

TRENDS IN INTERNATIONAL MATHEMATICS AND SCIENCE STUDY

TIMSS



TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education, Boston College



Quadro di riferimento di TIMSS 2011

Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin, Graham J. Ruddock, Christine Y. O'Sullivan,
and Corinna Preuschoff



Unione Europea

COMPETENZE PER LO SVILUPPO (FSE)

FONDI
STRUTTURALI
EUROPEI

pon
2007-2013



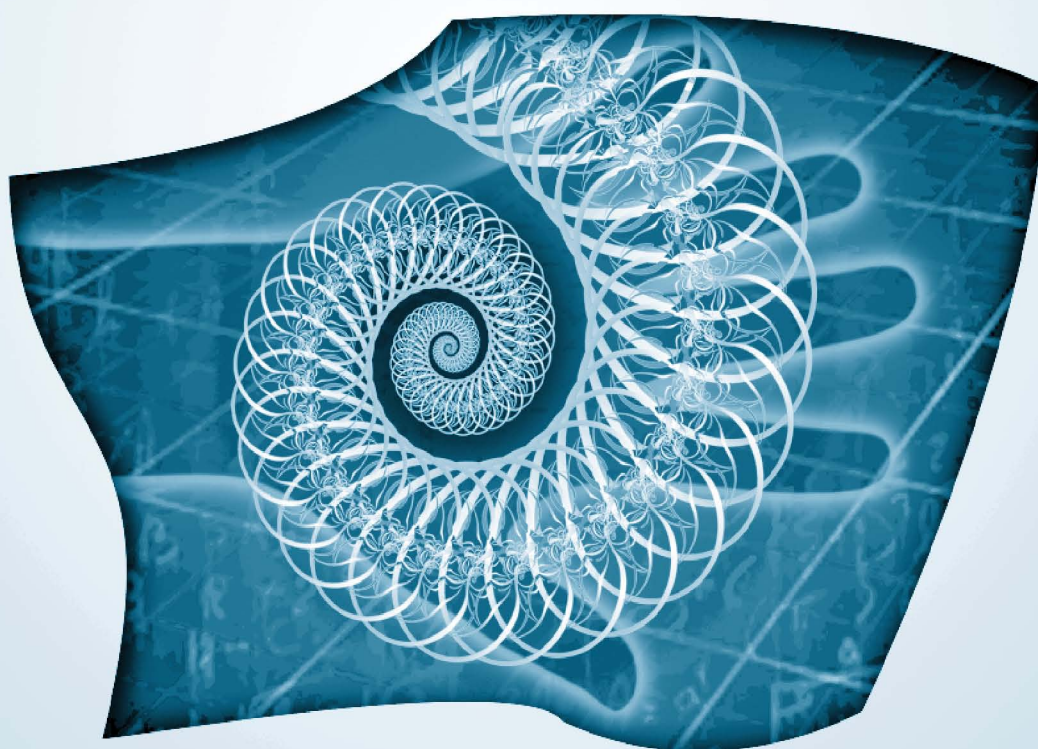
MIUR



ISTITUTO NAZIONALE PER LA
VALUTAZIONE DEL SISTEMA
EDUCATIVO DI ISTRUZIONE
E DI FORMAZIONE

Quadro di Riferimento di TIMSS 2011

Ina V.S. Mullis
Michael O. Martin
Graham J. Ruddock
Christine Y. O'Sullivan
Corinna Preuschoff



TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education, Boston College

Marzo 2012

Quadro di riferimento di TIMSS 2011

a cura di Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin, Graham J. Ruddock, Christine Y. O'Sullivan, and Corinna Preuschoff.

Titolo Originale dell'Opera:

TIMSS 2011 Assessment Frameworks

© 2009, International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), Amsterdam.

Tutti i diritti sono riservati.

Edizione italiana:

Quadro di riferimento di TIMSS 2011

La traduzione italiana è stata curata dall'Istituto per la Valutazione del Sistema Educativo di Istruzione e di Formazione (INVALSI), Frascati.

L'edizione italiana è stata realizzata nell'ambito degli interventi di formazione sulla valutazione dei processi di apprendimento previsti dall'Azione B3 dell'Asse I – Capitale Umano – Obiettivo B del PON “Competenze per lo sviluppo” Fondo Sociale Europeo 2007-2013.

Pubblicato per concessione della IEA, Amsterdam.

I diritti di riproduzione totale o parziale in antologie, citazioni o estratti di questa edizione italiana sono dell'INVALSI. Ogni richiesta di autorizzazione alla riproduzione di cui sopra va richiesta a:

INVALSI - Progetto IEA TIMSS
Villa Falconieri
Via Borromini, 5
00044 Frascati (RM)

Indice

Prefazione	1
Introduzione	5
Capitolo 1 Quadro di riferimento di matematica	17
Capitolo 2 Quadro di riferimento di scienze	47
Capitolo 3 Quadro di riferimento relativo ai contesti	91
Capitolo 4 Disegno di ricerca e impostazione metodologica	119
Bibliografia	137
Appendice A Ringraziamenti	147
Appendice B Esempi di quesiti di matematica	161
Appendice C Esempi di quesiti di scienze	175

Prefazione

Prefazione

TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) è un progetto di cooperazione internazionale che coinvolge più di 60 paesi in tutto il mondo. I paesi di TIMSS sono estremamente diversi fra loro in termini di sviluppo economico, posizione geografica e dimensione della popolazione. Tuttavia ognuno di essi condivide il desiderio di migliorare il livello d'istruzione in matematica e in scienze dei propri studenti, nonché la convinzione che comparare i sistemi educativi in termini di organizzazione, curricula e procedure didattiche, con le prestazioni degli studenti, possa essere un efficace strumento di analisi delle politiche pubbliche.

TIMSS 2011 è la quinta rilevazione in ordine di tempo. Dopo la prima compiuta nel 1995, TIMSS ha continuato a stilare rapporti quadriennali sul rendimento scolastico degli studenti in tutto il mondo al quarto e all'ottavo anno di scolarità. I paesi partecipanti ai cicli di rilevazione periodica di TIMSS (1995, 1999, 2003, 2007 e ora 2011) hanno accesso a informazioni senza precedenti per quanto riguarda i miglioramenti o i peggioramenti del rendimento dei propri studenti in matematica e scienze. Fattori cruciali per il successo di TIMSS si sono dimostrate l'esperienza dei paesi partecipanti nei campi del curriculum, della misurazione e dell'istruzione e la disponibilità a collaborare per migliorare la qualità dell'istruzione in matematica e in scienze.

TIMSS è un progetto dell'IEA (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*), un'associazione internazionale indipendente di enti nazionali di ricerca educativa e di enti governativi di ricerca che si occupano del miglioramento

dell'istruzione. L'obiettivo dell'IEA è fornire informazioni di alta qualità sui risultati del rendimento degli studenti e sui contesti educativi in cui gli stessi raggiungono tali risultati.

Un assunto fondamentale nella visione dell'IEA risiede nella consapevolezza che la diversità nelle filosofie, nei modelli e negli approcci educativi che caratterizzano i sistemi educativi a livello mondiale, costituisce un naturale laboratorio all'interno del quale ogni paese può imparare dall'esperienza dell'altro. Fondata nel 1959 allo scopo di condurre studi comparativi sulle politiche e sulle pratiche educative in tutto il mondo, l'IEA ha visto da allora aumentare il numero dei propri membri fino ad arrivare a più di 60. Il Segretariato dell'IEA ha sede ad Amsterdam, nei Paesi Bassi, mentre il *Data Processing and Research Center* (DPC) si trova ad Amburgo, in Germania. Gli studi dell'IEA hanno toccato una vasta gamma di argomenti e temi, ognuno dei quali ha contribuito a un'approfondita comprensione dei processi educativi sia all'interno dei singoli paesi che in un più ampio contesto internazionale.

Il Quadro di riferimento TIMSS 2011 fornisce un modello dell'operato dell'IEA relativamente alla rilevazione del rendimento in matematica e in scienze al quarto e all'ottavo anno di scolarità. Questo testo, basato sul quadro di riferimento utilizzato nel ciclo del 2007, è il prodotto di un intenso processo di collaborazione, che ha visto il coinvolgimento di numerosi individui e gruppi di esperti in tutto il mondo, in particolare i gruppi di esperti TIMSS per la matematica e per le scienze, i coordinatori nazionali dell'indagine (NRC, *National Research Coordinator*) di oltre 60 paesi partecipanti. Le continue riunioni, la collaborazione e un controllo sistematico operato dai paesi partecipanti a TIMSS, dal gruppo di ricerca per la matematica e le scienze e da altri esperti, garantiscono ulteriormente che tale documento rifletta i passi avanti fatti nel concepire indagini comparative su larga scala nel campo della matematica e delle scienze, rappresentando così gli interessi di molte persone e paesi in tutto il mondo.

L'indagine TIMSS è stata finanziata sia dal *National Center for Education Statistics dell'U.S. Department of Education* che dai paesi partecipanti, con il sostegno del Boston College e della *National Foundation for Educational Research (UK)*.

Il lavoro presentato in questo testo è frutto dell'impegno di numerosi individui e gruppi. La direzione e la leadership necessarie a TIMSS per completare un progetto tanto complesso e ambizioso sono fornite dal *TIMSS & PIRLS International Study Center* dell'IEA presso il Boston College. Lo staff coinvolto e i consulenti del centro, insieme al personale del consorzio di organizzazioni che operano per la realizzazione di TIMSS, compresi il *Data Processing and Research Center (DPC)* e il Segretariato dell'IEA, lo *Statistics Canada* e l'*Educational Testing Service*, hanno svolto un ruolo cruciale nello sviluppo del quadro di riferimento. Fondamentale è stato anche il lavoro degli esperti TIMSS per la matematica e le scienze, in particolar modo di Graham Ruddock, *TIMSS Mathematics Coordinator*, e di Christine O'Sullivan, *TIMSS Science Coordinator*. Si ricordano anche Corinna Preuschoff, Ebru Erberber e Gabrielle Stanco che hanno lavorato a stretto contatto con i coordinatori per la matematica e le scienze, dando apporti significativi alla realizzazione di questo volume. Tutto il personale del Boston College e in particolare i direttori esecutivi di TIMSS, Ina V.S. Mullis e Michael O.Martin hanno svolto un ruolo chiave nella preparazione del testo. A tutti vorrei esprimere i miei più sentiti ringraziamenti.

Hans Wagemaker

Executive Director, IEA

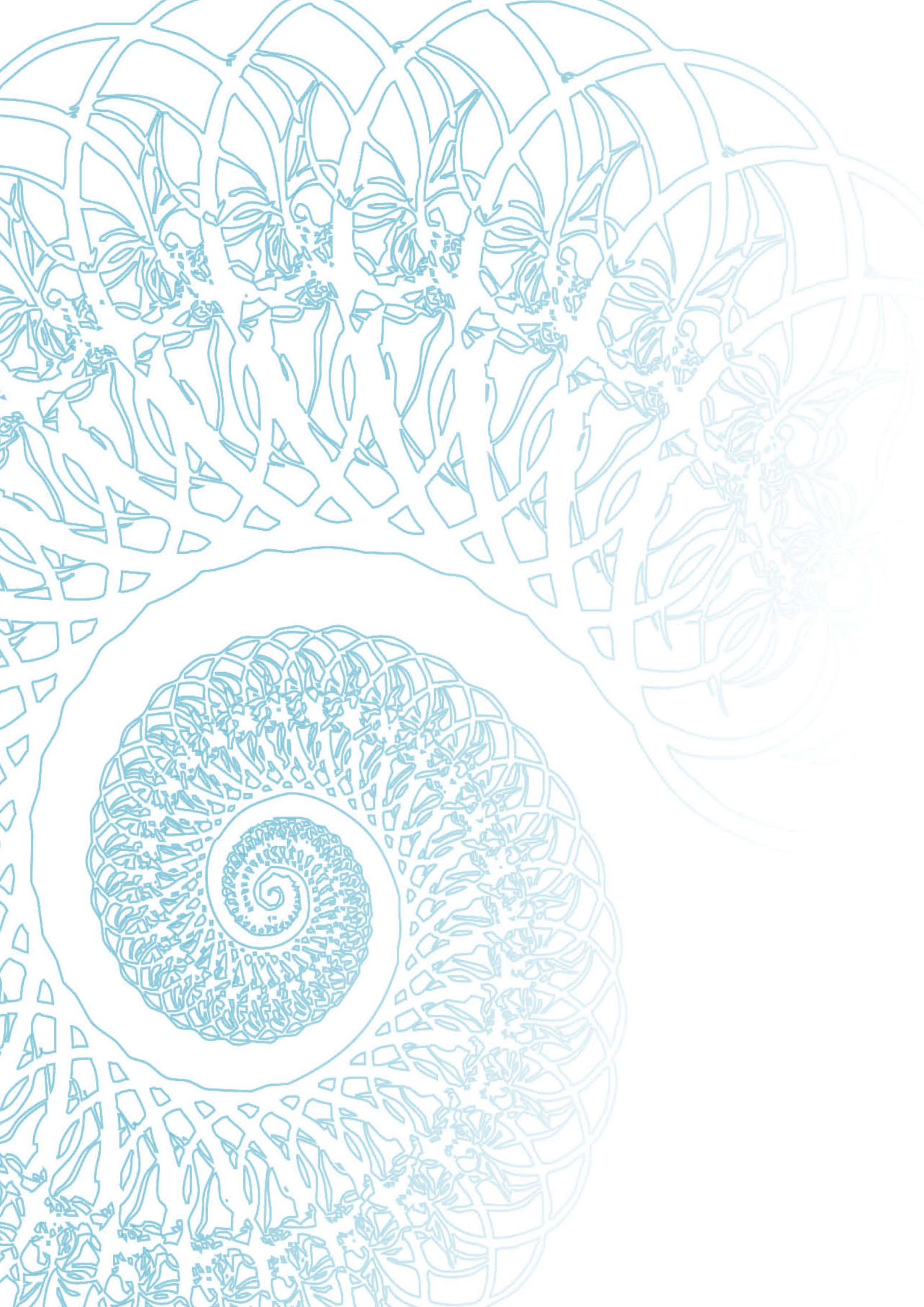
Questo volume è stato curato da Elisa Caponera, Letizia Giampietro, Carlo Tramontano, Emanuela Vinci.

L'editing è stato curato dal gruppo di lavoro del “Piano di informazione e formazione sull'indagine OCSE-PISA e altre ricerche nazionali e internazionali” coordinato da Elvira Pistoresi e composto da Savina Cellamare, Nicoletta Di Bello e Cristiano Zicchi.

Si ringraziano il prof. Bruno Losito per la revisione dell'introduzione e dei capitoli 3 e 4 e la dott.ssa Stefania Pozio per la revisione dei termini tecnici utilizzati nei capitoli 1 e 2.

Quadro di riferimento TIMSS 2011

Introduzione



Introduzione

Quadro di riferimento di TIMSS 2011

Caratteristiche del progetto TIMSS

Un obiettivo formativo fondamentale per ogni paese è quello di preparare gli studenti ad eccellere in matematica e scienze. Studiare matematica e scienze sin dai primi anni di scuola prepara gli studenti ad avere successo a scuola, nella vita di tutti i giorni e in ambito professionale. Essere cittadini attivi e consapevoli richiede, sempre più, familiarità con la matematica e con le scienze per poter prendere decisioni oculate in ambiti quali la salute personale e le proprie finanze, oltre che in settori della politica pubblica come l'economia e l'ambiente.

