republic					O	O	O	O	O	
Japan	O	O	O	O	O	O	O	O		
Kazakhstan								O		
Macao SAR, China		O		O						
Malaysia						O	O	O		
New Zealand	O		O	O	O	O			O	O
Philippines					O	O	O			
Republic of Korea	O	O	O	O	O	O	O	O		
Shanghai, China				O						
Singapore				O	O	O	O	O	O	O
Taiwan, China			O	O		O	O	O		O
Thailand	O	O	O	O	O	O		O		

Fig. 1 Increased participation in international assessments in the Asia-Pacific region.

country comparison based on international benchmarks and help evaluate the strengths and weaknesses of education systems.

The evidence on the actual learning in the region is however insufficient, while the limited evidence available suggests difficulties and disparities in learning outcomes within and across countries.

For example, according to 2007 Trends in International Mathematics and Science Study or

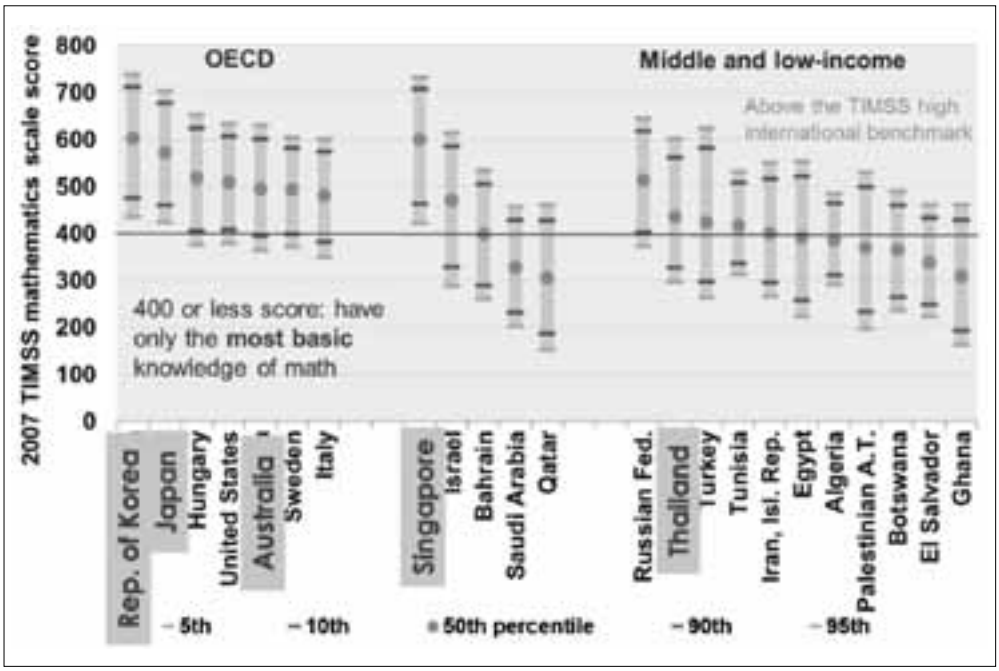


Fig. 2 TIMSS 2007 – Learning divide between developed and developing countries.

TIMMS 2007, which surveyed seven countries in the region (Australia, Indonesia, Japan, Malaysia, the Republic of Korea, Singapore and Thailand), there are large gaps in learning achievement between developed and developing countries in the region. The Republic of Korea topped all countries surveyed, with average test scores almost twice as high as for students in Ghana, at the bottom of the group. In the Republic of Korea and Singapore, 95% of 8th grade students score above the benchmark. However, the average student in Indonesia and Thailand stands alongside or below the poorest-performing 10% of students in Japan and Singapore.

3. UNESCO work in the region

The previous sections show that there is growing concern over quality of education from all countries in the region. There is also emerging demand for a new set of skills and competencies in a global knowledge-based society. However, available and reliable data are limited for monitoring learning outcomes and for better understanding other quality aspects of national education systems. Furthermore, the results of learning assessment are not always utilized to translate the findings into policy and teaching/learning.

UNESCO's work in areas of learning outcomes has also been rather limited since 2000. This is partly due to the relative neglect and low profile of the quality-related EFA goal as compared to the education-related Millennium Development Goals (MDGs), which have so far influenced the discourse and setting of the education development and international cooperation.

UNESCO Bangkok, which serves as UNESCO's Asia-Pacific Regional Bureau for Education, has started increasing attention to the quality of education and learning, especially to the issue of assessing learning outcomes, since 2009. This is also in cognisance of the growing emphasis put on assessing both cognitive and non-cognitive learning outcomes, including those emerging key competencies, values and attitudes.

3.1. Defining quality from a lifelong and lifewide perspective?

Many governments have been trying to assess not only learners' cognitive development (which are the major explicit objectives of education systems), but also education's role in promoting values and attitudes of responsible citizenship and in nurturing creative and emotional development. Relatedly, there is growing concern to assess student learning outcomes in a changing world and to define the skills or key competencies as well as the attitude of students that can accommodate new technologies, knowledge based society and a globalizing world. Attempts to measure such knowledge and skills, including non-cognitive ones, are not a new phenomenon and are expected to continue. A few examples of initiatives taken by different agencies, which are increasingly drawing the attention of UNESCO Bangkok, include the following:

- The work of the International Commission on Education for the Twenty-first Century, chaired by Jacques Delors, emphasized the four pillars of learning (learning to know, learning to do, learning to live together and learning to be) in its report to UNESCO in 1996: «Learning: the Treasure Within», placing education in a lifelong learning perspective (Delors, 1996)
- In 1997, OECD member countries launched PISA, with the aim of monitoring the extent to which students near the end of compulsory schooling have acquired the knowledge and skills essential for full participation in society. The OECD's Definition and Selection of Competencies (DeSeCo) Project provides a framework that can guide the longer-term extension of assessments into new competency domains in PISA.
- IEA, in addition to the TIMSS and the Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS), has launched studies to study learning outcomes beyond academic achievement, such as the International Civic and Citizenship Education Study (ICCS) and International Computer and Information Literacy Study (ICILS).