Data quindi l'importanza dell'apprendimento della matematica e delle scienze, il progetto *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) ha l'obiettivo di fornire ai paesi informazioni utili per migliorare l'insegnamento e l'apprendimento di queste materie. TIMSS, che viene svolto con regolarità ogni quattro anni, permette di conoscere il rendimento in matematica e scienze degli studenti del quarto e dell'ottavo anno di scolarità, che per l'Italia corrispondono al quarto anno della scuola primaria e al terzo anno della scuola secondaria di I grado¹. Oltre ai risultati delle prove di matematica e scienze, il progetto analizza anche informazioni relative al *background* degli studenti, alla disponibilità delle risorse della loro scuola, e alla qualità dei curricula e dell'insegnamento. TIMSS, quindi, offre ai vari paesi un'occasione unica per valutare i progressi in matematica e scienze, mettendo in relazione il rendimento degli studenti con i diversi contesti di insegnamento.

TIMSS è un progetto dell'*International Association for the*

¹ Nel testo, i termini inglesi "fourth grade" e "eighth grade" sono stati tradotti rispettivamente con "quarto anno di scolarità" e "ottavo anno di scolarità".

Evaluation of Educational Achievement (IEA), che è una associazione internazionale indipendente di enti nazionali di ricerca e di agenzie governative che dal 1959 conduce studi volti a valutare il rendimento scolastico degli studenti a livello internazionale. Nel 2009 l'IEA era costituita da 68 membri istituzionali. TIMSS è diretto dal *TIMSS & PIRLS International Study Center* istituito presso il Boston College e beneficia dell'esperienza congiunta di esperti provenienti da tutti i paesi partecipanti.

Analisi delle tendenze ("trends")

TIMSS 2011 è la più recente delle indagini cicliche di TIMSS, la cui prima rilevazione risale al 1995, con le successive nel 1999, 2003 e 2007. Per i paesi che partecipano all'indagine sin dal 1995 (tra cui l'Italia), TIMSS 2011 rappresenta la quinta rilevazione ed è quindi possibile analizzare l'andamento, nel corso degli anni, del rendimento degli studenti (analisi di trend). Fino al 2007 i dati sui trend hanno riguardato circa 60 paesi e ad ogni ciclo è aumentato il numero dei paesi coinvolti; a TIMSS 2011, infatti, hanno partecipato quasi 70 paesi. Per dare, inoltre, a ogni paese partecipante la possibilità di interpretare i risultati e per poter delineare i cambiamenti all'interno dei curricula scolastici e delle procedure didattiche, TIMSS chiede agli studenti, agli insegnanti e ai dirigenti di compilare questionari riguardanti i contesti all'interno dei quali gli studenti apprendono la matematica e le scienze. Raccoglie, inoltre, informazioni dettagliate sui curricula di queste materie nelle scuole di ogni paese. I risultati delle analisi dei trend non soltanto danno un quadro dinamico dei cambiamenti in atto nelle politiche e nelle pratiche educative, ma contribuiscono anche a mettere in luce nuovi aspetti potenzialmente utili per migliorarle.

I risultati della rilevazione di matematica e scienze di TIMSS 2007 sono pubblicati in due volumi: *TIMSS 2007 International Mathematics Report* (Martin, Mullis, & Foy, 2008) e *TIMSS 2007 International Science Report* (Martin, Mullis, & Foy, 2008). Le due pubblicazioni, oltre a descrivere il rendimento degli studenti al

quarto e all'ottavo anno di scolarità, presentano i risultati relativi alle analisi dei trend per ciascun paese e descrivono i contesti educativi nei quali si realizza l'insegnamento della matematica e delle scienze.

Nel corso degli anni i dati TIMSS hanno avuto un impatto importante sullo sviluppo dell'insegnamento della matematica e delle scienze in tutto il mondo e sulle riforme adottate dai paesi in questo ambito; come risultato hanno portato da una parte a una richiesta sempre maggiore di dati sull'andamento del rendimento scolastico per poter controllare gli eventuali sviluppi verificatisi, dall'altra a un bisogno di ulteriori e migliori informazioni relative alle politiche da adottare per poter poi indirizzare e valutare le iniziative future.

Il Quadro di riferimento di TIMSS 2011

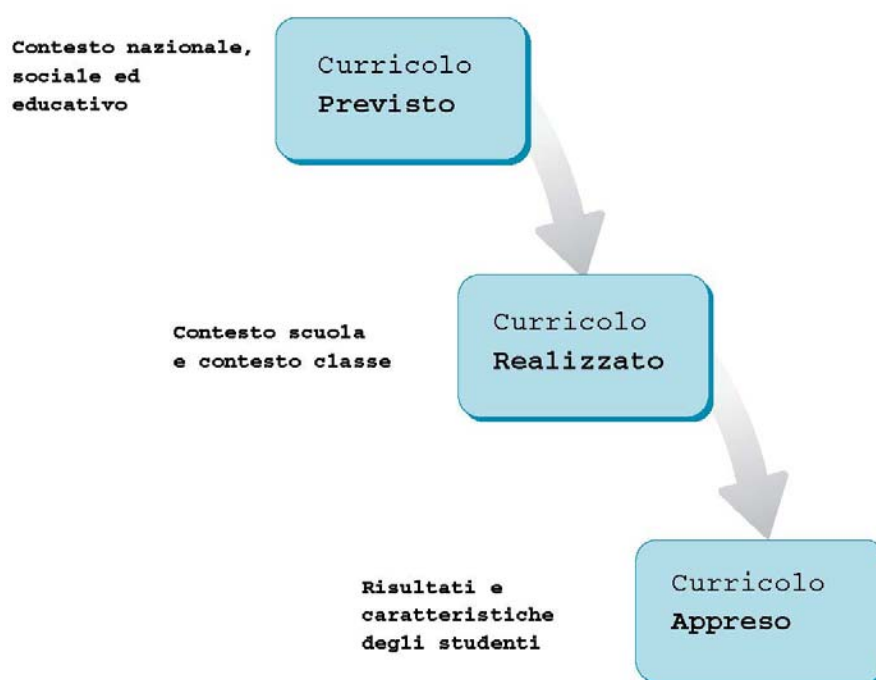
Questa pubblicazione, *Quadro di riferimento XI TIMSS 2011*, è organizzata in tre sezioni ed illustra l'impianto teorico che ha guidato la realizzazione del progetto. *Il Quadro di riferimento di matematica e il Quadro di riferimento di scienze* descrivono in dettaglio, rispettivamente nei capitoli 1 e 2, i principali domini cognitivi e di contenuto relativi alla matematica e alle scienze su cui sono stati valutati gli studenti del quarto e dell'ottavo anno di scolarità. I domini cognitivi, che descrivono i processi cognitivi che gli studenti dovrebbero utilizzare per rispondere alle domande dell'indagine, sono gli stessi per entrambe le materie e sono paralleli nelle due classi prese in esame. I domini di contenuto (algebra, geometria, ecc. per la matematica; biologia, chimica, ecc. per le scienze) e le aree tematiche variano invece in funzione della classe e sono descritti separatamente per il quarto e l'ottavo anno di scolarità. *Il Quadro di riferimento relativo ai contesti*, contenuto nel capitolo 3, descrive le variabili di *background* degli studenti, potenzialmente associate all'apprendimento della matematica e delle scienze, rilevate attraverso l'uso dei questionari. Infine, il capitolo 4, *Disegno della ricerca e impostazione metodologica*, fornisce un quadro generale del progetto, incluse le informazioni relative alla metodologia utilizzata per lo

sviluppo degli strumenti di rilevazione.

Il modello di indagine

Basandosi sui precedenti studi dell'IEA sul rendimento scolastico in matematica e scienze, TIMSS utilizza il "curricolo", nel senso più ampio del termine, come principale concetto organizzatore per comprendere le strategie didattiche utilizzate e individuare i fattori che possono influenzarne l'efficacia. Nell'indagine vengono utilizzate tre distinte nozioni di curricolo: curricolo previsto, curricolo realizzato e curricolo appreso² (Fig. 1).

Figura 1 : Il modello di curricolo di TIMSS



Per "curricolo previsto" si intende il piano di studi stabilito a livello nazionale o di sistema, che riflette ciò che la società crede debba essere l'insegnamento della matematica e delle scienze per i suoi studenti e come debba essere organizzato il sistema d'istruzione per facilitare tale insegnamento; per "curricolo realizzato" si intende quello che è effettivamente insegnato nelle classi, tenendo anche in considerazione le

² Nel testo, i termini inglesi "intended curriculum", "implemented curriculum" e "achieved curriculum" sono stati tradotti rispettivamente con "curricolo previsto", "curricolo realizzato" e "curricolo appreso".

strategie didattiche effettivamente utilizzate e le caratteristiche dei docenti che insegnano la materia; infine con l'espressione "curricolo appreso" ci si riferisce a quello che gli studenti hanno imparato e a che cosa pensano di queste materie.

Partendo da questo modello, TIMSS utilizza le prove per rilevare i livelli di rendimento degli studenti nei vari paesi (curricolo appreso) in matematica e scienze; tramite i questionari, TIMSS raccoglie informazioni dettagliate sulle opportunità di apprendimento offerte agli studenti (curricolo realizzato). Per mezzo dell'*Encyclopedia* e del questionario sui curricula³, TIMSS mette a disposizione informazioni sul livello di preparazione degli studenti in matematica e scienze stabilito e atteso a livello centrale in ciascun paese (curricolo previsto). Ad esempio l'*Encyclopedia TIMSS 2007* (Mullis, Martin, Olson, Berger, Milne, & Stanco, 2008) descrive il contesto nazionale dei paesi che hanno partecipato a TIMSS 2007 relativamente all'insegnamento della matematica e delle scienze, e ai rispettivi curricula. Le informazioni di tipo più qualitativo racchiuse nell'*Encyclopedia TIMSS 2007* integrano le informazioni presentate nel *TIMSS 2007 International Mathematics Report* e nel *TIMSS 2007 International Science Report*. I rapporti internazionali forniscono informazioni derivate dai questionari riguardanti gli argomenti che sono stati effettivamente trattati e quanto dettagliatamente ("curricolo realizzato") e gli sforzi tesi ad aiutare gli alunni ad apprendere tale programma. Riportano, ad esempio, le autovalutazioni dei docenti riguardo la propria preparazione, le proprie esperienze e atteggiamenti; le informazioni sui contenuti di matematica e scienze effettivamente insegnati agli studenti che partecipano a TIMSS; gli approcci didattici utilizzati nell'insegnamento della matematica e delle scienze e infine le risorse disponibili all'interno delle classi e delle scuole per facilitare l'insegnamento e l'apprendimento delle due materie.

³ Il questionario raccoglie informazioni sull'organizzazione dei curricula di matematica e di scienze di ogni paese e sui relativi contenuti che dovrebbero essere insegnati nelle classi corrispondenti al quarto e all'ottavo anno di scolarità.

Il processo di sviluppo del Quadro di riferimento TIMSS 2011

Il presente volume rappresenta un aggiornamento del *TIMSS 2007 Assessment Frameworks* (Mullis, Martin, Ruddock, O'Sullivan, Arora, & Erberber, 2005).

L'aggiornamento a scadenze regolari del quadro di riferimento offre ai paesi partecipanti un'opportunità di revisionarlo e di fornire informazioni sui diversi contesti in cui avviene l'apprendimento, aumentando la coerenza tra le diverse rilevazioni e consentendo uno sviluppo graduale del quadro di riferimento stesso, degli strumenti e delle procedure.

Per quanto riguarda TIMSS 2011 il Quadro di riferimento è stato discusso dai rappresentanti dei paesi in occasione del loro primo incontro. Ogni paese individua un Coordinatore nazionale dell'indagine (*National Research Coordinator, NRC*) che collabora con lo staff del progetto internazionale per garantire che lo studio risponda adeguatamente alle esigenze nazionali. Gli NRC hanno il compito di realizzare l'indagine nei propri paesi seguendo i metodi e le procedure stabilite a livello internazionale. Gli NRC hanno risposto a vari questionari, avvalendosi della collaborazione di esperti del proprio paese, al fine di aggiornare e migliorare i domini di contenuto e cognitivi utilizzati in TIMSS. Tramite l'uso di questi questionari si è tentato di raccogliere i vari punti di vista dei paesi partecipanti riguardo all'opportunità di aggiungere o eliminare alcuni contenuti oggetto della rilevazione.

Il Quadro di riferimento, rivisto sulla base delle indicazioni presentate da ogni paese, è stato riesaminato in dettaglio dal gruppo di esperti di matematica e scienze (*TIMSS Science and Mathematics Item Review Committee, SMIRC*). Attraverso un processo iterativo, il Quadro di riferimento, una volta passato in esame dallo SMIRC, è stato successivamente revisionato dagli NRC per poter infine essere aggiornato prima della pubblicazione. Data l'importanza fondamentale di mantenere una continuità in un studio che ha lo scopo di monitorare le tendenze nei sistemi educativi nel corso del

tempo, questa versione del Quadro di riferimento ha moltissimi punti in comune con il Quadro di riferimento TIMSS 2007, ciononostante sono state apportate alcune rilevanti revisioni.

Nelle discussioni sull'aggiornamento del Quadro di riferimento tenute dagli NRC e dallo SMIRC, oltre che dai gruppi tecnici e di gestione dell'IEA e di TIMSS, è stato posto l'accento su come migliorare la qualità di diversi aspetti del progetto e su come rendere più utili i risultati per i paesi partecipanti. In particolare, l'attenzione è stata rivolta ad individuare contenuti appropriati per gli studenti ed importanti per il loro futuro, ad assicurare un tempo adeguato per poter rispondere ai quesiti, ad aumentare la flessibilità delle procedure e a rendere ottimale la presentazione dei risultati relativamente ai diversi domini di contenuto e cognitivi.

TIMSS e PIRLS nel 2011

Dal momento che TIMSS studia l'efficacia dei programmi di studio e di insegnamento in relazione ai risultati degli studenti, è importante che le rilevazioni in matematica e in scienze siano riferite agli stessi livelli di scolarità nei diversi paesi. Per ottenere confronti equi, infatti, gli studenti devono aver avuto l'opportunità di apprendere la matematica e le scienze per un numero equivalente di anni di scuola.

I dati TIMSS si integrano con quelli dell'indagine PIRLS (*Progress in International Reading Literacy Study*) dell'IEA, condotta sugli alunni del quarto anno di scolarità. Partecipando alle indagini TIMSS e PIRLS, i paesi possono ottenere informazioni, con cadenza regolare, sulla qualità della competenza di lettura dei propri studenti e sulle loro conoscenze e abilità in matematica e scienze. La rilevazione del 2011 rappresenta un'occasione unica per condurre valutazioni nel corso del quarto anno di scolarità su scala internazionale, poiché il ciclo quadriennale di studi TIMSS si allinea perfettamente con il ciclo quinquennale di studi del PIRLS, consentendo così di avere contemporaneamente una rilevazione relativa al rendimento in matematica, in scienze e in lettura per gli

alunni del quarto anno di scolarità.