– A recent international project, Assessment & Teaching of 21st Century Skills (ATC21S), attempts to provide an operational definition of 21st century skills. ATC21S, initiated by Cisco, Intel and Microsoft, focuses on defining those skills and developing ways to measure them using information technology. ATC21S identify ten 21st century skills, which can be grouped into four categories:
  - Ways of thinking (Creativity and innovation; Critical thinking, problem solving, decision making; Learning to learn, metacognition)
  - Ways of working (Communication; Collaboration)
  - Tools for working (Information literacy; technology (ICT) literacy)
  - Living in the world (Citizenship; Life and career; Personal and social responsibility).
– Lifelong learning indicators: in early 2010, a German charitable foundation released the European Lifelong Learning Indicators (ELLI) Index. The ELLI-Index follows the methodological approach and the statistical model of Canada's Composite Learning Index (CLI), created by Canadian Council on Learning (CCL) in 2006. The ELLI-Index is thematically organized under UNESCO's four «pillars of learning», relying on a set of 17 indicators and 36 specific measures, in order to generate lifelong learning scores for some European countries, including Austria, Germany, France, Denmark and the United Kingdom.

3.2. UNESCO's recent work in relation to learning assessment in the region

The following includes a few examples of activities conducted by UNESCO Bangkok for stock-taking of and experience-sharing on national learning assessment and examinations in Asia-Pacific since 2009:

– Initial research work on selected countries in 2009 into 2010 to review and compare national examination systems, especially in secondary education, leading to a publication «Asia-Pacific Secondary Education System Review Series No. 1: Examination Systems» (UNESCO, 2010).
– An Asia-Pacific Seminar on Monitoring Student Learning Outcomes and School Performance: Towards improving quality of learning and reducing disparities, organized by UNESCO jointly with Korean Educational Development Institute (KEDI) in July 2010).
– Co-facilitation of the International High-level Expert Meeting on Standards for the Quality of Basic Education (November 2010, Hangzhou, China) to review and share the research findings worldwide on standards for the quality of basic education and to develop an integrated framework on standards and indicators for the quality of basic education.
– The concurrent session «What knowledge and competencies for the 21st century?» organized during the 14th UNESCO-APEID International Conference on Education for Human Resources Development (October 2010, Bangkok, Thailand) to reflect on the skills and competences required for the 21st century and their implications for education and training policy, and to discuss how the education and training systems can better respond to the emerging demands, not only from the education provider's point of view, but also from the view point of employers, from the perspective of lifelong learning.

3.3. Future directions of UNESCO's work on learning assessment in the region

The Asia-Pacific region has no common regional standards for learning assessments, unlike other regions, and there is no move to develop a distinctive one. UNESCO's work in the area of learning assessment will therefore consist of the following directions:

– Closely monitor national initiatives and trends to assess learning outcomes.
– Encourage its Member States to adopt a holistic approach to assessing learning outcomes, taking into account a variety of skills and competencies, both cognitive and non-cognitive, including social outcomes.

– Promote exchange of experience and good practices on the use of the results of various learning assessments for improving policy and teaching/learning practices.
– Develop a knowledge base on education systems, policies and learning outcomes, as a tool supporting the purpose of benchmarking system performance and education results in the region.

Engaging in a more systematic assessment of education systems in light of learning outcomes is an important area of UNESCO's future work in the region. This work is motivated by the fact that there are wide variations in system performance and learning outcomes, even with similar funding levels and patterns across countries. Findings from the recent PISA survey also indicate that «while there is a correlation between GDP per capita and educational performance, this predicts only 6% of the differences in average student performance across countries. The other 94% of differences reflect the fact that two countries of similar [GDP per capita] can produce very different educational results» (OECD, 2010, p. 14). Furthermore, within countries, socio-economic backgrounds of families stand out as one of the important determining factors of student performance, yet the combination of other factors such as educational resources, policies and practices also impact learning outcomes. However, the evidence of these associations is still insufficient.

UNESCO Bangkok has teamed up with the World Bank in the context of the latter's multi-year programme on *System Assessment and Benchmarking Education for Results* (SABER). SABER aims to document the policies, structures and procedures of education systems across the world and to systematically assess the characteristics of high-performing education systems.

UNESCO Bangkok has been collaborating with the World Bank Human Development Network Education (HDNED) to review the list of benchmarking topics and indicators and to conduct related surveys in twelve countries of East and Southeast Asia (Cambodia, China, Indonesia, Japan, Republic of Korea, Lao PDR, Malaysia, Mongolia, the Philippines, Singapore, Thailand and Vietnam) and two regions (Hong Kong SAR and Shanghai). The eight topics selected for the East and Southeast Asia pilot include: Assessment Systems, Teacher Policies, School Governance, Regulatory Environment for Engaging the Private Sector, Vocational Tracking, Information Systems, Information and Communications Technology in Education and Tertiary Education.

The data collection, by means of surveys at the country level in East and Southeast Asia, started in December 2010. The data collected have been compiled and analyzed. Based on the findings of the pilot survey, the indicator framework will be reviewed, together with the relevance and validity of the data and indicators included in various topics of system assessment and student performance.

UNESCO Bangkok will continue its cooperation with the World Bank, UNICEF and other development partners to improve the system assessment tools and to support the use of the results of learning assessment with the eventual aim of facilitating policy reform towards improved learning outcomes in the region. Establishing a knowledge base on education systems, policies and learning outcomes will provide a space supporting countries in the region to compare and benchmark their system performance and learning outcomes.

REFERENCES

Bray, M. (2009). *Confronting the shadow education system. What government policies for what private tutoring?* Paris: UNESCO International Institute for Education Planning (IIEP).

Delors, J. (1996). *Learning: The Treasure Within. Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century*. Paris: UNESCO Publishing.

OECD (2010). *PISA 2009 results: What students know and can do – Student performance in reading, mathematics and science (Volume I)*. Paris: OECD.

UNESCO (2004). *EFA Global monitoring report 2005: The quality imperative*. Paris: UNESCO.

UNESCO (2007). *EFA Global monitoring report 2008: Education for all by 2015 – Will we make it?* Paris: UNESCO.

UNESCO (2010). *Asia-Pacific Secondary Education System Review Series No.1. Examination Systems*. Bangkok: UNESCO Asia-Pacific Regional Bureau for Education.

L'INTERVISTA

RICERCAZIONE

INTERVISTA A BRUNO LOSITO

Maurizio Gentile e Francesco Rubino

Per questo numero dedicato a TIMSS abbiamo intervistato Bruno Losito, professore associato della *Facoltà di Scienze della Formazione dell'Università di Roma Tre*, esperto di indagini internazionali comparative, di sistemi e processi valutativi. La conversazione con il Prof. Losito si è focalizzata su molteplici temi: le differenze tra le diverse indagini internazionali e i loro scopi; la periodicità delle stesse; l'uso dei dati in funzione delle politiche educative; il problema della struttura e dei contenuti delle prove; il miglioramento della competenza valutativa dei docenti.

D: Perché l'attenzione dell'opinione pubblica italiana, e forse di buona parte degli addetti ai lavori, si è concentrata negli anni soprattutto su PISA piuttosto che su TIMSS o PIRLS? Quali possono essere le ragioni?

R: Credo che i motivi siano molteplici, mi limito a indicarne due, quelli che dal mio punto di vista hanno una maggiore rilevanza. In primo luogo, pesa la natura degli organismi che organizzano e gestiscono le indagini e la diversa rilevanza politica ad esse attribuita che ne deriva. PISA è organizzato dall'OCSE, che è un'organizzazione intergovernativa, a cui i diversi Paesi partecipano come tali. Inoltre, non bisogna dimenticare che PISA nasce e si sviluppa all'interno del progetto INES. Nell'ambito, cioè, delle iniziative che hanno per obiettivo la costruzione di indicatori relativi ai diversi sistemi di istruzione dei Paesi OCSE. In qualche modo costituiscono il punto di riferimento per le analisi di tali sistemi sia in un'ottica comparativa, sia — ormai — all'interno dei singoli paesi. I risultati delle rilevazioni PISA sono utilizzati per la costruzione degli indicatori di risultato, che, a partire dalla prima rilevazione del 2000, sono sistematicamente inseriti in *Education at a Glance*, la pubblicazione che annualmente aggiorna gli indicatori relativi ai sistemi di istruzione. Negli ultimi anni, inoltre, i risultati PISA sono diventati anche la base per la costruzione di parametri di riferimento per le politiche comunitarie europee.

Tutto ciò ha contribuito ad allargare progressivamente il numero dei Paesi che partecipano a PISA e ad accrescere il suo peso politico e la sua influenza a livello internazionale (anche in virtù delle politiche seguite da organismi quali la Banca mondiale per il finanziamento di progetti nei Paesi cosiddetti in via di sviluppo).

Da questo deriva l'attenzione che a livello di responsabili delle politiche educative e scolastiche è data a questa indagine.

Le indagini TIMSS e PIRLS sono organizzate dall'IEA, che — per quanto la situazione al suo interno si sia andata modificando rispetto alle sue origini — nasce e tuttora si caratterizza come un'associazione indipendente di ricercatori e di istituti di ricerca in campo educativo. In Italia, le indagini IEA hanno rappresentato la prima grande — e per un lungo periodo unica — occasione per sviluppare indagini di tipo valutativo, attraverso la raccolta di dati affidabili sul nostro sistema di istruzione. In questo modo, le indagini IEA hanno anche contribuito alla crescita di più generazioni di ricercatori in campo educativo. L'indipendenza dell'associazione ha costituito probabilmente, in un Paese come il nostro in cui il rapporto tra ricerca e politiche nel campo dell'istruzione è stato ed è tradizionalmente abbastanza debole, il motivo per cui i risultati delle indagini realizzate dall'IEA (tutte le indagini, non solo TIMSS e PIRLS) non sempre hanno ricevuto l'attenzione dovuta.

I risultati di PISA sono comunque utilizzati a livello internazionale in termini immediatamente politici. Lo stesso non accade per i risultati delle indagini IEA.

In secondo luogo, credo che un altro motivo per cui l'attenzione dedicata a PISA è maggiore sia individuabile nel diverso «oggetto» di PISA rispetto alle indagini IEA. PISA ha l'ambizione di rilevare e misurare le competenze degli studenti quindicenni in alcune aree fondamentali dell'istruzione scolastica. Le indagini IEA — seppure con alcune significative modificazioni nel corso degli ultimi anni — hanno per oggetto le conoscenze e le abilità degli studenti. Questa distinzione potrebbe essere oggetto di una lunga discussione. È indubbio, però, che nel momento in cui i curricola scolastici di molti Paesi tendono a mettere in primo piano la costruzione e lo sviluppo delle competenze (in un'ottica sia di maggiore continuità con le prospettive del *lifelong learning*, sia di maggiore integrazione delle economie dei Paesi più industrializzati) l'impostazione di PISA acquisti una maggiore forza di attrazione.

Credo che questi siano i due motivi che di più hanno pesato sulla diversa attenzione prestata a PISA e alle indagini IEA.

Se, però, manteniamo la distinzione tra opinione pubblica, responsabili delle politiche scolastiche e addetti ai lavori, è anche vero che il mondo della ricerca educativa ha da sempre guardato con attenzione alle indagini IEA, sia per i loro risultati, sia per le indicazioni metodologiche che ne sono scaturite.

D: Con quale periodicità si svolgono le indagini comparative? La decisione di svolgerle ogni tre anni o quattro da cosa dipende? Le ragioni sono puramente di carattere tecnico? Le diverse periodicità rispondono a problemi di sostenibilità da parte dei Paesi partecipanti?

R: La periodicità varia da indagine a indagine: tre anni per PISA, quattro o più per le indagini IEA. Le decisione è affidata agli organismi responsabili delle indagini: il *Governing Board* per PISA, l'Assemblea Generale per l'IEA. La periodicità triennale delle rilevazioni PISA è legata all'esigenza di avere dati aggiornati per la costruzione degli indicatori di risultato. La periodicità delle indagini IEA varia da progetto a progetto. Tra la seconda indagine e la terza indagine sull'educazione civica e alla cittadinanza, ad esempio, c'è stato un intervallo di dieci anni, dal 1999 al 2009. Per PIRLS e TIMSS l'intervallo di tempo tra le ultime due rilevazioni delle rispettive indagini è diverso, rispettivamente cinque e quattro anni. Questa diversità è giustificata — per l'ultima rilevazione attualmente in corso — dalla scelta di realizzare le due indagini nello stesso anno e sugli stessi campioni di studenti, almeno per quanto riguarda il quarto anno di scolarizzazione.

Credo che la ripetizione delle rilevazioni a distanza di soli tre anni, come nel caso di PISA, ponga più di un problema. Se è vero che questo consente di produrre indicatori aggiornati con una sufficiente frequenza, è altrettanto vero che le dimensioni ormai raggiunte dall'indagine iniziano a entrare in contraddizione con intervalli di tempo così ristretti. Di fatto, ogni rilevazione comincia a essere preparata quando ancora non sono stati presentati i risultati della precedente. Se questo può essere in parte, ma soltanto in parte, comprensibile dal punto di vista della necessità di avere un flusso di dati costanti per

gli indicatori, non sembra compatibile con l'intento dichiarato di offrire ai Paesi partecipanti gli elementi di informazione utili a intervenire politicamente per migliorare i propri sistemi di istruzione. Il continuo aggiungersi di aree di indagine (per il 2012 la *financial literacy)* e di opzioni differenziate per la somministrazione delle prove complica ulteriormente il quadro. Credo sia lecito cominciare a chiedersi se questa periodicità risponda a effettive esigenze di politica scolastica e educativa dei Paesi o se segua, piuttosto, una logica tutta interna all'indagine, che rischia però di confliggere con i tempi di analisi e di elaborazione di scelte di intervento da parte dei singoli paesi.