Questo consentirà ai vari paesi di tracciare a livello internazionale i profili dei punti di forza dei loro studenti in questi tre campi d'indagine. Nelle rilevazioni sono, inoltre, raccolte informazioni relative ai contesti per migliorare l'apprendimento e l'insegnamento in queste tre materie basilari. PIRLS 2011 (la terza indagine valutativa che segue le precedenti due del 2001 e del 2006) ha inoltre distribuito ai genitori (o a chi ne fa le veci) un questionario per rilevare delle informazioni sulle esperienze di lettura, matematica e scienze negli anni precedenti l'ingresso a scuola dei loro figli e sulle caratteristiche dell'ambiente familiare. Sarà quindi possibile, per la prima volta, mettere in relazione il rendimento nelle prove di matematica e di scienze di TIMSS con le risposte fornite dai genitori degli studenti.

Qual è il valore di TIMSS?

TIMSS dà accesso a informazioni preziose per i paesi che in questo modo posso monitorare e stimare l'efficacia dell'insegnamento della matematica e delle scienze nel corso del tempo e per i diversi anni di scolarità. Per ulteriori informazioni è possibile visitare il sito internazionale <http://timssandpirls.bc.edu> o il sito nazionale <http://www.invalsi.it/invalsi/ric.php?page=timss2011>.

Grazie alla partecipazione all'indagine TIMSS i paesi possono:

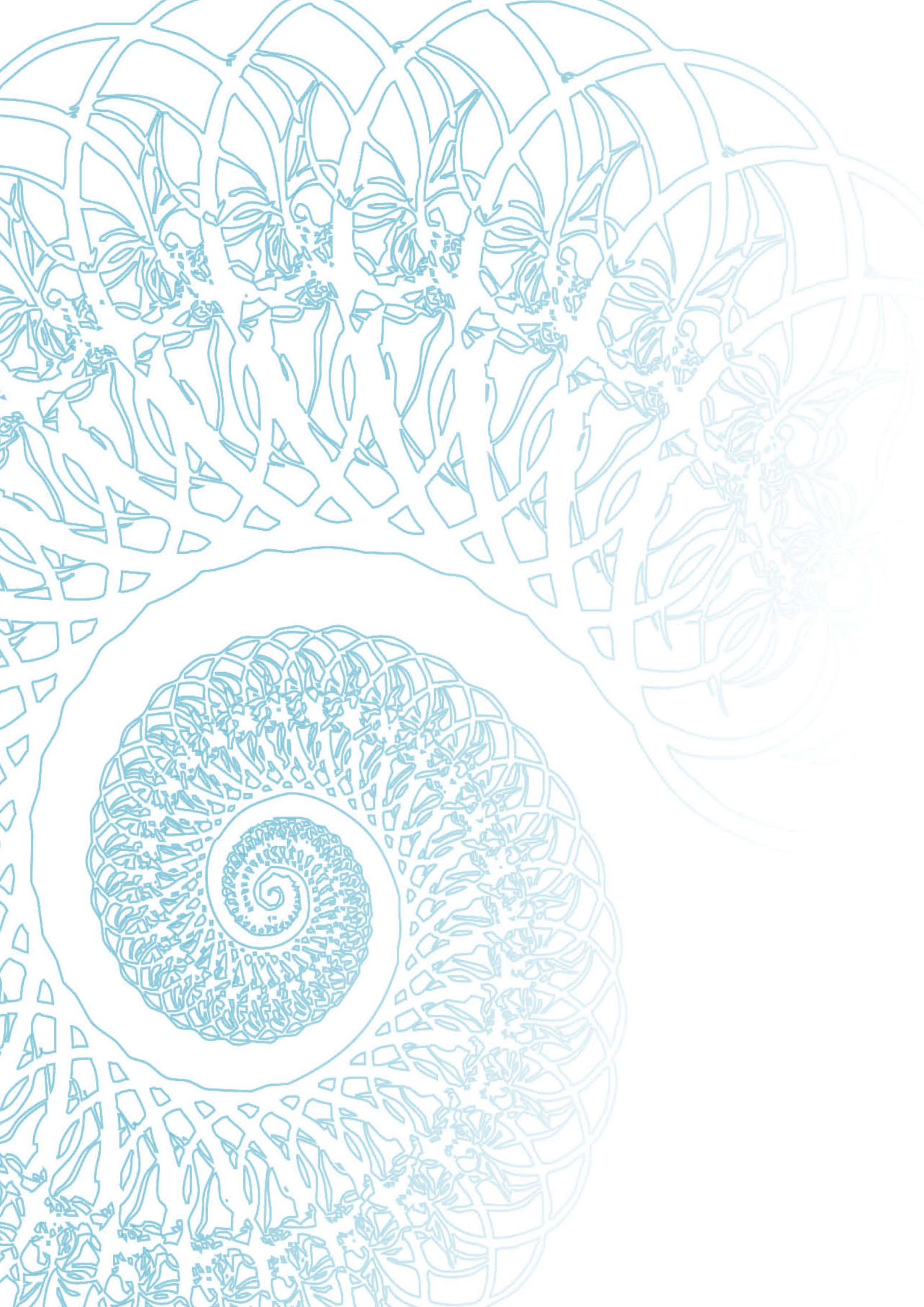
- disporre di dati completi e comparabili a livello internazionale riguardanti i concetti e i processi che gli studenti hanno acquisito in matematica e in scienze alla fine del quarto e dell'ottavo anno di scolarità, nonché sui loro atteggiamenti e le loro opinioni verso queste materie;
- valutare i progressi fatti nel corso del tempo in matematica e in scienze dagli alunni del quarto e ottavo anno di scolarità;
- identificare i miglioramenti nelle conoscenze e nelle capacità in matematica e in scienze negli anni che vanno dal quarto all'ottavo anno di scolarità;

- monitorare la reale efficacia dell'insegnamento e dell'apprendimento al quarto anno di scolarità, comparandolo poi con l'ottavo anno di scolarità, poiché la coorte di alunni che nel ciclo precedente ha frequentato il quarto anno di scolarità viene esaminata nel ciclo successivo in quanto coorte di alunni dell'ottavo anno di scolarità;
- individuare le caratteristiche di contesto che favoriscono l'apprendimento degli studenti. TIMSS permette confronti internazionali su variabili chiave nelle politiche relative al curriculum, all'istruzione e alle risorse che producono livelli più elevati di rendimento degli studenti;
- utilizzare TIMSS per trattare questioni di politica interna. Nei singoli paesi, ad esempio, TIMSS offre l'opportunità di esaminare il rendimento di sottogruppi della popolazione e affrontare problemi di equità. A tal fine, risulta particolarmente utile, per i paesi partecipanti, aggiungere domande di rilevanza nazionale (opzioni nazionali) nella raccolta dati.

Quadro di riferimento di matematica

Capitolo

1



Capitolo 1

Quadro di riferimento di matematica

Panoramica

Gli studenti dovrebbero essere guidati nel riconoscere la matematica come una delle più grandi conquiste dell'umanità e ad apprezzarne la natura, anche se l'apprendimento della matematica per interesse personale non è probabilmente la ragione più convincente per includere questa disciplina, a livello universale, nei programmi scolastici. Una delle ragioni principali è rappresentata dalla crescente consapevolezza che per essere cittadini attivi e per avere successo nella vita lavorativa, sono richieste, in misura notevole, la conoscenza della matematica e, ancora più importante, la capacità di utilizzarla. Con il progresso della tecnologia e con i moderni metodi gestionali è aumentato il numero di professioni che richiedono un elevato livello di competenza in matematica o la capacità di pensare in modo matematico.

Il Quadro di riferimento di matematica, contenuto in questo capitolo, è molto simile a quello utilizzato per il TIMSS 2007, con la sola differenza che ci sono alcuni aggiornamenti riguardo argomenti specifici. Gli aggiornamenti¹ sono stati fatti sulla base delle informazioni dell'*Encyclopedia TIMSS 2007 e TIMSS 2007 International Mathematics Report*, come anche delle raccomandazioni fatte nel corso delle revisioni condotte dagli esperti in matematica e dai paesi partecipanti al TIMSS 2011.

Per ogni livello di scolarità, il Quadro di riferimento di matematica è articolato in due dimensioni: una dimensione di

¹ Durante le revisioni si è cercato di riflettere sui risultati delle attuali ricerche sull'insegnamento e la valutazione in matematica come quella riportata in *The Final Report of the National Mathematics Advisory Panel* pubblicato nel 2008 dal U.S. Department of Education, includendo anche il *Curriculum Focal Points for Prekindergarten through Grade 8 Mathematics* (NCTM, 2006) e ampliando il lavoro pubblicato in *The Principles and Standards for School Mathematics* (NCTM, 2000).

contenuto in cui si specificano i domini o gli argomenti valutati in matematica (ad es. numero, algebra, geometria, dati e probabilità per l'ottavo anno di scolarità) e una dimensione cognitiva in cui vengono presentati i domini cognitivi o i processi di pensiero (conoscenza, applicazione e ragionamento). I domini cognitivi descrivono una gamma di processi cognitivi che ci si aspetta gli studenti mettano in atto ogni qualvolta essi lavorino con la matematica.

La tabella 1 mostra la percentuale di quesiti dedicati a ciascun dominio di contenuto e a ciascun dominio cognitivo per il quarto e l'ottavo anno di scolarità.

Tabella 1: Percentuale di quesiti relativi a ciascun dominio di contenuto e a ciascun dominio cognitivo per il quarto e l'ottavo anno di scolarità

Quarto Anno di Scolarità		
Domini di Contenuto	Percentuale	
Numeri	50%	
Figure geometriche e Misure	35%	
Rappresentazione dei dati	15%	
Ottavo Anno di Scolarità		
Domini di Contenuto	Percentuale	
Numeri	30%	
Algebra	30%	
Geometria	20%	
Dati e Probabilità	20%	
Domini Cognitivi	Percentuale	
	Quarto Anno	Ottavo Anno
Conoscenza	40%	35%
Applicazione	40%	40%
Ragionamento	20%	25%

I domini di contenuto e i domini cognitivi costituiscono il fondamento della rilevazione TIMSS 2011. I domini di contenuto sono diversi per il quarto e l'ottavo anno di scolarità, poiché riflettono le caratteristiche e le difficoltà della materia insegnata in ciascun livello. Per il quarto anno di scolarità viene data un'enfasi maggiore al numero; per l'ottavo anno, due dei quattro domini di contenuto sono algebra e geometria; dal momento che l'algebra e la geometria generalmente non sono insegnate come materie distinte nella scuola primaria, i concetti introduttivi all'algebra analizzati al quarto anno fanno parte del dominio di numero, mentre il dominio di geometria si focalizza sulle figure geometriche e sulle misure. Per il quarto anno di scolarità il dominio relativo ai dati riguarda la lettura e la rappresentazione dei dati, mentre all'ottavo anno si enfatizzano maggiormente l'interpretazione dei dati e i principi fondamentali della probabilità.

I domini cognitivi sono gli stessi per entrambe le classi e comprendono una serie di processi cognitivi utilizzati solitamente per lo studio della matematica e la risoluzione dei problemi negli anni della scuola primaria e nei primi anni della scuola secondaria di 1° grado.

Nelle sezioni seguenti vengono illustrati dettagliatamente i domini di contenuto e i domini cognitivi per la valutazione della matematica. Vengono presentati prima i domini di contenuto per il quarto anno di scolarità e successivamente quelli per l'ottavo anno. Ciascun dominio di contenuto ha diverse aree tematiche (ad es. il dominio numero all'ottavo anno è ulteriormente suddiviso in: numeri naturali, frazioni e decimali, numeri interi, rapporti, proporzioni e percentuali). Ciascuna area tematica viene presentata come un elenco di obiettivi perseguiti in molti paesi partecipanti per il quarto e l'ottavo anno di scolarità. I domini cognitivi, applicabili ad entrambe le classi sono analizzati in seguito. Nell'Appendice B sono riportati alcuni esempi di quesiti e compiti di matematica.

Domini di contenuto di matematica - quarto anno di scolarità

La tabella 2 presenta i domini di contenuto per il quarto anno di scolarità e la percentuale di quesiti dedicati a ciascun dominio.

Tabella 2: Percentuale di quesiti relativi a ciascun dominio di contenuto per il quarto anno di scolarità

Domini di Contenuto - Quarto Anno	Percentuale
Numero	50%
Figure Geometriche e Misure	35%
Visualizzazione dei Dati	15%

I domini di contenuto definiscono gli argomenti di matematica di TMSS 2011 per il quarto anno di scolarità. Ciascun dominio di contenuto comprende diverse aree tematiche; ciascuna area tematica presenta un elenco di obiettivi perseguiti nei curricoli di matematica nella maggioranza dei paesi partecipanti. Questi obiettivi sono indicati come conoscenze e abilità attese per gli studenti del quarto anno di scolarità.

Numero

Il dominio di contenuto numero per il quarto anno include la comprensione del valore posizionale, i diversi modi di rappresentare i numeri e le relazioni tra i numeri. A questo livello scolastico gli studenti dovrebbero aver sviluppato il senso del numero e la fluidità nel calcolo, dovrebbero capire i significati delle operazioni e le rispettive relazioni, essere in grado di usare i numeri e le operazioni (addizione, sottrazione, moltiplicazione, divisione) per risolvere i problemi. Dovrebbero anche avere una certa familiarità con una gamma di sequenze numeriche, riuscire a scoprire le relazioni fra i numeri che si trovano all'interno della sequenza o che sono utilizzati per generarla.

Il dominio di contenuto numero comprende le conoscenze e le

abilità correlate a quattro aree tematiche:

- numeri naturali;
- frazioni e decimali;
- espressioni numeriche con numeri naturali;
- sequenze e relazioni.

Lavorare con i numeri naturali è il fondamento della matematica nella scuola primaria, dal momento che i numeri naturali rappresentano il modo più facile per introdurre le operazioni con i numeri, basilari per il successivo sviluppo dei concetti matematici. Il Quadro di riferimento TIMSS 2011 riflette questo concetto. La maggior parte dei bambini impara a contare presto ed è in grado di risolvere semplici problemi di addizione, sottrazione, moltiplicazione e divisione durante i primi cinque anni di scuola. Gli studenti al quarto anno di scolarità dovrebbero essere in grado di eseguire calcoli con numeri naturali di grandezza ragionevole, stimare somme, differenze, prodotti e quozienti e utilizzare calcoli per risolvere problemi.

Inoltre gli studenti dovrebbero essere in grado di utilizzare la loro conoscenza dei numeri per capire le relazioni tra le unità di misura e per passare da un'unità all'altra. Tali relazioni dovrebbero comprendere i multipli di 10 compresi nel sistema metrico di misura e altri sistemi familiari, come le relazioni tra i secondi, i minuti, le ore e i giorni.

I concetti e le abilità pre-algebriche sono inclusi in TIMSS per il quarto anno di scolarità. Il focus si concentra sul tipo di conoscenze che serviranno, in seguito, a sviluppare il ragionamento algebrico in modo più formale. Sono incluse le conoscenze correlate con semplici equazioni - sotto forma di espressioni numeriche - e con le sequenze numeriche.