Il rischio reale è che non ci sia nemmeno il tempo (non voglio dire l'intenzione) di riflettere non soltanto sui risultati delle rilevazioni, ma anche su alcuni aspetti procedurali, su alcune scelte metodologiche e sulla qualità degli strumenti di rilevazione utilizzati. Mi riferisco, ad esempio, alla scelta operata in PISA 2006 di introdurre i cosiddetti *embedded item* per la rilevazione degli atteggiamenti o alla qualità dei questionari di contesto utilizzati in PISA 2009. Se è vero che a livello OCSE, tra una rilevazione e l'altra, vengono sviluppati studi di approfondimento tematico e metodologico, è discutibile che i singoli Paesi abbiano effettivamente le risorse (scientifiche prima ancora che finanziarie) per sviluppare in tempi ristretti analisi in profondità necessarie, a volta indispensabili, a livello nazionale.

A questo si aggiunga il fatto che le risorse che ciascun Paese è chiamato a investire in PISA sono notevoli e crescenti. La periodicità triennale tende a far diventare i costi di partecipazione una sorta di «spesa fissa» da inserire in bilancio. C'è legittimamente da chiedersi quali siano i livelli di compatibilità con la partecipazione ad altre indagini internazionali e con lo sviluppo di sistemi nazionali di rilevazione e valutazione.

D: Le indagini comparative mettono a disposizione una notevole quantità di dati. Può chiarire l'uso che sarebbe opportuno farne? Come i dati e le spiegazioni offerte dagli organismi promotori possono favorire cambiamenti rilevanti dei sistemi formativi? In Italia le evidenze accumulate fino adesso sono state trasformate in decisioni di sistema?

R: Le indagini comparative internazionali hanno come obiettivo dichiarato quello di offrire ai decisori politici le «evidenze» sulle quali fondare le proprie scelte, a partire da un confronto con quanto avviene negli altri Paesi partecipanti.

In molti Paesi i risultati delle indagini comparative sono effettivamente utilizzati per interventi che puntano a migliorare gli aspetti dei sistemi di istruzione che si sono dimostrati più deboli alla luce degli esiti delle rilevazioni. Allo stesso tempo, i risultati e i dati sono utilizzati dalla comunità scientifica per analisi in profondità e di secondo livello. La pluralità di indagini — e delle metodologie adottate — ha costituito uno stimolo in questa direzione, tanto più che le indagini dell'IEA e dell'OCSE sono rivolte a popolazioni diverse e interessano diversi segmenti dei sistemi di istruzione.

Nel nostro Paese assistiamo a qualcosa di abbastanza differente. Da un lato, i decisori politici interpretano i risultati delle indagini in funzione delle proprie posizioni, spesso ideologiche prima ancora che politiche. Si pensi, ad esempio, alle dichiarazioni dei responsabili delle nostre *policy* secondo le quali PISA avrebbe dimostrato una migliore qualità degli insegnanti del Nord rispetto a quelli del Sud. Individuare quali siano i dati PISA che suffragano tale valutazione è operazione non facile da compiere. Altre volte si è dichiarato di voler utilizzare i risultati delle indagini internazionali per scopi che le stesse indagini esplicitamente indicano come non praticabili, ad esempio la valutazione delle singole scuole. In entrambi i casi si tratta di un uso improprio.

Più in generale, quello che colpisce, nel nostro Paese, è la sistematica non considerazione degli esiti delle indagini nel momento in cui si tratta di intervenire sul sistema scolastico. Mi spiego. Dalle indagini comparative, alle quali il nostro Paese partecipa fin dagli inizi degli anni Settanta del secolo scorso, emergono alcuni elementi ricorrenti: le differenze tra diverse aree geografiche del paese; le differenze tra diversi

indirizzi della scuola secondaria di secondo grado; la forte incidenza delle differenze *tra* scuole, piuttosto che delle differenze all'interno *delle* scuole; il rapporto tra queste differenze e gli indici socio-economico-culturali (più ancora che degli studenti). Insomma, tutti elementi che concorrono a delineare le caratteristiche di un sistema di istruzione caratterizzato da forti elementi di non equità, che canalizza gli studenti in funzione delle loro origini socio-culturali, che non riesce a compensare le differenze in ingresso degli studenti e che anzi le amplifica. A questo si aggiunga che in tutte le indagini internazionali emerge con nettezza l'associazione tra livelli di prestazione degli studenti e sviluppo dell'educazione prescolare e dimensioni comprensive dei sistemi di istruzione.

Basterebbe considerare questi aspetti per comprendere come le nostre politiche scolastiche si muovano e si siano mosse in direzioni tutt'altro che coerenti con il complesso di dati offerto dalle indagini. In modo particolare negli ultimi anni, ma non solo.

La mia impressione è che il vero problema non sia tanto la mancanza di dati valutativi quanto piuttosto il prevalere di impostazioni politico-ideologiche che si muovono in una logica opposta a quanto la ricerca valutativa suggerisce.

D: Cosa un insegnante può aspettarsi dai dati TIMSS? Potrebbe migliorare la programmazione dei contenuti curricolari? La progettazione e l'intervento didattico? Ad esempio, si potrebbero cogliere degli spunti per la didattica e la valutazione?

R: Nonostante l'obiettivo dichiarato di contribuire alla comparazione tra paesi, le indagini internazionali sono comunque ricche di spunti da cui può prendere le mosse la riflessione delle scuole e degli insegnanti per migliorare le pratiche didattiche. Tanto più in considerazione del fatto che l'INVALSI (almeno per quanto riguarda PISA) restituisce agli istituti partecipanti i propri risultati.

Questo può consentire alle scuole di riflettere sui risultati raggiunti dai propri studenti, di analizzare in quali aree di contenuto o in quali abilità si manifestino i punti di maggiore forza o di maggiore debolezza. In altri termini, i risultati delle indagini internazionali possono essere uno strumento utile per i processi di autovalutazione delle scuole. Il confronto con i risultati delle rilevazioni nazionali può ulteriormente arricchire questa riflessione.

Inoltre, le indagini internazionali mettono a disposizione delle scuole i quadri concettuali di riferimento e parte degli strumenti utilizzati nelle rilevazioni, tutti i questionari e le prove cosiddette «rilasciate». Una riflessione collettiva su questi quadri, sulla loro maggiore o minore congruenza con i curricoli reali effettivamente sviluppati dagli insegnanti, unitamente a un'analisi degli strumenti di rilevazione, possono costituire un momento di crescita della competenza valutativa dei docenti. Pur nella consapevolezza della necessità di ricorrere a prove differenziate in relazione agli obiettivi, alle funzioni e agli «oggetti» della valutazione, l'analisi sulle prove utilizzate nelle indagini internazionali può costituire un momento importante di riflessione sulle pratiche valutative adottate nelle classi e nelle scuole e contribuire, in questo modo, a un miglioramento progressivo dei metodi di valutazione.

In questo lavoro di analisi e di riflessione da parte delle scuole, è comunque importante tenere presente la diversità di impostazione tra PISA e le indagini IEA.

In queste ultime, le rilevazioni partono dall'analisi dei curricoli esistenti nei Paesi partecipanti, dal confronto tra i curricoli dichiarati e quelli reali, dall'individuazione delle effettive opportunità di apprendimento offerte agli studenti.

In PISA il punto di partenza è di carattere «prescrittivo», si riferisce cioè alle competenze (le *literacy)* necessarie agli studenti per proseguire nei loro studi o per affacciarsi sul mondo del lavoro, in una prospettiva comunque di apprendimento per tutta la vita. Questa distinzione va tenuta presente nell'analisi sia dei risultati, sia dei quadri concettuali, sia degli strumenti di rilevazione.

Per quanto riguarda TIMSS in particolare, le indicazioni per la didattica e la valutazione nel campo dell'insegnamento delle scienze e della

matematica sono molteplici, da vari punti di vista: procedure didattiche, preparazione degli insegnanti, variabili di contesto scuola. Il fatto che nelle indagini IEA — quindi anche in TIMSS — sia somministrato anche un questionario insegnanti rappresenta un'ulteriore ricchezza in termini di dati che esso mette a disposizione delle scuole.

D: Infine, quali differenze o analogie sostanziali coglie tra le prove IEA-TIMSS e PIRLS e le prove INVALSI proposte nell'ambito del Sistema Nazionale di Valutazione?

È difficile fare un confronto tra le prove TIMSS e PIRLS e le prove INVALSI senza premettere che dietro le prove IEA ci sono anni di lavoro e di esperienza, il contributo di alcuni dei migliori esperti internazionali, risorse metodologiche e finanziarie neanche lontanamente comparabili a quanto l'INVALSI può mettere in campo. Oltre che difficile, non sarebbe neanche corretto. Detto questo, possono essere identificati alcuni elementi di somiglianza e alcune profonde differenze.

Risulta abbastanza evidente come l'INVALSI, ad esempio, abbia cercato almeno negli ultimi anni di ricalcare in qualche misura le modalità di lavoro seguite a livello internazionale: produzione di quadri concettuali di riferimento, costruzione su questa base delle prove, mappatura delle singole domande a partire dai quadri concettuali. Questo modo di procedere, sicuramente utile in una fase iniziale di impostazione delle rilevazioni nazionali, potrebbe rivelarsi in prospettiva poco produttivo in termini di elaborazione di nuove idee e di nuovi modelli valutativi. Riprodurre modelli consolidati, per quanto utile, potrebbe in prospettiva non rivelarsi una scelta necessariamente vincente. Comunque, allo stato attuale, questa modalità di lavoro contribuisce se non altro alla trasparenza delle procedure adottate e consente di analizzare i risultati conseguiti nelle rilevazioni in rapporto agli apparati metodologici e strumentali utilizzati.

Altrettanto evidente è una certa ambiguità entro cui si collocano le prove INVALSI, determinata dalla non chiarezza sul «che cosa» queste prove debbano rilevare e misurare: solo conoscenze e abilità o anche competenze? Le direttive ministeriali e i vari documenti prodotti in questi anni non hanno contribuito a fare chiarezza su questo aspetto e ciò costituisce, a mio parere, un problema per lo stesso INVALSI che a tali direttive e documenti è vincolato.

Detto questo, la principale differenza riscontrabile tra le prove IEA e quelle INVALSI è individuabile a mio parere, prima ancora che nella qualità delle prove stesse, nel fatto che nelle indagini IEA — si pensi a PIRLS — viene somministrato agli studenti un numero abbastanza elevato di domande che vertono tutte sulle stesse abilità o su abilità specifiche riconducibili ad ambiti generali comuni. Nelle prove INVALSI — soprattutto in quelle di italiano — un minor numero di domande si disperde su diversi contenuti e abilità (dalla comprensione della lettura alla grammatica, per fare un esempio). Con tutto quello che ne consegue in termini di possibili analisi dei risultati. Credo che questo aspetto spieghi perché, nella presentazione dei risultati delle rilevazioni INVALSI, si faccia ricorso alle percentuali di risposta corrette piuttosto che alla individuazione di livelli di prestazione. La lettura dei rapporti tecnici elaborati dall'INVALSI sembra giustificare questa interpretazione. Così come sembra indicare alcuni elementi di debolezza delle prove stesse. Su questo ultimo aspetto andrebbe aperta una discussione approfondita sui processi di *item development* utilizzati dall'INVALSI per la costruzione delle prove, rispetto ai quali le informazioni disponibili sono abbastanza limitate.

Un'altra differenza abbastanza evidente è quella relativa all'incidenza delle domande a risposta aperta, fino allo scorso anno praticamente nulla nelle prove INVALSI. È una differenza probabilmente legata — ancora una volta — alle risorse di cui l'INVALSI può effettivamente disporre. Credo, però, che sia legittimo cominciare a chiedersi perché si continui a insistere con rilevazioni fatte sull'intera popolazione piuttosto che procedere con rilevazioni campionarie, viste le limitate disponibilità finanziarie. Questa domanda riguarda ancora

una volta le direttive e le politiche ministeriali più che l'INVALSI, ma certo non è possibile non chiedersi quale sia il senso di rilevazioni su scala così larga se non è possibile elaborare e utilizzare strumenti di rilevazione adeguati.

Fino a quando dei risultati delle rilevazioni nazionali verrà fatto l'uso attuale, la consapevolezza di questi limiti non può che costituire un punto di partenza per superarli e per costruire in prospettiva prove sempre migliori. Se si decidesse di utilizzare i risultati delle prove per valutare i docenti e le scuole o per misurare il «valore aggiunto» la qualità e la validità degli strumenti non potrebbero non essere poste in primo piano.

NORME EDITORIALI

La rivista è rivolta a decisori istituzionali e politici, dirigenti scolastici, insegnanti, operatori sociali, ricercatori, consulenti. La rivista accetta articoli inediti di **ricerca educativa, valutativa e sociale**, e pubblica *lavori di tipo empirico*, *di tipo teorico e resoconti*.