Gli studenti dovrebbero essere capaci di esercitarsi con le espressioni numeriche ed individuare i termini mancanti all'interno delle espressioni, lavorare per scoprire un valore sconosciuto e

utilizzare le espressioni numeriche per modellizzare situazioni semplici che includono una delle quattro operazioni. Dovrebbero esaminare sequenze di numeri per scoprire le relazioni che li legano e per individuare e utilizzare le regole che le hanno generate.

Per le frazioni comuni e le frazioni decimali, si prende in considerazione la rappresentazione delle frazioni e la comprensione delle quantità rappresentate dai simboli. Nelle classi al quarto anno di scolarità gli studenti dovrebbero saper mettere a confronto frazioni di uso comune e decimali.

Numero: numeri naturali

1. Dimostrare la conoscenza del valore posizionale, riconoscere e scrivere numeri in forma estesa e rappresentare i numeri naturali usando parole, diagrammi o simboli.
2. Confrontare e ordinare i numeri naturali.
3. Eseguire calcoli con i numeri naturali (+, -, ×, :) e fare una stima di tali calcoli mediante approssimazione dei numeri interessati.
4. Riconoscere multipli e divisori di numeri.
5. Risolvere problemi inclusi quelli che hanno a che fare con i contesti della vita reale e quelli che riguardano misure, soldi e semplici proporzioni.

Numero: frazioni e decimali

1. Dimostrare di aver capito le frazioni riconoscendo le frazioni come parti di un'unità, parti di un insieme, posizioni sulla retta dei numeri e rappresentando le frazioni tramite parole, numeri o modelli.
2. Identificare semplici frazioni equivalenti; confrontare e ordinare semplici frazioni.
3. Sommare e sottrarre semplici frazioni.

4. Dimostrare la conoscenza del valore posizionale dei decimali e rappresentare i decimali usando parole, numeri o modelli.
5. Sommare e sottrarre decimali.
6. Risolvere i problemi con semplici frazioni con i decimali.

Nota: I quesiti di quarto anno sulle frazioni possono avere come denominatori 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 100.
I quesiti di quarto anno sui decimali comprendono i decimi e/o i centesimi.

Numero: espressioni numeriche con numeri naturali

1. Trovare il numero o l'operazione mancante in un'espressione numerica (es. $17 + \blacksquare = 29$).
2. Modellizzare semplici situazioni contenenti incognite con espressioni numeriche.

Numero: sequenze e relazioni

1. Estendere o trovare i termini mancanti all'interno di sequenze ben definite, descrivere le relazioni fra termini adiacenti in una sequenza e fra il numero indicante il termine nella sequenza ed il termine stesso.
2. Scrivere o scegliere la regola di una relazione, deducendola da alcune coppie di numeri naturali che soddisfano la relazione, e generare coppie di numeri naturali che seguono una determinata regola (ad es. moltiplicare il primo numero per 3 e aggiungere 2 per ottenere il secondo numero).

Figure geometriche e misure

Il dominio figure geometriche e misure comprende i concetti relativi alle proprietà delle figure geometriche, ad esempio la lunghezza dei lati, le dimensioni degli angoli, le aree e i volumi. Gli studenti dovrebbero essere in grado di identificare e analizzare le proprietà e le caratteristiche di rette, angoli e di un certo numero di figure geometriche, compresi i solidi e le figure piane, e di fornire

spiegazioni basate su relazioni geometriche. Questo dominio include la comprensione di sistemi di coordinate non formali e l'impiego di abilità di visualizzazione spaziale per mettere in relazione una rappresentazione bi- e tri-dimensionale della stessa figura.

Le aree tematiche sono due:

- punti, rette e angoli;
- figure bi- e tri- dimensionali.

Il senso dello spazio è parte integrante dello studio della geometria e della valutazione in tale dominio. Agli studenti di quarto anno di scolarità viene richiesto di descrivere, raffigurare e disegnare un certo numero di figure geometriche, inclusi angoli, rette, triangoli, quadrilateri e altri poligoni. Gli studenti dovrebbero essere in grado di comporre e scomporre figure geometriche semplici e composte, dovrebbero essere in grado di riconoscere assi di simmetria, disegnare figure simmetriche e descrivere rotazioni.

Nelle classi di quarto anno, le competenze che gli studenti dovrebbero avere acquisito includono l'uso di strumenti per misurare le caratteristiche fisiche, come la lunghezza, l'area, il volume e gli angoli. La conoscenza di quali unità di misura utilizzare in particolari contesti dovrebbe mettere in evidenza le loro abilità di misurazione. Inoltre gli studenti dovrebbero essere in grado di utilizzare approssimazioni, stime, e semplici formule per calcolare aree e perimetri di quadrati e rettangoli.

Figure geometriche e misure: punti, rette e angoli

1. Misurare e stimare lunghezze.
2. Identificare e disegnare rette parallele e perpendicolari.
3. Paragonare angoli in base alle dimensioni e disegnare angoli (ad es. angoli retti, angoli maggiori o minori dell'angolo retto).
4. Usare sistemi informali di coordinate per trovare i punti su un piano.

Figure geometriche e misure: figure bi- e tridimensionali

1. Identificare, classificare e comparare le figure geometriche comuni (ad es. classificare e comparare in base alla forma, alle dimensioni o alle proprietà).
2. Ricordare, descrivere e utilizzare proprietà elementari di figure geometriche fra cui la simmetria assiale e la rotazione.
3. Riconoscere le relazioni fra le figure tri-dimensionali e le loro rappresentazioni bi-dimensionali.
4. Calcolare le aree e i perimetri di quadrati e di rettangoli, determinare e stimare le aree e i volumi di figure geometriche (ad es. coprendole con una data forma o riempiendole con dei cubi).

Visualizzazione dei dati

Il dominio di contenuto visualizzazione dati comprende la lettura e l'interpretazione di rappresentazioni di dati. Include anche la comprensione di come si organizzano i dati raccolti e come si rappresentano con grafici e tabelle, conoscenze queste utili per rispondere alle domande originate dai dati raccolti. Gli studenti dovrebbero essere in grado di confrontare le caratteristiche dei dati e trarre conclusioni basandosi sulla loro rappresentazione.

Il dominio di contenuto dati comprende le seguenti aree tematiche:

- lettura e interpretazione;
- organizzazione e rappresentazione.

Al quarto anno di scolarità gli studenti dovrebbero essere in grado di leggere diverse rappresentazione dei dati. Inoltre dovrebbero saper elaborare semplici progetti di raccolta dati oppure lavorare con i dati raccolti da altri. Dovrebbero sviluppare abilità di rappresentazione dei dati ed essere in grado di riconoscere un certo numero di forme di rappresentazione.

Visualizzazione dei dati: lettura e interpretazione

1. Leggere scale di misura e dati da tabelle, ideogrammi, istogrammi e aerogrammi.
2. Confrontare le informazioni ricavate da insiemi di dati correlati (ad es. partendo da dati o rappresentazioni di dati sul gusto preferito di gelato suddiviso in quattro o più categorie, identificare la “categoria cioccolato” come il gusto più popolare).
3. Utilizzare le informazioni ricavate dalle rappresentazioni di dati per rispondere a domande che vanno oltre la lettura diretta (ad es. combinare dati, eseguire calcoli basati sui dati, fare deduzioni e trarre conclusioni).

Visualizzazione dei dati: organizzazione e rappresentazione

1. Confrontare e correlare diverse rappresentazioni degli stessi dati.
2. Organizzare e rappresentare dati mediante tabelle, ideogrammi e istogrammi.

Domini di contenuto di matematica - ottavo anno di scolarità

La tabella 3 presenta i domini di contenuto descritti nel Quadro di riferimento di matematica per l'ottavo anno di scolarità e la percentuale di quesiti dedicati a ciascun dominio.

Tabella n. 3: Percentuale di quesiti relativi a ciascun dominio di contenuto per l'ottavo anno di scolarità

Domini di Contenuto - Ottavo Anno	Percentuale
Numero	30%
Algebra	30%
Geometria	20%
Dati e Probabilità	20%

I domini di contenuto definiscono gli argomenti di matematica rilevati in TIMSS 2011 per l'ottavo anno di scolarità. Ciascun dominio di contenuto ha diverse aree tematiche, che riportano un elenco di obiettivi perseguiti dai programmi di matematica nella maggioranza dei paesi partecipanti. Gli obiettivi specifici sono indicati come le conoscenze e le abilità che gli studenti dovrebbero possedere. Talvolta la formulazione degli obiettivi è simile, se non identica, per il quarto e l'ottavo anno di scolarità. In questi casi, la progressione nell'apprendimento fra le due classi è stabilita dalla difficoltà dei quesiti. Le sezioni seguenti descrivono ciascuno dei domini di contenuto di matematica per l'ottavo anno di scolarità.

Numero

Il dominio di contenuto numero riguarda la comprensione dei numeri, i diversi modi di rappresentare i numeri, le relazioni tra i numeri e i sistemi di numerazione. Gli studenti dell'ottavo anno di scolarità dovrebbero aver sviluppato il senso del numero ed avere

fluidità nei calcoli, capire il significato delle operazioni e delle rispettive relazioni ed essere in grado di usare numeri e operazioni per risolvere problemi.

Il dominio di contenuto numero consta delle conoscenze e delle abilità relative a:

- numeri naturali;
- frazioni e decimali;
- numeri interi;
- rapporto, proporzione e percentuale.

Per quanto riguarda i calcoli si prendono in considerazione le frazioni e i numeri decimali piuttosto che i numeri naturali. Per le frazioni e i numeri decimali l'attenzione è poi focalizzata sulla rappresentazione e conversione tra forme, sulla comprensione delle quantità rappresentate dai simboli, sul calcolo e sulla soluzione dei problemi. All'ottavo anno di scolarità gli studenti dovrebbero essere in grado di operare in modo disinvolto con le frazioni equivalenti, i decimali e le percentuali utilizzando un certo numero di strategie.

Gli studenti dovrebbero aver esteso la loro comprensione matematica dai numeri naturali a quelli interi, inclusi i concetti di ordine e grandezza e le operazioni con i numeri interi. Gli studenti, inoltre, dovrebbero essere in grado di lavorare con percentuali e proporzioni e utilizzare il ragionamento proporzionale per risolvere i problemi.

Agli studenti viene richiesto di risolvere problemi di routine e non, problemi che fanno riferimento a contesti della vita di tutti i giorni e problemi in cui la matematica stessa è il contesto. Alcuni di questi comprendono calcoli con una serie di misure e unità di misura.

Numero: numeri naturali

1. Dimostrare di aver compreso i principi dei numeri naturali e delle operazioni con essi (ad es. conoscere le quattro operazioni, il valore posizionale, la proprietà commutativa, associativa e distributiva).
2. Trovare e utilizzare multipli o divisori di numeri, identificare i numeri primi e calcolare potenze di numeri e radici quadrate e quadrati perfetti fino a 144.
3. Risolvere problemi mediante calcoli, stime o approssimazione con i numeri naturali.

Numero: frazioni e decimali

1. Confrontare e ordinare frazioni, riconoscere e scrivere frazioni equivalenti.
2. Dimostrare la comprensione del valore posizionale dei decimali finiti (es. confrontandoli e ordinandoli).
3. Rappresentare frazioni, decimali e operazioni con frazioni e decimali usando modelli (ad es. rette dei numeri), identificare e usare tali rappresentazioni.
4. Convertire le frazioni in decimali e viceversa.
5. Eseguire calcoli con frazioni e decimali e risolvere problemi con essi.

Numero: numeri interi

1. Rappresentare, confrontare, ordinare ed eseguire calcoli con numeri interi e risolvere problemi tramite il loro utilizzo.

Numero: rapporto, proporzione e percentuale

1. Identificare e trovare rapporti equivalenti, costruire un modello di

una determinata situazione utilizzando un rapporto, dividere una quantità in un dato rapporto.

2. Convertire percentuali in frazioni o decimali e viceversa.
3. Risolvere problemi che includono percentuali e proporzioni.

Algebra

Se da un lato le relazioni funzionali e le rispettive applicazioni per la modellizzazione e per la soluzione di problemi sono di interesse primario, è importante rilevare anche il livello di apprendimento delle conoscenze e delle abilità di base. Il dominio di contenuto algebra comprende il riconoscimento e l'estensione di sequenze mediante l'uso di simboli algebrici per rappresentare situazioni matematiche e la capacità di sviluppare, con una certa fluidità, espressioni equivalenti e risolvere equazioni lineari.

Le principali aree tematiche sono:

- sequenze;
- espressioni algebriche;
- equazioni/formule e funzioni.

A questo livello del percorso formativo i concetti algebrici sono relativamente formalizzati e gli studenti dovrebbero aver sviluppato una comprensione delle relazioni lineari e del concetto di variabile. Gli studenti dovrebbero essere in grado di utilizzare e semplificare formule algebriche, risolvere equazioni di primo grado, disequazioni, sistemi di equazioni con due incognite e utilizzare un certo numero di funzioni. Dovrebbero saper risolvere problemi tratti dal mondo reale usando modelli algebrici e spiegare relazioni che comprendono concetti algebrici.

Algebra: sequenze

1. Estendere sequenze o successioni numeriche algebriche e

geometriche ben definite utilizzando numeri, parole, simboli o diagrammi; trovare i termini mancanti.

2. Generalizzare relazioni di sequenza all'interno di una successione o fra termini adiacenti o fra la posizione del termine nella sequenza e il termine stesso utilizzando numeri, parole o espressioni algebriche.

Algebra: espressioni algebriche

1. Trovare somme, prodotti e potenze di espressioni contenenti variabili.
2. Risolvere espressioni per determinati valori numerici della/e variabile/i.
3. Semplificare o confrontare espressioni algebriche per determinarne l'equivalenza
4. Costruire modelli di situazioni mediante espressioni.

Algebra: equazioni/formule e funzioni

1. Valutare equazioni/formule per determinati valori delle variabili.
2. Indicare se un valore (o più valori) soddisfa una data equazione/formula.
3. Risolvere semplici equazioni, disequazioni e sistemi di equazioni (con due variabili) di primo grado.
4. Riconoscere e scrivere equazioni, disequazioni, sistemi di equazioni o funzioni che modellizzano determinate situazioni.
5. Riconoscere e generare rappresentazioni di funzioni sotto forma di tavole, grafici e parole.
6. Risolvere problemi usando equazioni/formule e funzioni.

Geometria

Gli studenti all'ottavo anno di scolarità dovrebbero essere in grado di analizzare le proprietà e le caratteristiche di un certo numero di figure bi e tri-dimensionali, inclusi lunghezza di lati e dimensione di angoli, e fornire spiegazioni basate su relazioni geometriche. Dovrebbero essere capaci di applicare il teorema di Pitagora per risolvere problemi. L'attenzione si focalizza sull'uso delle proprietà geometriche e sulle rispettive relazioni.

Oltre a comprendere le proprietà e le relazioni geometriche, gli studenti dovrebbero essere competenti nella misurazione, adoperando gli strumenti di misura nel modo più opportuno, facendo delle stime, dove necessario, scegliendo e utilizzando formule per calcolare perimetri, aree e volumi.