Numeri monografici
Uno dei numeri dell'annata è dedicato a un singolo tema. La direzione scientifica e editoriale in accordo con il comitato scientifico dell'IPRASE ha il compito di definire un tema d'interesse per l'anno corrente.

Presentazione degli articoli
Gli articoli dovranno pervenire all'indirizzo e-mail della direzione scientifica: maurizio.gentile@iprase.tn.it. Nel presentare gli articoli, i singoli autori o gruppi di autori diano le seguenti informazioni nell'ordine così specificato.

- *Titolo*. Conciso e informativo.
- *Nome dell'autore, istituzione, ente e/o organizzazione*.
- *Recapiti*. Telefono, fax, indirizzo, e-mail dell'autore o del primo autore.
- *Estratto*. Conciso e descrittivo di massimo 100 parole.
- *Parole chiave* da collocare subito dopo l'estratto di massimo 5 parole.
- *Abbreviazioni*. Si prega di definire le abbreviazioni, che non sono riconosciute come lessico standard dell'ambito di riferimento, alla prima trascrizione. Si mantenga coerente l'abbreviazione per tutto l'articolo.
- *Ringraziamenti ed eventuali post-scripta* vanno inseriti in un apposito paragrafo alla fine dell'articolo, prima della Bibliografia.
- *Finanziamenti*. Se gli articoli sono l'esito di lavori finanziati, all'autore è richiesto di indicare lo sponsor o l'ente finanziatore che ha sostenuto la ricerca o la redazione dell'articolo.

Il manoscritto deve essere inviato in formato Word, WordPerfect 6.0, RTF.

Lunghezza e caratteristiche generali
Gli articoli devono avere una lunghezza massima che varia da **35.000 a 55.000 caratteri**, figure e tabelle incluse. Il documento deve essere presentato in formato A4 (297x210). Il carattere è il Times New Roman, corpo 12, interlinea 1, giustificazione esatta, rientro di 0,5. Si usi l'Enter soltanto nei cambi di paragrafo.

Trattamento elettronico di figure e tabelle
Immagini, grafici, diagrammi (da qui in poi «figure») e tabelle vanno presentati alla fine dell'articolo, inseriti dopo la bibliografia. Si eviti di riportare tali elementi nel corpo del testo. Dentro il manoscritto ci si limiti a indicare la loro posizione approssimativa. Figure e tabelle vanno richiamati nel testo e numerati nell'ordine di citazione.

Stile e linguaggio
Il manoscritto deve essere comprensibile (facile da seguire) e scritto in modo chiaro (sintassi). Gli autori dovrebbero evitare l'uso marcato di espressioni gergali, linguaggio sessista, frasi idiomatiche. I manoscritti in lingua inglese dovrebbero essere scritti in buon inglese.

Citazioni bibliografiche
La responsabilità circa l'accuratezza delle citazioni è completamente dell'autore. Di seguito gli esempi da seguire quando si fanno citazioni nel testo e in bibliografia riportata alla fine degli articoli.

Citazioni nel testo
Quando l'autore è associato a un ragionamento, posizione teorica, evidenza empirica si apra e si chiuda la parentesi, citando il cognome dell'autore, far seguire la virgola e l'anno di pubblicazione. Ad **esempio**: (Mayer, 2008). Nel caso di più autori: (Bandura, 1977; Bourdieu, 1983). Quando gli autori sono più di due, va citato solo il primo nome seguito da «et al.». Ad **esempio**: (Graff et al., 2008).

Citazione di un articolo tratto da rivista
Paxton, P. (1999). Is social capital declining in the United States? A multiple indicator assessment. *American Journal of Sociology*, *105* (1), pp. 88-127.

Citazione di un volume
Field, J. (2004). *Il capitale sociale: Un'introduzione*. Trento: Erickson.

Capitoli tratti da volumi
Burt, R.S. (2001). Structural holes versus network closure as social capital. In N. Lin, K. S. Cook, & R. S. Burt (Eds.), *Social capital. Theory and research* (pp. 31-56). Piscataway, NJ: Aldine Transaction.

Documenti elettronici scaricati da internet
UNICEF (2001). *The state of the world's children 2001*. Disponibile su: http://www.unicef.org/sowc01/, [Accesso 14.04.08].

Revisione degli articoli
I contributi vengono sottoposti al giudizio cieco di almeno 2 referee. Prima dell'invio vengono rimossi i nomi degli autori e le rispettive affiliazioni laddove sono presenti (testo principale, note a piè di pagina, intestazioni). I referee valutano gli articoli utilizzando una serie di criteri. All'autore viene inviato un report, con indicazioni specifiche sulle modifiche richieste.

Invio di copie degli articoli agli autori
All'indirizzo postale dell'autore (il primo autore nel caso di articoli scritti a più mani) verrà recapitato un numero limitato di ristampe. Copie addizionali devono essere ordinate dall'autore. Una copia dell'articolo in formato PDF verrà inviata a chi ne fa richiesta.

Per una lettura completa delle *Norme per gli Autori* si invitano gli autori a prendere visione della pagina dedicata alla rivista nel sito web: www.erickson.it

GUIDE FOR AUTHORS

The IPRASE Journal only accepts unpublished papers in the three following domains: educational, evaluation and social research. The Journal publishes three types of articles: empirical studies, theoretical works, results from «good practices».

Special issues
One of the issues in the year is dedicated to a single theme. The editorial board of the Journal, in agreement with the scientific board of IPRASE, has the task of defining a specific theme for the current year.

Submission of articles
Articles should be sent to the editor at: maurizio.gentile@iprase.tn.it and should be presented in the following format/layout.

- *Title*. Concise and precise.
- *Name of the author, institution, organisation*.
- *Addresses*. It is important to cite author's phone numbers, postal and e-mail address.
- *Abstract*. Concise and descriptive, maximum 100 words.
- *Key words*. To be placed immediately below the abstract, max 5 words.
- *Abbreviations*. To be defined in their first use in the text and then remain unchanged throughout the whole article.
- *Acknowledgements and post-script*. To be included in a special paragraph at the end of the article before the bibliography.
- *Funds*. If articles have been funded, then the author is to acknowledge the sponsor or institution supporting the research.

The manuscript is to be sent in Word, Word Perfect 6.0, RTF formats.

Word limit and general criteria
Articles are to be from **35,000** to **55,000 keystrokes** long, spaces, figures and tables included. The document is to be in a single column with A4 format (297x210). Times New Roman, 12, single spacing, justified alignment, indent 0.5. The ENTER key must be used only when starting a new paragraph.