L'area di contenuto geometria include inoltre la conoscenza di rappresentazioni di coordinate e l'utilizzo di abilità di visualizzazione spaziale per passare dalle figure piane ai solidi e alle rispettive rappresentazioni. Gli studenti dovrebbero essere in grado di usare la simmetria e applicare le trasformazioni per analizzare situazioni matematiche.

Le tre aree tematiche del dominio geometria sono:

- figure geometriche;
- misure geometriche;
- posizione e movimento.

Il senso dello spazio è parte integrante dello studio e della valutazione della geometria. L'ambito cognitivo si estende dalla realizzazione di disegni e costruzioni al ragionamento matematico su combinazioni di forme e trasformazioni. Agli studenti viene richiesto di descrivere, rappresentare, disegnare e costruire un certo numero di figure geometriche compresi angoli, rette, triangoli, quadrilateri e altri poligoni. Gli studenti dovrebbero essere in grado di comporre, scomporre e analizzare figure composte. A questo punto del loro

percorso di studi, dovrebbero essere in grado di interpretare e creare viste laterali e dall'alto di oggetti, e usare le loro conoscenze relative alle similitudini e congruenze per risolvere problemi.

Gli studenti dovrebbero saper utilizzare il piano cartesiano per individuare rette e punti. Dovrebbero essere in grado di individuare assi di simmetria e disegnare figure simmetriche. Dovrebbero conoscere ed essere in grado di descrivere rotazioni, traslazioni e riflessioni in termini matematici (ad es. centro, direzione e angolo).

Man mano che progrediscono nel percorso scolastico, è importante che gli studenti sappiano utilizzare il ragionamento proporzionale in contesti geometrici e stabilire i primi collegamenti tra geometria e algebra. Gli studenti dovrebbero inoltre essere in grado di risolvere i problemi utilizzando modelli geometrici e spiegare relazioni che implicano concetti geometrici.

Geometria: figure geometriche

1. Identificare diversi tipi di angoli, conoscere e utilizzare le relazioni tra gli angoli sulle rette e nelle figure geometriche.
2. Riconoscere le proprietà geometriche delle comuni figure bi e tridimensionali includendo gli assi di simmetria e la simmetria di rotazione.
3. Identificare triangoli congruenti, quadrilateri e le misure corrispondenti; identificare triangoli simili, ricordare e utilizzare le relative proprietà.
4. Riconoscere le relazioni tra forme tridimensionali e le relative rappresentazioni bidimensionali (ad es. proiezioni o prospettive piane di oggetti tridimensionali).
5. Applicare le proprietà geometriche, incluso il teorema di Pitagora per risolvere i problemi.

Nota: I quesiti sulle figure geometriche per l'ottavo anno di scolarità includono il cerchio, i triangoli (scaleno, isoscele, equilatero e rettangolo) i quadrilateri (scaleno, trapezio, parallelogramma, rettangolo, rombo e quadrato) e altri poligoni come pentagono, esagono, ottagono e decagono.

Geometria: misure geometriche

1. Disegnare determinati angoli e rette, misurare e stimare la grandezza di angoli, segmenti, perimetri, aree e volumi.
2. Scegliere e utilizzare formule di misurazione appropriate per perimetri, circonferenze, aree, superfici totali e volumi; trovare misure di aree composte.

Geometria: posizione e movimento

1. Individuare punti in un piano cartesiano e risolvere i problemi con questi punti.
2. Riconoscere e utilizzare trasformazioni geometriche di figure piane (traslazione, riflessione e rotazione).

Dati e probabilità

Il dominio di contenuto dati e probabilità riguarda l'organizzazione dei dati, raccolti in autonomia o da altri, e la rappresentazione attraverso grafici e tabelle, utile per rispondere alle domande originate dai dati raccolti. Questo ambito include la comprensione delle problematiche correlate all'interpretazione errata dei dati.

Il dominio di contenuto dati e probabilità comprende le seguenti tre aree tematiche:

- organizzazione e rappresentazione dei dati;
- interpretazione dei dati;
- probabilità.

Gli studenti possono elaborare semplici progetti di raccolta dati o lavorare con dati raccolti da altri o generati da simulazioni. Dovrebbero capire che significato hanno vari numeri, simboli e punti nelle rappresentazioni. Dovrebbero, ad esempio, riconoscere che

alcuni numeri rappresentano i valori dei dati, e altri rappresentano la frequenza con cui questi ricorrono. Gli studenti dovrebbero sviluppare abilità nella rappresentazione dei loro dati, utilizzando istogrammi, tabelle o grafici lineari. Dovrebbero essere in grado di riconoscere e confrontare i valori relativi ai vari tipi di rappresentazioni.

Gli studenti dovrebbero essere in grado di descrivere e confrontare le caratteristiche dei dati (tendenza centrale, forma della distribuzione e indici di dispersione) e trarre conclusioni basandosi sulla loro rappresentazione. Inoltre gli studenti dovrebbero essere in grado di identificare tendenze, di fare previsioni e di valutare l'attendibilità delle interpretazioni.

La comprensione della probabilità (probabilità elementare) da parte degli studenti all'ottavo anno di scolarità dovrebbe includere la capacità di designare il verificarsi di eventi familiari come certi, aventi una probabilità maggiore, uguale, minore o impossibile. Gli studenti dovrebbero inoltre essere in grado di utilizzare i dati ricavati da esperimenti o riconoscere risultati che hanno lo stesso livello di probabilità per prevedere il verificarsi di un determinato risultato.

Dati e Probabilità: organizzazione e rappresentazione dei dati

1. Leggere scale e dati da tabelle, ideogrammi, istogrammi, aerogrammi e grafici lineari.
2. Organizzare e rappresentare dati utilizzando tabelle, ideogrammi, istogrammi, aerogrammi e grafici lineari.
3. Confrontare e correlare rappresentazioni diverse degli stessi dati.

Dati e Probabilità: interpretazione dei dati

1. Identificare, calcolare e confrontare caratteristiche di insiemi di dati, compresi media, mediana, intervallo e forma della distribuzione (in termini generali).

2. Usare e interpretare un insieme di dati per rispondere a domande e risolvere problemi (ad es., fare previsioni, trarre conclusioni e stimare i valori tra i punti forniti e questi).
3. Riconoscere e descrivere modi di organizzare e rappresentare dati che potrebbero essere erroneamente interpretati (ad es., raggruppamenti impropri, scale ingannevoli o distorte).

Dati e Probabilità: probabilità

1. Stimare la probabilità di un risultato come certa, più probabile, ugualmente probabile, meno probabile o impossibile.
2. Utilizzare i dati per stimare le probabilità di risultati futuri, usare le probabilità di un particolare risultato per risolvere problemi, determinare le probabilità di possibili risultati.

Istruzioni per l'uso della calcolatrice

La tecnologia, intesa come disponibilità di calcolatrici e computer, può aiutare gli studenti nello studio della matematica, ma non dovrebbe essere usata per sostituire le conoscenze e le competenze di base. Come ogni strumento le calcolatrici devono essere usate in maniera appropriata e le politiche sul loro impiego sono diverse tra i paesi partecipanti a TIMSS. Inoltre l'impiego delle calcolatrici varia ampiamente: non sarebbe equo richiederne l'utilizzo in quei paesi in cui gli studenti normalmente non la adoperano. Allo stesso modo non sarebbe giusto privare gli studenti di uno strumento a loro familiare.

Dopo un ampio dibattito su quest'argomento, TIMSS 2003 introdusse l'uso della calcolatrice nelle prove di matematica per l'ottavo anno di scolarità. Per i quesiti sviluppati di recente, le calcolatrici non sono necessarie, ma sono consentite se i paesi partecipanti intendono permetterne l'uso ai propri studenti. Uno studio condotto nell'ambito dell'indagine TIMSS 2003, in cui furono consegnati gli stessi quesiti in due sessioni distinte, una senza l'uso

della calcolatrice e, successivamente, una con l'uso della calcolatrice, ha evidenziato che, pur non avendo preparato i quesiti specificamente con questo obiettivo, a tutte le domande era possibile rispondere con la stessa facilità anche senza l'uso della calcolatrice. Ovvero i risultati delle due sessioni, con e senza l'uso della calcolatrice, non sono stati significativamente diversi per tutti i quesiti somministrati eccetto cinque. Inoltre, tra gli studenti che avevano la calcolatrice (63%) la maggior parte (47%) ha dichiarato che, pur avendola, l'aveva utilizzata molto poco o per nulla.

Sulla base dell'esperienza di TIMSS 2003, in TIMSS 2007 e 2011 agli studenti all'ottavo anno di scolarità è stato concesso di usare la calcolatrice per tutta la durata delle prove. In linea con i precedenti cicli di TIMSS, agli studenti al quarto anno di scolarità non è stato permesso l'uso della calcolatrice.

L'obiettivo delle istruzioni TIMSS sull'uso della calcolatrice è di dare agli studenti la possibilità di operare in contesti che riflettono l'esperienza vissuta in classe. Quindi, se gli studenti sono abituati a usare la calcolatrice durante le loro attività in classe, si dovrebbe incoraggiarne l'utilizzo durante le prove. Invece, se gli studenti non sono abituati ad usare la calcolatrice o non è loro permesso, si dovrebbe vietarne l'uso. Durante l'elaborazione dei nuovi materiali per la rilevazione, sono stati fatti tutti gli sforzi necessari per garantire che i quesiti delle prove non vadano in alcun modo a vantaggio o a svantaggio degli studenti con o senza calcolatrici.

Domini cognitivi di matematica - quarto e ottavo anno di scolarità

Per rispondere correttamente ai quesiti dell'indagine gli studenti devono avere una certa familiarità con i contenuti di matematica oggetto della rilevazione, ma devono anche dimostrare di avere un certo numero di abilità cognitive. La descrizione di queste abilità gioca un ruolo cruciale nello sviluppo di un'indagine come TIMSS 2011, poiché queste sono fondamentali per garantire che l'indagine comprenda un adeguato ventaglio di abilità cognitive attraverso i domini di contenuto già delineati.

Il primo dominio, conoscenza, riguarda i fatti, i concetti e le procedure che gli studenti devono conoscere; il secondo dominio, applicazione, è incentrato sull'abilità degli studenti di applicare nozioni e conoscenze concettuali per risolvere problemi o rispondere a domande. Il terzo dominio, ragionamento, va oltre la soluzione di problemi di *routine* per includere situazioni non familiari, contesti complessi e problemi che richiedono una soluzione in più fasi.

Questi tre domini cognitivi vengono utilizzati per entrambi i livelli di scolarità, tuttavia le percentuali di quesiti variano fra il quarto e l'ottavo anno, in relazione alla differenza di età e di esperienza degli studenti delle due classi. Per entrambi i livelli di scolarità, ciascun dominio di contenuto include quesiti sviluppati per valutare gli studenti in ciascuno dei tre domini cognitivi. Ad esempio, il dominio numero, così come gli altri domini di contenuto, include quesiti di conoscenza, applicazione e ragionamento.

La Tabella 4 mostra la percentuale di quesiti relativi a ciascun dominio cognitivo per il quarto e l'ottavo anno di scolarità

Domini Cognitivi	Percentuale	
	Quarto Anno	Ottavo Anno
Conoscenza	40%	35%
Applicazione	40%	40%
Ragionamento	20%	25%

Conoscenza

La facilità nell'uso della matematica o del ragionamento in determinate situazioni dipende dalle conoscenze matematiche e dalla familiarità con i concetti matematici. Più numerose sono le conoscenze che uno studente è in grado di ricordare e più ampia è la gamma di concetti compresi, maggiori sono le sue capacità di risolvere i problemi e di sviluppare nuove conoscenze matematiche.

Senza una conoscenza di base che permetta di ricordare facilmente il linguaggio, i fatti di base e le convenzioni sui numeri, le rappresentazioni simboliche e le relazioni spaziali, gli studenti potrebbero ritenere che un ragionamento matematico significativo sia impossibile. I fatti comprendono la conoscenza effettiva che fornisce il linguaggio base della matematica, i fatti matematici essenziali e le proprietà che costituiscono il fondamento del pensiero matematico.

I procedimenti costituiscono un ponte tra le conoscenze di base e l'uso della matematica per risolvere problemi di *routine*, in particolar modo quelli incontrati nella vita di tutti i giorni. Un uso disinvolto dei procedimenti consente il richiamo di insiemi di azioni e di come eseguirle. È necessario che gli studenti siano efficienti e precisi nell'uso di un certo numero di procedimenti e strumenti di calcolo. Devono capire che particolari procedimenti possono essere usati per risolvere intere classi di problemi, non soltanto singoli problemi.

La conoscenza dei concetti consente di fare collegamenti fra

elementi di conoscenza che, altrimenti, nella migliore delle ipotesi, sarebbero ricordati come fatti isolati. Questo permette agli studenti di ampliare le conoscenze attuali, di giudicare la validità di enunciazioni e metodi matematici e di creare rappresentazioni matematiche.

1	Ricordare	Ricordare definizioni, terminologia, proprietà dei numeri, proprietà geometriche e notazioni (ad es., $a \times b = ab$, $a + a + a = 3a$)
2	Riconoscere	Riconoscere oggetti matematici, ad es. forme, numeri, espressioni e quantità. Riconoscere entità matematiche che siano matematicamente equivalenti (ad es. frazioni equivalenti, decimali e percentuali; diversi orientamenti di figure geometriche semplici).
3	Fare calcoli	Svolgere procedure algoritmiche per $+$, $-$, \times , $:$, o una combinazione di queste con numeri naturali, frazioni, decimali e numeri interi. Approssimare numeri per fare stime di calcolo. Eseguire procedure algebriche di routine.
4	Recuperare	Recuperare informazioni da grafici, tabelle o altre fonti; leggere scale semplici.
5	Misurare	Usare strumenti di misurazione, scegliere unità di misura appropriate.
6	Classificare	Classificare/raggruppare oggetti, forme, numeri ed espressioni secondo proprietà comuni, prendere decisioni corrette sull'appartenenza a una categoria, ordinare numeri e oggetti in base agli attributi.

Applicazione

Il dominio applicazione prevede l'applicazione degli strumenti matematici ad una varietà di contesti. I fatti, i concetti e i procedimenti potrebbero risultare familiari per gli studenti, essendo presentati come problemi di *routine*. Per alcuni quesiti appartenenti a questo dominio, gli studenti devono applicare la conoscenza matematica, le abilità e i procedimenti matematici o la comprensione di concetti matematici per creare rappresentazioni. La rappresentazione di idee costituisce il nucleo del pensiero e della comunicazione in matematica, come anche la capacità di creare rappresentazioni equivalenti è ugualmente fondamentale per riuscire bene in questa disciplina.

Saper risolvere i problemi è un punto centrale del dominio applicazione, ma i contesti dei problemi sono più familiari rispetto a quelli del dominio ragionamento, essendo ben radicati nei curricoli. I problemi di *routine* sono esercizi svolti normalmente in classe, per far sì che gli studenti si possano esercitare su metodi o tecniche particolari. Alcuni di questi problemi potrebbero essere presentati come situazioni tratte da un contesto quasi reale. Anche se si differenziano per livello di difficoltà, si prevede che ciascuno di questi problemi, simili a quelli che si incontrano nei libri di testo, siano sufficientemente familiari, al punto che gli studenti devono essenzialmente scegliere e applicare i fatti, i concetti e le procedure apprese.