*Electronic use of figures, tables and formulas***.**
Images, graphics, diagrams (from now on «figures») and tables are to be placed within the text. Collocation of these elements will have to be definitive. Figures and tables are to be referred to in the text and numbered in the order of quotation.
The editorial board can slightly modify their reference in the text for printing reasons. Please quote the source of figures for copyright reasons. Please avoid using famous works of art. Please obtain permission for publishing pictures which portray people.

Style and language
The manuscript should be easy to read and have a simple syntax. Authors should avoid any use of colloquialisms, sexist language or idiomatic phrases. For articles in English, British English is the preferred version.

References
The author is held responsible for quotation accuracy.

Quotations in the text
When quoting a particular author associated to a theory, issue, or empirical evidence, please open and close brackets, stating surname of the author followed by a comma and the year of publication. Example: «PISA survey on scientific literacy is not based on the analysis of curricula but … (Mayer, 2008)». For co-authored papers, please follow this example: (Bandura, 1997; 1982; 1986; Bordieu, 1983; 1986). When there are more than two authors, only the first name is to be quoted, followed by «et al.». For example: (Graff et al., 2008).

Bibliography at the end of the articles
The bibliography is to placed at the end of the article, after the appendix, acknowledgments and *post-script,* and is to contain only those quotations from the text. Quotations are first in alphabetic order and then in chronologic order. If an author has more than one quotation from the same year, these must be divided alphabetically. E.g.: «2006a», «2006b», etc.

Reference to a Journal
Paxton, P. (1999). Is social capital declining in the United States? A multiple indicator assessment. *American Journal of Sociology*, *105* (1), pp. 88-127.

Reference to a Book
Field, J. (2004). *The Social Capital. An Introduction*. Trento: Erickson.

Reference to a Chapter in an edited book
Burt, R.S. (2001). Structural holes versus network closure as social capital. In N. Lin, K. S. Cook, & R. S. Burt (Eds.), *Social capital. Theory and research* (pp. 31-56). Piscataway, NJ: Aldine Transaction.

Reference to electronic documents downloaded from the Internet.
UNICEF (2001). *The state of the world's children 2001*. Available from: http://www.unicef.org/sowc01/, [Accessed 14.04.08].

Review policy
The papers are submitted to the judgment of two referees chosen by the scientific committee of IPRASE and the editorial board of the journal (the name of the author and every other references are omitted). Referees evaluate the articles on the base of criteria and send the authors a report with modifications to be made.

Sending of the copies of the journal
A limited number of offprints will be sent to the author at his/her postal address. Additional copies will have to be ordered separately. A copy of the article in PDF version will be sent by e-mail on request.

For the full *Guide for Authors*,
please visit the journal page at:
www.erickson.it

Edizioni Erickson – Libri

Per ordini di **LIBRI** e **KIT** effettuati direttamente alla casa editrice, gli abbonati alle riviste hanno diritto al

20% DI SCONTO

Come ordinare:
- dal sito www.erickson.it
- numero verde 800-844052
- numero fisso 0461 950690
- e-mail info@erickson.it
- fax 0461 950698

Lo sconto è valido solo per ordini diretti alla casa editrice.

pp. 120 + 17x24

Maria Cristina Strocchi

PROMUOVERE RELAZIONI POSITIVE IN CLASSE

Migliorare la comunicazione e prevenire il bullismo

€** 17,00 – **prezzo per gli abbonati € 13,60

Litigi, musi lunghi, pianti, frecciatine, silenzi ostili, dispetti: sono solo alcuni dei tantissimi modi in cui si manifestano le diffcoltà di relazione e di comunicazione, che, se non colte e gestite opportunamente, possono appesantire il clima della classe e condurre ad atti di bullismo. Per prevenirle e superarle è proposto un percorso di esplorazione e condivisione di emozioni e bisogni, nelle versioni per la scuola primaria e secondaria, che mira a promuovere atteggiamenti e comportamenti assertivi, dunque nel rispetto della libertà e dei diritti sia propri sia altrui, indispensabili garanzie per una convivenza civile e costruttiva.

Rocco Quaglia e Claudio Longobardi

IL COLLOQUIO DIDATTICO

Comunicazione e relazione efficace con le famiglie degli alunni

€** 18,50 – **prezzo per gli abbonati € 14,80

pp. 136 + 17x24

Questo libro è stato pensato per offrire agli insegnanti uno strumento capace di favorire una più precisa conoscenza dell'allievo, della sua storia e delle sue difficoltà, attraverso le informazioni che il colloquio con il genitore può comunicare. Il testo si propone inoltre di promuovere nei genitori una maggiore disponibilità verso la vita scolastica del fi glio, attraverso l'utilizzo del colloquio inteso non solo come momento di confronto con i docenti ma anche come mezzo per acquisire, a propria volta, una conoscenza più reale delle sue competenze e dei suoi interessi.
Nell'ambito della collaborazione scuola-famiglia, Il colloquio didattico si rivolge pertanto, in modo prioritario, a insegnanti e a genitori per la creazione di alleanze e azioni educative efficaci dirette alla formazione degli allievi-figli.

Sfoglia gratuitamente alcune pagine del libro su **www.erickson.it**

pp. 144 – cm 15x21

Tullio De Mauro e Dario Ianes (a cura di)

GIORNI DI SCUOLA

Pagine di diario di chi ci crede ancora

€ 15,00 – ***prezzo per gli abbonati € 12,00***

«In questo momento chi ci crede ancora sta entrando in aula con una nuova lezione in testa, si sta confrontando con i colleghi durante l'intervallo, sta scrivendo sulla LIM, sta organizzando un gruppo cooperativo, sta dando spazio e voce ai pensieri e alle emozioni degli alunni, sta preparando un corso di recupero, sta riflettendo sulla propria giornata tornando a casa in macchina.»
Questo testo corale raccoglie le pagine di un «diario immaginario» scritto da chi, nella scuola, insegna o lavora. Un volume che vuole essere un segno di stima e di riconoscimento, un messaggio di fiducia e di speranza per chi nella scuola crede ancora.