I problemi possono essere ambientati in situazioni di vita reale o possono riguardare soltanto questioni matematiche, includendo, ad esempio, espressioni numeriche o algebriche, funzioni, equazioni, figure geometriche o insiemi di dati statistici. La risoluzione di problemi è inclusa non solo nel dominio applicazione, con una particolare attenzione ai compiti più familiari e di *routine*, ma anche nel dominio ragionamento.

1	Scegliere	Scegliere un'operazione efficace/appropriata, un metodo o una strategia per risolvere problemi in cui è presente un algoritmo o metodo di soluzione noto.
2	Rappresentare	Rappresentare informazioni matematiche e dati in diagrammi, tabelle, tavole o grafici e generare rappresentazioni equivalenti di una data entità o relazione matematica.
3	Modellizzare	Generare un modello appropriato come un'equazione, una figura geometrica o un diagramma per risolvere un problema di routine.
4	Attuare	Mettere in pratica un insieme di istruzioni matematiche (ad es. disegnare figure e diagrammi una volta fornite le specifiche).
5	Risolvere problemi di routine	Risolvere problemi standard simili a quelli incontrati in classe. I problemi possono essere collocati in contesti familiari o puramente matematici.

Ragionamento

Il ragionamento matematico riguarda la capacità di pensare in modo logico e sistematico. Include il ragionamento intuitivo e induttivo basato su schemi e regolarità che si possono usare per arrivare alla soluzione di problemi non di routine. I problemi non di *routine* sono probabilmente molto poco familiari agli studenti, poiché la loro soluzione implica richieste cognitive ben diverse da quelle necessarie per la soluzione di problemi di *routine*, anche se gli studenti hanno già appreso le conoscenze e le abilità richieste per la loro soluzione. I problemi non di *routine* potrebbero essere puramente matematici o

potrebbero riguardare la vita reale. Entrambi i tipi di quesiti includono il trasferimento di conoscenze e abilità a nuove situazioni, e spesso è necessaria l'interazione fra diverse abilità di ragionamento. I problemi che richiedono un ragionamento potrebbero essere risolti in diversi modi, a causa della novità del contesto, della complessità della situazione, o perché una soluzione richiede numerosi passaggi, e il ricorso, magari, a conoscenze e nozioni appartenenti ad aree diverse della matematica.

All'interno del domino ragionamento si richiede di riflettere e risolvere problemi nuovi o complessi; l'acquisizione di ogni singola conoscenza e abilità rappresenta un risultato importante dell'insegnamento della matematica, potenzialmente in grado di influenzare, a livello più generale, il pensiero degli studenti. Ad esempio il ragionamento include l'abilità di osservare e fare congetture. Include inoltre fare deduzioni logiche basate su precisi presupposti e regole e giustificare i risultati.

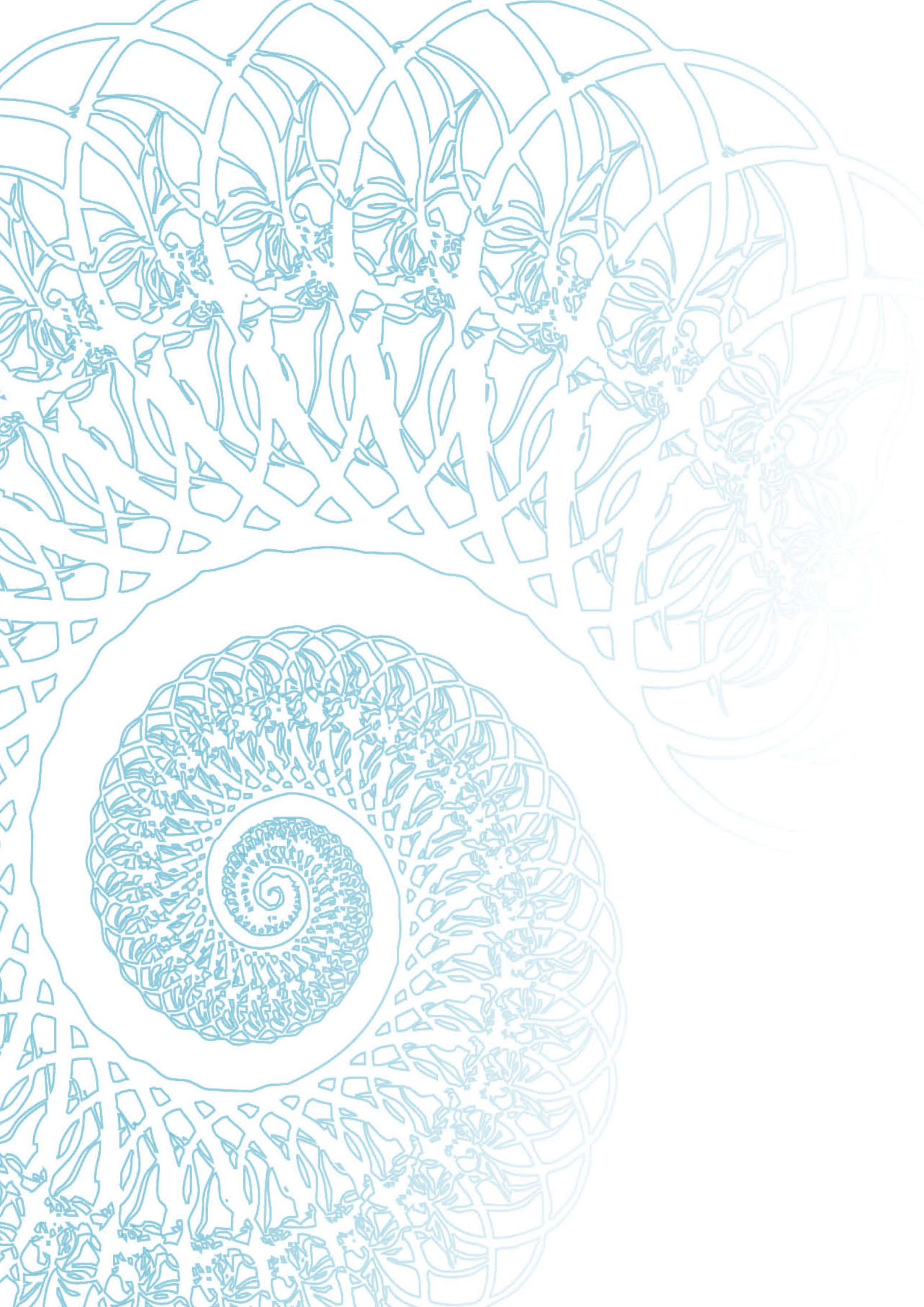
1	Analizzare	Determinare, descrivere o utilizzare relazioni fra variabili o oggetti in situazioni matematiche e fare valide deduzioni da informazioni date.
2	Generalizzare/ Specificare	Estendere il dominio a cui è possibile applicare il risultato del pensiero matematico e la soluzione del problema riformulando i risultati in termini più generali e applicabili su una scala più ampia.
3	Integrare/ Sintetizzare	Fare collegamenti fra elementi diversi di conoscenza e rappresentazioni correlate, fare collegamenti tra idee matematiche correlate. Collegare fatti, concetti e procedimenti matematici per stabilire e combinare risultati, per produrre un ulteriore risultato.

4	Giustificare	Fornire una giustificazione facendo riferimento a risultati o proprietà matematiche.
5	Risolvere problemi non di routine	Risolvere problemi in contesti matematici o di vita reale probabilmente familiari agli studenti e applicare fatti matematici, concetti e procedure in contesti non familiari o complessi.

Quadro di riferimento di scienze

Capitolo

2



Capitolo 2

Quadro di riferimento di scienze

Introduzione

Nel mondo di oggi la comprensione dei fatti scientifici è essenziale per operare scelte consapevoli riguardo se stessi e il mondo in cui viviamo. Ogni giorno siamo esposti ad un bombardamento di informazioni e distinguere la realtà dalla finzione è possibile solo con strumenti conoscitivi idonei. È importante, pertanto, che gli studenti che terminano la scuola secondaria di I grado siano in possesso di alcune fondamentali conoscenze scientifiche, necessarie per poter prendere delle decisioni fondate.

Nei primi anni di scuola, gli studenti mostrano una naturale curiosità verso il mondo circostante e il posto che in esso vi occupano, per questo motivo è opportuno incominciare a studiare le scienze in giovane età. Tale studio dovrebbe procedere lungo tutto il percorso scolastico, in modo tale che da adulti, di fronte alla necessità di prendere decisioni riguardanti questioni di natura diversa, come la cura delle malattie, il riscaldamento del pianeta e le applicazioni tecnologiche, si sia in grado di farlo avendo a disposizione delle solide basi scientifiche.

Il Quadro di riferimento di scienze è suddiviso in una dimensione di contenuto (ad es. biologia, chimica, fisica e scienze della Terra per l'ottavo anno di scolarità) e una dimensione cognitiva (conoscenza, applicazione e ragionamento). I domini di contenuto sono diversi per il quarto e l'ottavo anno di scolarità, poiché riflettono le caratteristiche e le difficoltà della materia insegnata in ciascun livello: per il quarto anno di scolarità viene data un'enfasi maggiore ad argomenti di scienze della vita, mentre, per l'ottavo anno, è riservata un'importanza maggiore alla biologia. Per l'ottavo anno di scolarità la fisica e la chimica sono considerate come domini di

contenuto distinti e hanno un rilievo maggiore rispetto al quarto anno, dove fanno parte del dominio di contenuto delle scienze fisiche. Il quadro di riferimento della dimensione cognitiva, invece, è lo stesso per entrambi i livelli di scolarità e comprende una gamma di processi cognitivi che dovrebbero essere attivati nello studio delle scienze e nella partecipazione a ricerche scientifiche proprio durante gli anni della scuola primaria e della scuola secondaria di I grado. La tabella 5 mostra la percentuale di quesiti relativa a ciascun dominio di contenuto e a ciascun dominio cognitivo per il quarto e l'ottavo anno di scolarità.

Tabella 5: Percentuale di quesiti relativi a ciascun dominio di contenuto e a ciascun dominio cognitivo per il quarto e l'ottavo anno di scolarità

Quarto anno di scolarità		
Domini di Contenuto	Percentuale	
Scienze della Vita	45%	
Scienze Fisiche	35%	
Scienze della Terra	20%	
Ottavo anno di scolarità		
Domini di Contenuto	Percentuale	
Biologia	35%	
Chimica	20%	
Fisica	25%	
Scienze della Terra	20%	
Domini Cognitivi	Percentuale	
	Quarto Anno	Ottavo Anno
Conoscenza	40%	35%
Applicazione	40%	35%
Ragionamento	20%	30%

Gli studenti possono essere incoraggiati a sviluppare le conoscenze e la comprensione dei fatti scientifici favorendo la loro partecipazione al processo di indagine scientifica; per questo nei programmi di scienze di molti paesi è stata posta una particolare enfasi sul coinvolgimento degli studenti a tale processo. Il Quadro di riferimento di scienze, riconoscendo l'importanza del metodo proprio dell'indagine scientifica nel percorso di insegnamento e di apprendimento delle scienze, stabilisce che tali conoscenze e tali abilità non vengano analizzate in modo isolato, ma per tutti i domini di contenuto di TIMSS e considerando, per ciascuno di essi, tutti i domini cognitivi.

Nelle sezioni seguenti vengono illustrati dettagliatamente i domini di contenuto e i domini cognitivi utilizzati da TIMSS per la rilevazione del rendimento in scienze. In primo luogo vengono introdotti i domini di contenuto per il quarto anno di scolarità e successivamente quelli relativi all'ottavo anno. In seguito sono riportati i domini cognitivi per entrambi i livelli di scolarità ed in ultimo viene presentata la dimensione relativa all'indagine scientifica.

Domini di contenuto di scienze - quarto anno di scolarità

L'organizzazione dei curricula di scienze differisce tra i vari paesi, per questo, per la definizione dei contenuti di TIMSS 2011 per il quarto anno di scolarità, sono stati scelti tre domini principali - scienze della vita, scienze fisiche e scienze della Terra - che coprono la maggior parte degli argomenti previsti nei diversi paesi partecipanti. In alcuni paesi gli argomenti inclusi in questi domini possono essere insegnati anche nell'ambito di altri settori disciplinari, come ad esempio la geografia.

I domini di contenuto sono illustrati nella tabella 6 insieme alla percentuale di quesiti previsti per ciascuno di essi.

Tabella 6: Percentuale di quesiti relativi ai domini di contenuto per il quarto anno di scolarità

Domini di Contenuto - Quarto Anno	Percentuale
Scienze della Vita	45%
Scienze Fisiche	35%
Scienze della Terra	20%

Ciascun dominio di contenuto è costituito da diverse aree tematiche, presentate come un elenco di obiettivi perseguiti dai curricula di scienze nella maggior parte dei paesi partecipanti. Le sezioni che seguono descrivono ciascun dominio di contenuto e le aree tematiche che ne fanno parte e forniscono una serie di obiettivi di rilevazione per ciascuna area. Questi obiettivi vengono descritti indicando le conoscenze e le abilità che gli studenti del quarto anno di scolarità dovrebbero avere per rispondere alle prove.

Scienze della vita

Il dominio di contenuto scienze della vita riguarda le caratteristiche e i processi vitali degli esseri viventi, le relazioni fra loro e l'interazione con l'ambiente circostante. Le aree tematiche sono:

- caratteristiche e processi vitali degli esseri viventi;
- ciclo vitale, riproduzione ed ereditarietà;
- interazione con l'ambiente;
- ecosistemi;
- salute dell'uomo.

La conoscenza delle caratteristiche e dei processi vitali degli esseri viventi è fondamentale nello studio delle scienze della vita. Pertanto gli studenti dovrebbero essere in grado di descrivere le differenze tra esseri viventi e non viventi, di confrontare e di contrapporre le caratteristiche fisiche e comportamentali dei principali gruppi di organismi e di mettere in relazione le strutture fisiche di tali organismi con le loro funzioni.

Gli studenti dovrebbero conoscere ed essere in grado di confrontare i cicli di vita delle piante, come ad esempio di un albero e di un fagiolo, e degli animali, come ad esempio la mosca e la rana. Nell'ambito della riproduzione e dell'ereditarietà vengono richieste conoscenze di base, e cioè sapere che la riproduzione avviene tra organismi della stessa specie e che vi è una stretta somiglianza della progenie ai propri genitori. Gli studenti, inoltre, dovrebbero essere in grado di collegare la produzione di molteplici semi o uova alla sopravvivenza di diversi tipi di piante e animali.

Gli studenti dovrebbero essere in grado di associare le caratteristiche fisiche e gli schemi comportamentali delle piante e degli animali con l'ambiente in cui vivono e fornire esempi di caratteristiche fisiche e comportamentali che rendono alcune piante o alcuni animali particolarmente adatti a determinati ambienti. Inoltre dovrebbero avere una conoscenza di base delle risposte del corpo alle condizioni esterne.

Lo studio degli ecosistemi è essenziale per comprendere l'interdipendenza degli organismi viventi e la loro relazione con l'ambiente fisico. Concetti di base relativi agli ecosistemi, incluso il flusso di energia e l'interazione dei fattori biotici e abiotici,

dovrebbero essere introdotti nel curriculum di scienze della scuola primaria. Le conoscenze degli studenti possono essere rilevate sollecitando la descrizione delle relazioni specifiche tra piante e animali che condividono ecosistemi comuni. Ci si aspetta, inoltre, dagli studenti di quarto anno di scolarità, la comprensione dei modi in cui il comportamento degli esseri umani può influenzare l'ambiente, specialmente in relazione all'inquinamento.

Infine, gli studenti di questo livello di scolarità dovrebbero avere delle nozioni di base riguardo la salute, la nutrizione e le malattie. Dovrebbero conoscere le malattie trasmissibili più comuni e saper porre in relazione le abitudini personali e alimentari con gli effetti sulla salute.

Scienze della vita: caratteristiche e processi vitali degli esseri viventi

1. Descrivere le differenze fra esseri viventi e non viventi; identificare le caratteristiche comuni degli esseri viventi (ad es. riproduzione, crescita, bisogni primari di aria, cibo, acqua).
2. Confrontare e contrapporre le caratteristiche fisiche e comportamentali dei principali gruppi di esseri viventi (ad esempio insetti, uccelli, mammiferi e piante); identificare o fornire esempi di animali o piante che appartengono a tali gruppi.
3. Mettere in relazione i principali organi degli animali con la loro funzione (ad es. stomaco-digestione, denti-masticazione del cibo, ossa-sostegno per il corpo, polmoni-respirazione).
4. Mettere in relazione le principali strutture delle piante con la loro funzione (ad es. radici-assorbimento dell'acqua, foglie – trasformazione del nutrimento).

Scienze della vita: cicli di vita, riproduzione ed ereditarietà

1. Tracciare le fasi generali nel ciclo di vita delle piante (germinazione, crescita e sviluppo, riproduzione, dispersione dei semi) e degli animali (nascita, crescita e sviluppo, riproduzione, morte); riconoscere e confrontare i cicli di vita delle piante (ad es. alberi, fagioli) e degli animali familiari (ad es. esseri umani, mosche e rane).
2. Riconoscere che le piante e gli animali si riproducono all'interno della propria specie e generano discendenti con caratteristiche molto simili alle proprie; descrivere semplici relazioni tra la riproduzione e la sopravvivenza di diversi tipi di animali e piante (ad es. una pianta produce molti semi, un pesce produce molte uova).

Scienze della vita: interazioni con l'ambiente

1. Associare le caratteristiche fisiche delle piante e degli animali con gli ambienti in cui vivono; identificare o fornire esempi di alcune caratteristiche fisiche o comportamentali di piante e di animali che consentono loro di sopravvivere in particolari ambienti e spiegarne le ragioni (ad es. tipo di radici, tipo di foglie, pelliccia, letargo e migrazione).
2. Descrivere le risposte del corpo alle condizioni esterne (ad es. calore, freddo, pericolo) e alle attività (ad es. esercizio fisico) negli animali.

Scienze della vita: ecosistemi

1. Spiegare che le piante hanno bisogno del sole per produrre nutrimento, mentre gli animali si nutrono di piante o altri animali; riconoscere che tutte le piante e gli animali hanno bisogno di nutrimento come fonte di energia per le attività e materia prima per la crescita e la riparazione.

2. Descrivere le relazioni in una data comunità (ad es. foresta, pozza formata dalle maree, deserto) basate su catene alimentari semplici, utilizzando piante e animali comuni e le relazioni predatore-preda.
3. Illustrare i modi in cui il comportamento dell'uomo può avere effetti positivi o negativi sull'ambiente; fornire descrizioni generali ed esempi degli effetti dell'inquinamento sugli esseri umani, le piante, gli animali e i loro ambienti, e di come prevenire o ridurre l'inquinamento.

Scienze della vita: salute dell'uomo

1. Riconoscere le modalità di trasmissione di alcune comuni malattie contagiose (ad es. raffreddore, influenza); individuare i segnali di salute o di malattia e alcuni metodi di prevenzione e cura delle malattie.
2. Descrivere come mantenersi in buona salute, includendo una dieta bilanciata e l'esercizio fisico regolare; identificare le risorse nutritive comuni (ad es. frutta, verdura, cereali).

Scienze fisiche

Il dominio di contenuto scienze fisiche comprende i concetti relativi alla materia e all'energia e alcuni argomenti di chimica e di fisica. Dal momento che gli studenti di quarto anno di scolarità hanno solamente una conoscenza molto elementare della chimica, il quadro di riferimento pone maggiormente l'accento sui concetti di fisica. Le aree tematiche sono le seguenti:

- classificazione e proprietà della materia;
- fonti di energia e suoi effetti;
- forze e moto.

Per quanto riguarda la classificazione e le proprietà della materia, gli studenti di quarto anno dovrebbero avere una conoscenza iniziale sugli stati fisici e sui passaggi della materia da uno stato all'altro (solido, liquido e gassoso). Pur non prevedendo conoscenze specifiche sui cambiamenti di stato della materia, gli studenti dovrebbero invece sapere che l'acqua esiste in tutte e tre le forme e che può passare da uno stato all'altro se viene riscaldata o raffreddata. Dovrebbero anche essere in grado di confrontare oggetti e materiali sulla base delle loro proprietà fisiche e saperle collegare agli usi che se ne fanno. Gli studenti dovrebbero avere una conoscenza pratica iniziale riguardo la formazione di miscele o di soluzioni acquose. Dovrebbero anche saper identificare nei materiali comuni dei cambiamenti che producono altri materiali con differenti proprietà, pur non essendo tenuti a sapere in che modo questi cambiamenti sono connessi alle trasformazioni chimiche.

I concetti relativi alle fonti di energia e ai suoi effetti comprendono il calore, la temperatura, la luce, l'elettricità e il magnetismo. Gli studenti dovrebbero essere in grado di identificare le fonti di energia comuni ed essere consapevoli del fatto che gli oggetti caldi possono riscaldare gli oggetti freddi. Le loro conoscenze sulla luce sono indagate tramite il riconoscimento di sorgenti luminose comuni e collegando fenomeni fisici familiari con i comportamenti della luce. Per quanto riguarda l'elettricità e il magnetismo, gli studenti dovrebbero avere delle nozioni sul circuito elettrico completo e una conoscenza pratica dei magneti e del loro utilizzo.

Gli studenti dovrebbero inoltre cogliere in modo intuitivo l'idea di forza collegata al movimento, come la forza di gravità sugli oggetti che cadono e le forze di spinta/trazione. Dovrebbero anche saper confrontare gli effetti di forze maggiori o minori su un oggetto. Viene rilevata anche la conoscenza dell'uso della bilancia per determinare il peso relativo degli oggetti.

Scienze fisiche: classificazione e proprietà della materia

1. Nominare i tre stati della materia (solido, liquido, gassoso) e descrivere per ogni stato le caratteristiche differenti per quanto riguarda la forma e il volume; riconoscere che la materia può passare da uno stato all'altro per riscaldamento o raffreddamento e descrivere tali cambiamenti in termini di fusione, congelamento, ebollizione, evaporazione o condensazione.
2. Confrontare o classificare oggetti e materiali sulla base delle loro proprietà fisiche (ad es. peso/massa, volume, attrazione magnetica); identificare le proprietà fondamentali dei metalli e porle in relazione al loro utilizzo; identificare le proprietà e gli usi comuni dell'acqua allo stato solido, liquido e gassoso (ad es. solvente, refrigerante e fonte di calore).
3. Fornire esempi di miscele e spiegare come possono essere separate; proporre esempi di materiali solubili e non solubili; illustrare le modalità per aumentare la quantità di materiale sciolto o la velocità di scioglimento.
4. Individuare le trasformazioni osservabili nei materiali causati da decomposizione, combustione, arrugginimento e cottura che danno luogo a nuovi materiali con diverse proprietà.

Scienze fisiche: energia - fonti ed effetti

1. Individuare le fonti di energia (ad es. il sole, l'elettricità, l'acqua, il vento, le vibrazioni) e descriverne gli usi pratici.
2. Riconoscere che gli oggetti caldi possono riscaldare gli oggetti freddi; spiegare che il riscaldamento significa un innalzamento della temperatura; fornire esempi di materiali che conducono il calore con facilità.

3. Individuare le fonti di luce più comuni (ad es. lampadina, sole, fiamma); mettere in relazione fenomeni fisici comuni al comportamento della luce (ad es. riverberi, arcobaleni, ombre).
4. Illustrare la necessità che un circuito elettrico sia completo (intatto) per far funzionare sistemi elettrici semplici (ad es. torce, batterie negli apparecchi); riconoscere gli oggetti e i materiali che conducono l'elettricità.
5. Riconoscere che i magneti hanno un polo nord e un polo sud; che poli simili si respingono e poli opposti si attraggono; che i magneti possono essere usati per attrarre altri materiali o oggetti.

Scienze fisiche: forze e moto

1. Identificare le forze che causano lo spostamento degli oggetti (ad es. la forza di gravità sugli oggetti che cadono, forze di spinta/trazione); confrontare gli effetti di forze maggiori o minori sugli oggetti; descrivere in che modo è possibile determinare il peso relativo degli oggetti usando una bilancia.

Scienze della Terra

Il dominio di contenuto scienze della Terra riguarda lo studio della Terra e della sua posizione all'interno del sistema solare. Data l'impossibilità di costruire un unico curriculum di scienze della Terra valido per tutti i paesi, il Quadro di riferimento di scienze individua le seguenti aree tematiche, considerate universalmente importanti per gli studenti di quarto anno di scolarità per comprendere il pianeta in cui vivono e il posto che esso occupa nel sistema solare:

- struttura della Terra, caratteristiche fisiche e risorse;
- processi, cicli e storia della Terra;
- la Terra nel sistema solare.

Gli studenti di quarto anno di scolarità dovrebbero possedere una conoscenza generale della struttura e delle caratteristiche fisiche della Terra. Dovrebbero avere consapevolezza del fatto che la maggior parte della superficie terrestre è coperta di acqua e sapere dove si trova l'acqua salata e l'acqua dolce. A questo livello scolastico la rilevazione delle conoscenze degli studenti sull'atmosfera si limita al riconoscimento dell'esistenza dell'aria e della presenza di acqua al suo interno. Gli studenti dovrebbero anche conoscere le caratteristiche principali del paesaggio terrestre e possedere alcune nozioni sull'utilizzo e sulla conservazione delle risorse della Terra.

Per quanto riguarda i processi, i cicli e la storia della Terra, gli studenti dovrebbero essere in grado di descrivere alcuni dei processi della Terra in termini di cambiamenti osservabili, come il movimento dell'acqua, la formazione delle nuvole e i cambiamenti giornalieri o stagionali delle condizioni meteorologiche.

La rilevazione delle conoscenze di storia della Terra è alquanto circoscritta. Tuttavia gli studenti di questo livello dovrebbero sapere che i fossili trovati nelle rocce sono i resti di piante o animali vissuti molto tempo fa e dovrebbero anche saper fare semplici deduzioni sui cambiamenti della superficie terrestre basandosi sull'ubicazione e sulla composizione di questi fossili.

Gli studenti di quarto anno di scolarità dovrebbero dimostrare di sapere quale è la posizione della Terra nel sistema solare, sulla base dell'osservazione dei cambiamenti sulla Terra e nel cielo. Dovrebbero, in particolare, avere familiarità con i movimenti della Terra e saper collegare i cambiamenti giornalieri osservabili sulla Terra con la rotazione sul suo asse e rispetto al Sole. Dovrebbero anche sapere che la Luna ha diverse fasi.

Scienze della Terra: struttura, caratteristiche fisiche e risorse della Terra

1. Identificare le sostanze che compongono la superficie terrestre; riconoscere che la maggior parte della superficie è ricoperta d'acqua; descrivere dove è possibile trovare l'acqua dolce e l'acqua salata; dimostrare l'esistenza dell'aria; riconoscere eventi comuni come la formazione di nuvole, le gocce di rugiada, l'evaporazione delle pozzanghere e l'asciugatura dei vestiti bagnati come prova della presenza di acqua nell'aria.
2. Descrivere le caratteristiche del paesaggio terrestre (montagne, pianure, deserti, fiumi, laghi, mari) e collegarle all'uso che ne fa l'uomo (agricoltura, irrigazione, sviluppo del territorio); individuare alcune risorse della Terra utilizzate nella vita di tutti i giorni (acqua, suolo, legno, minerali, aria); spiegare l'importanza di un utilizzo responsabile di tali risorse.

Scienze della Terra: processi, cicli e storia della Terra

1. Descrivere il movimento dell'acqua sulla superficie terrestre (ad es. fiumi o torrenti che scorrono dalle montagne agli oceani o ai laghi); mettere in relazione la formazione delle nuvole, della pioggia o della neve ad un cambiamento di stato dell'acqua; giustificare i cambiamenti delle condizioni meteorologiche giornaliere o nel corso delle stagioni in termini di temperatura, precipitazioni (neve o pioggia), nuvole e vento.
2. Riconoscere che alcuni resti (fossili) trovati nelle rocce sono i resti di animali e piante che vissero sulla Terra molto tempo fa; fare semplici deduzioni sui cambiamenti della superficie terrestre basandosi sulla posizione di tali resti (fossili).

Scienze della Terra: la Terra nel sistema solare

1. Descrivere il sistema solare come un gruppo di pianeti (tra cui la Terra) ognuno dei quali ruota intorno al Sole; sapere che la Luna ruota intorno alla Terra e appare diversa in momenti diversi del mese; identificare il Sole come la sorgente di calore e di luce per il sistema solare.
2. Porre in relazione i cambiamenti quotidiani osservati sulla Terra con la rotazione della Terra sul suo asse e in relazione al Sole (ad es. giorno e notte, aspetto delle ombre).

Domini di contenuto di scienze - ottavo anno di scolarità

I contenuti di scienze per l'ottavo anno di scolarità sono definiti nell'ambito di quattro domini: biologia, chimica, fisica e scienze della Terra. È importante sottolineare, tuttavia, che in una rilevazione internazionale, qual è l'indagine TIMSS, l'articolazione degli argomenti di scienze in questi ambiti può non corrispondere alla struttura dell'insegnamento delle scienze in tutti i paesi. In molti paesi, infatti, le scienze sono insegnate come scienze generali o scienze integrate, mentre in altri sono discipline distinte, ad esempio biologia, chimica e fisica.

Inoltre in qualche paese partecipante alcuni degli argomenti inclusi nel Quadro di riferimento di scienze potrebbero essere insegnati nell'ambito di altre discipline, come educazione sanitaria, sociologia e geografia. I domini di contenuto e la percentuale di quesiti per ciascuno di essi sono illustrati nella tabella 7.