pp. 280 + 17x24

Luigi Tuffanelli e Dario Ianes

LA GESTIONE DELLA CLASSE

Autorappresentazione, autocontrollo, comunicazione e progettualità

€ 20,00 – ***prezzo per gli abbonati € 16,00***

Si fanno molti discorsi sulla scuola, pochi sul mestiere di insegnante. Come si gestisce una classe? Fra alunni che cambiano, nuovi bisogni e riforme mai fatte o malfatte, la questione è più che mai complessa.
Prendendo spunto da un dialogo fra tre insegnanti con identità e punti di vista differenti, il libro analizza le variabili cruciali del lavoro di docente, e propone strumenti di riflessione e schede di autovalutazione e di lavoro che gli insegnanti potranno utilizzare per imparare a giudicare in modo obiettivo il proprio modo di rapportarsi con gli studenti e con i colleghi, per implementare le capacità di comunicazione dentro e fuori la scuola, per migliorare l'autocontrollo e per sviluppare le abilità di programmazione.
In particolare, i temi affrontati nel manuale sono il ruolo e la responsabilità sociale dell'insegnante, i problemi di stress e di autostima, l'autorevolezza, la programmazione e i diversi modi di fare lezione, le dinamiche di classe e le strategie per governarle, i saperi, le abilità e le competenze, la valutazione degli studenti e le relazioni che strutturano la funzione docente.
Il dialogo iniziale fra i tre docenti — un giovane supplente, un'insegnante progressista e un professore di filosofia che ha perso l'entusiasmo per il suo lavoro — permette di dare voce a tre diverse prospettive, che nel testo vengono riprese e approfondite con strumenti di lettura delle più svariate situazioni e l'indicazione di possibili strategie di cambiamento e intervento.

pp. 68 – cm 12x19

John G. Borkowski e Nithi Muthukrishna

DIDATTICA METACOGNITIVA

Come insegnare strategie efficaci di apprendimento

*€ 7,00 – **prezzo per gli abbonati € 5,60***

Questo agile saggio ripropone un importante saggio teorico-pratico divenuto il riferimento fondamentale per tutti gli insegnanti che vogliono applicare un modello graduale per introdurre l'insegnamento metacognitivo in classe.
Il libro definisce i modi in cui l'apprendimento autoregolato può diventare il focus dell'insegnamento in classe. In particolare, gli autori forniscono preziosi pratici suggerimenti su come impostare un modello operativo metacognitivo, importante prerequisito di un metodo di insegnamento che si prefigge di formare studenti in grado di autoregolare il proprio apprendimento.

Dario Ianes, Heidrun Demo e Francesco Zambotti

GLI INSEGNANTI E L'INTEGRAZIONE

Atteggiamenti, opinioni e pratiche

*€ 10,00 – **prezzo per gli abbonati € 8,00***

pp. 246 – cm 15x21

In che senso oggi è necessario parlare onestamente di integrazione e cercare di comprenderla a fondo, anche scavando sotto la superficie della retorica ministeriale e del «vogliamoci bene»? Cosa ne pensano realmente gli insegnanti? Quali sono i loro atteggiamenti e le loro opinioni? Quali sono i benefi ci per l'alunno con disabilità e per i compagni di classe? Come infl uiscono sulla vita sociale a scuola? Siamo davvero pronti a rigenerare profondamente questa meravigliosa realtà della scuola italiana?
Questo libro vuole dare risposta a queste e molte altre risposte sull'integrazione scolastica. Presenta i risultati di una recente importante ricerca scientifi ca sull'integrazione scolastica degli alunni con disabilità, promossa dall'Università di Bolzano e sostenuta dalla Società Italiana di Pedagogia Speciale, prendendo in particolare considerazione le esperienze e le opinioni degli insegnanti e delle altre fi gure professionali che operano nella scuola italiana in fatto di integrazione. Attraverso l'analisi dei dati, filtrata all'esperienza maturata dagli autori in anni di impegno nel mondo della scuola, emerge uno spaccato chiaro e completo sullo stato dell'integrazione scolastica, evidenziandone i punti di forza ma anche le sue problematicità.

Summer School – Corsi online

Anche per l'estate 2011, Erickson propone alcuni corsi online intensivi, con durata di circa un mese, su diverse tematiche legate ai Disturbi Specifici dell'Apprendimento.

Martedì 12 luglio 2011

Tecnologie e strategie per compensare i disturbi specifici dell'apprendimento

Autori: Flavio Fogarolo (coordinatore), Maria Rita Cortese, Angiolella Dalla Valle, Paolo Rizzato e Caterina Scapin

Martedì 12 luglio 2011

Disturbo specifico dell'apprendimento (DSA) della letto-scrittura: caratteristiche generali e approccio didattico – corso base

Autrici: Giorgia Sanna e Monja Tait

Martedì 26 luglio 2011

Disturbo specifico dell'apprendimento (DSA) della letto-scrittura – corso avanzato

Autrice: Susi Cazzaniga

Martedì 26 luglio 2011

Le difficoltà di apprendimento della matematica – corso base

Autrici: Germana Englaro e Martina Pedron

ACCEDERE E PARTECIPARE AI CORSI ONLINE È FACILE!

Unico requisito fondamentale per iscriversi a un corso online Erickson è avere una casella di posta elettronica (indirizzo e-mail) e un computer con l'accesso a internet. Dopo aver inviato la scheda di iscrizione (scaricabile anche dal sito www.erickson-formazione.it/corsi) e il pagamento al Centro Studi Erickson, il primo giorno di corso verranno spedite tramite posta elettronica una password e una username per l'accesso. Ogni corso ha una data di inizio e una data conclusiva, oltre la quale non sarà più possibile accedere ai materiali.

Costi e modalità di iscrizione

Il costo previsto per i corsi base è di € 160,00 + IVA 20% (€ 192,00), mentre per quelli avanzati è di € 180,00 + IVA 20% (€ 216,00). Il costo del corso «Tecnologie e strategie per compensare i DSA» è di € 195,84 + IVA 20% (€ 235,00) e comprende il lettore vocale ALFa READER.

Inviare la scheda d'iscrizione completa dei dati al Centro Studi Erickson, Via del Pioppeto 24, Fraz. Gardolo – 38121 Trento o tramite fax al numero 0461 956733, allegando la fotocopia della ricevuta di versamento.

Per informazioni:

Michela Mosca
Centro Studi Erickson
Via del Pioppeto 24
Fraz. Gardolo
38121 Trento
Tel. 0461 950747 – Fax 0461 956733
E-mail: formazione@erickson.it

Centro Studi Erickson

8° Convegno internazionale 2011
Rimini, 18-19-20 novembre

La Qualità dell'integrazione scolastica e sociale

Direzione scientifica
Andrea Canevaro
Dario Ianes

Rimini 18-19-20 novembre
Segna le date in agenda!

L'APPUNTAMENTO PIÙ IMPORTANTE PER CHI SI OCCUPA DI EDUCAZIONE IN ITALIA

www.erickson.it/qualitaintegrazionescolastica

Finito di stampare
nel mese di giugno 2011
da Esperia srl – Lavis (TN)
per conto delle Edizioni
Centro Studi Erickson S.p.A.
Gardolo (TN)