Tabella 7: Percentuale di quesiti relativi a ciascun dominio di contenuto per l'ottavo anno di scolarità

Domini di Contenuto - Ottavo Anno	Percentuale
Biologia	35%
Chimica	20%
Fisica	25%
Scienze della Terra	20%

Ciascun dominio di contenuto ha diverse aree tematiche, ognuna delle quali è presentata come un elenco di obiettivi inclusi nel curriculum di scienze della maggior parte dei paesi partecipanti all'indagine. Nelle sezioni seguenti sono descritti i domini di contenuto e le relative aree tematiche per l'ottavo anno di scolarità e vengono indicati, per ciascuna area, una serie di obiettivi di valutazione. Tali obiettivi vengono descritti indicando le conoscenze e le abilità che gli studenti dell'ottavo anno di scolarità dovrebbero avere per rispondere alle prove.

Biologia

Il dominio di contenuto di biologia comprende le conoscenze degli studenti sulla struttura, sui processi vitali, sulla diversità e sulla interdipendenza degli organismi viventi:

- caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi;
- cellule e loro funzioni;
- cicli di vita, riproduzione ed ereditarietà;
- diversità, adattamento e selezione naturale;
- ecosistemi;
- salute dell'uomo.

Gli studenti dell'ottavo anno di scolarità dovrebbero essere in grado di indicare le caratteristiche peculiari che definiscono i gruppi tassonomici principali e classificare gli organismi in base a tali caratteristiche. Dovrebbero anche saper individuare i principali organi del corpo umano e mettere in relazione la struttura e la funzione degli organi e degli apparati ai processi biologici fondamentali.

Gli studenti dovrebbero avere delle conoscenze di base sulle cellule e sulle loro funzioni: dovrebbero essere capaci di descrivere la costituzione delle cellule, individuare le strutture e collegarle alla relativa funzione. Dovrebbero inoltre essere in grado di spiegare in che modo determinati processi biologici, quali la fotosintesi e la respirazione, siano necessari per sostenere la vita.

Gli studenti dovrebbero essere in grado di distinguere tra crescita e sviluppo in organismi diversi. Inoltre dovrebbero saper confrontare la riproduzione sessuata e asessuata in termini di processi biologici a livello cellulare, compresi i principi sull'ereditarietà che implicano la trasmissione di materiale genetico dal/i genitore/i alla prole.

Gli studenti di questo livello di scolarità dovrebbero avere qualche nozione riguardo il concetto di diversità, di adattamento e selezione naturale tra gli organismi. Dovrebbero saper riconoscere le specie moderne in termini di somiglianza di caratteristiche e di capacità riproduttiva all'interno di una popolazione di organismi correlati. Dovrebbero anche essere in grado di collegare la diversità delle caratteristiche con la sopravvivenza o l'estinzione delle specie in ambienti che cambiano. Gli studenti dovrebbero iniziare a considerare le prove relative alla storia e ai cambiamenti nel corso del tempo delle forme di vita sulla Terra, comparando le specie viventi con i resti fossili.

Lo studio degli ecosistemi è essenziale per comprendere l'interdipendenza fra gli organismi viventi e la loro relazione con l'ambiente fisico. A questo livello, gli studenti dovrebbero dimostrare di capire, a livello introduttivo, che l'interdipendenza tra popolazioni di organismi mantiene l'equilibrio nell'ecosistema. Essi dovrebbero saper rappresentare il flusso di energia all'interno di un ecosistema, riconoscere il ruolo degli organismi nel ciclo dei materiali e prevedere gli effetti dei cambiamenti negli ecosistemi. L'effetto dell'attività umana sugli ecosistemi costituisce un aspetto importante per comprendere l'interdipendenza fra organismi viventi e ambiente.

Gli studenti dell'ottavo anno di scolarità dovrebbero dimostrare di avere delle nozioni sulla salute, sulla nutrizione e sulle malattie. Dovrebbero conoscere alcune delle cause delle malattie, saper comunicare le loro conoscenze sui meccanismi di infezione e di trasmissione ed essere informati riguardo l'importanza del sistema immunitario. Dovrebbero, inoltre, essere in grado di descrivere il ruolo di determinate sostanze nutritive per il funzionamento del corpo umano.

Biologia: caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi

1. Indicare le caratteristiche distintive che differenziano i principali gruppi tassonomici e gli organismi al loro interno; classificare gli organismi sulla base della varietà delle caratteristiche fisiche.
2. Individuare gli organi più importanti nel corpo umano; identificare gli organi che compongono gli apparati; spiegare il ruolo degli organi e degli apparati nel sostenere la vita (ad es. circolatorio e respiratorio); confrontare e contrapporre gli organi e gli apparati negli esseri umani e negli altri organismi.
3. Chiarire come, in risposta a cambiamenti interni ed esterni, i processi biologici lavorano per mantenere stabili le condizioni del corpo (ad es. sudare con il caldo, avere brividi con il freddo, incrementare il battito cardiaco durante l'attività fisica).

Biologia: le cellule e le loro funzioni

1. Spiegare che gli organismi viventi sono costituiti da cellule che svolgono le funzioni vitali e operano la divisione cellulare e che i tessuti, gli organi e gli apparati sono formati da gruppi di cellule con strutture e funzioni specializzate; individuare le strutture cellulari e le loro funzioni (es. parete e membrana cellulare, nucleo, cloroplasto, vacuolo); confrontare le cellule vegetali e animali.
2. Descrivere il processo di fotosintesi (la necessità della luce, il diossido di carbonio, l'acqua e la clorofilla; la produzione di nutrimento e il rilascio di ossigeno) e di respirazione cellulare (la necessità dell'ossigeno, la trasformazione del cibo per produrre energia e il rilascio di diossido di carbonio).

Biologia: cicli di vita, riproduzione ed ereditarietà

1. Confrontare e contrapporre la crescita e lo sviluppo di differenti organismi (ad es. esseri umani, piante, insetti, uccelli).
2. Confrontare e contrapporre in termini generali la riproduzione sessuata e asessuata (ad es. la riproduzione asessuata genera una prole identica, mentre la riproduzione sessuata - uova e sperma - genera una discendenza simile ma non identica ad entrambi i genitori).
3. Collegare l'ereditarietà dell'aspetto con la trasmissione del materiale genetico alla prole; distinguere le caratteristiche ereditate da quelle acquisite o apprese.

Biologia: diversità, adattamento e selezione naturale

1. Mettere in relazione la sopravvivenza o l'estinzione delle specie con la variazione delle caratteristiche fisiche/comportamentali di una popolazione e con il successo riproduttivo in ambienti che cambiano.
2. Riconoscere che i fossili sono la prova che importanti gruppi di organismi sono vissuti sulla Terra per determinati periodi di tempo (ad es. esseri umani, rettili, pesci, piante); descrivere come le differenze e le similitudini tra specie viventi e fossili siano la prova dei cambiamenti che si verificano negli esseri viventi nel corso del tempo.

Biologia: ecosistemi

1. Descrivere il flusso di energia in un ecosistema; identificare vari organismi come produttori, consumatori e decompositori; disegnare o interpretare piramidi alimentari o diagrammi di catene alimentari.

2. Descrivere il ruolo degli organismi viventi nel ciclo degli elementi e dei composti (ad es. ossigeno, diossido di carbonio, acqua) presenti sulla superficie terrestre e nell'ambiente.
3. Illustrare l'interdipendenza delle popolazioni di organismi in un ecosistema in termini di effetti sulla competizione e sulla predazione.
4. Identificare i fattori che possono limitare le dimensioni di una popolazione (ad es. malattie, predatori, risorse alimentari, siccità); prevedere gli effetti dei cambiamenti in un ecosistema (ad es. clima, riserve idriche, variazioni demografiche, migrazione) sulle risorse disponibili e sull'equilibrio tra le popolazioni.
5. Riconoscere che la popolazione umana mondiale è in crescita e identificarne le cause (ad es. progressi nella medicina, misure igienico-sanitarie); discutere degli effetti della crescita demografica sull'ambiente.

Biologia: salute dell'uomo

1. Descrivere le cause di comuni malattie (ad es. influenza, morbillo, mal di gola, malaria, HIV), le modalità di infezione o di trasmissione, la prevenzione e l'importanza della resistenza del corpo (immunità) e della sua capacità di guarigione.
2. Spiegare l'importanza della dieta, dell'attività fisica e di uno stile di vita corretto per restare in salute e prevenire le malattie (ad es. cardiopatie, elevata pressione sanguigna, diabete, cancro della pelle e dei polmoni); individuare le fonti alimentari e il ruolo delle sostanze nutritive in una dieta equilibrata (vitamine, sali minerali, proteine, carboidrati e grassi).

Chimica

Per il dominio di contenuto chimica gli studenti vengono valutati sulla conoscenza dei concetti relativi alle seguenti aree tematiche:

- classificazione e composizione della materia;
- proprietà della materia;
- trasformazioni chimiche.

Gli studenti dell'ottavo anno di scolarità dovrebbero saper classificare le sostanze secondo le proprietà fisiche caratteristiche e sapere che tali sostanze possono essere raggruppate in base a proprietà chimiche e fisiche simili. Dovrebbero essere in grado di distinguere fra elementi, composti e miscugli in base alla loro composizione. Dovrebbero inoltre avere una comprensione di base della struttura particellare della materia in termini di atomi e molecole.

Gli studenti dovrebbero avere una chiara conoscenza delle proprietà della materia. Dovrebbero saper descrivere i metodi di separazione dei miscugli in base alle loro proprietà fisiche, definire le soluzioni e riconoscere i fattori che influenzano la velocità di scioglimento dei materiali. Dovrebbero inoltre dimostrare di conoscere alcune proprietà dell'acqua e dei metalli e il loro utilizzo e saper mettere a confronto le proprietà di acidi e basi.

Per quanto riguarda le trasformazioni chimiche, gli studenti dovrebbero riconoscere le differenze fra trasformazioni fisiche e chimiche e dimostrare di avere una conoscenza di base del concetto di conservazione della materia durante tali trasformazioni. Dovrebbero identificare le reazioni comuni che rilasciano o assorbono calore. Dovrebbero inoltre riconoscere la necessità dell'ossigeno nel processo di arrugginimento, ossidazione e combustione e la relativa tendenza di alcune sostanze comuni a subire questo tipo di reazioni.

Chimica: classificazione e composizione della materia

1. Classificare o confrontare le sostanze sulla base di proprietà fisiche caratteristiche che possono essere dimostrate o misurate (ad es. densità, conducibilità termica o elettrica, solubilità, punto di fusione o ebollizione e proprietà magnetiche).
2. Riconoscere che le sostanze possono essere raggruppate in base a proprietà chimiche e fisiche simili; descrivere le proprietà che distinguono i metalli dai non metalli.
3. Distinguere fra sostanze pure (elementi e composti) e miscugli (omogenei ed eterogenei) basandosi sulla loro formazione e composizione e fornire o identificare esempi di ciascuno di essi (solidi, liquidi o gas).
4. Descrivere la struttura della materia in termini di particelle, includendo le molecole come combinazioni di atomi (ad es. H_2O , O_2 , CO_2) e gli atomi come composti da particelle subatomiche (elettroni che girano intorno al nucleo contenente protoni e neutroni).

Chimica: proprietà della materia

1. Selezionare o descrivere i metodi fisici per separare i miscugli nei loro componenti (ad es. filtraggio, distillazione, scioglimento); definire le soluzioni in termini di sostanza(e) (solide, liquide o gassose) sciolta/e in un solvente; collegare il concetto di concentrazione alla quantità di soluto o solvente; spiegare l'effetto di fattori quali la temperatura, il mescolamento e la dimensione delle particelle sulla velocità di scioglimento dei materiali.
2. Collegare il comportamento e l'utilizzo dell'acqua alle sue proprietà fisiche (ad es. punto di fusione ed ebollizione, capacità di sciogliere numerose sostanze, proprietà termiche, espansione per congelamento).

3. Confrontare le proprietà di acidi e basi comuni (gli acidi hanno un sapore aspro e reagiscono con i metalli; le basi di solito hanno un sapore amaro e sono scivolose al tatto; le basi forti e gli acidi sono corrosivi; sia gli acidi che le basi si sciolgono in acqua e reagiscono con gli indicatori per produrre cambiamenti di colore; acidi e basi si neutralizzano a vicenda).

Chimica: trasformazioni chimiche

1. Differenziare i cambiamenti chimici da quelli fisici in termini di trasformazione (reazione) di una o più sostanze pure (reagenti) in sostanze pure differenti (prodotti); dimostrare, con esempi comuni, che ha avuto luogo una trasformazione chimica (ad es. cambiamento di temperatura, produzione di gas, cambiamento di colore, emissione di luce).
2. Riconoscere che la massa si conserva nel corso di una trasformazione chimica; sapere che alcune trasformazioni chimiche rilasciano energia (calore, luce) mentre altre la assorbono; classificare le trasformazioni chimiche comuni sia per rilascio che per assorbimento di calore (combustione, neutralizzazione e cottura).
3. Riconoscere che l'ossigeno è necessario nelle comuni reazioni di ossidazione (combustione, arrugginimento, ossidazione); mettere in relazione la sua importanza nelle misure di precauzione contro il fuoco e per la conservazione di oggetti metallici (monete, macchine, teglie, statue); ordinare le sostanze comuni a seconda della velocità di combustione, arrugginimento e ossidazione.

Fisica

Nel dominio di contenuto fisica la comprensione, da parte degli studenti, dei concetti relativi ai processi fisici e all'energia viene rilevata per le seguenti aree tematiche:

- stati fisici e trasformazioni della materia;
- trasformazioni dell'energia, calore e temperatura;
- luce e suono;
- elettricità e magnetismo;
- forze e moto.

Gli studenti dell'ottavo anno di scolarità dovrebbero essere in grado di descrivere i processi coinvolti nei cambiamenti di stato e iniziare a collegare gli stati della materia alla distanza e al movimento tra le particelle. Dovrebbero dimostrare di sapere che la massa si conserva durante le trasformazioni fisiche. Sono oggetto di rilevazione anche i concetti relativi alle trasformazioni di energia, al calore e alla temperatura.

Gli studenti dovrebbero essere in grado di identificare le diverse forme di energia, descrivere semplici trasformazioni di energia e applicare il principio della conservazione dell'energia totale nelle situazioni pratiche. Inoltre dovrebbero saper collegare il calore al trasferimento di energia e i cambiamenti di temperatura alle variazioni di velocità delle particelle.

Fisica: stati fisici e trasformazioni della materia

1. Applicare le conoscenze sul movimento e sulla distanza tra le particelle per spiegare le proprietà fisiche dei solidi, dei liquidi e dei gas (volume, forma, densità, comprimibilità).
2. Descrivere i processi di fusione, congelamento, ebollizione, evaporazione e condensazione come cambiamenti di stato derivanti dall'aggiunta o dalla rimozione del calore; collegare

la velocità o l'entità di tali processi con fattori fisici (ad es. superficie, sostanze disciolte, temperatura); riconoscere che la temperatura rimane costante durante i cambiamenti di stato; spiegare che la massa rimane invariata durante le trasformazioni fisiche (ad es. cambiamenti di stato, scioglimento dei solidi, dilatazione termica).

Fisica: trasformazioni di energia, calore e temperatura.

1. Individuare diverse forme di energia (ad es. meccanica, luminosa, sonora, elettrica, termica, chimica), descrivere semplici trasformazioni di energia (ad es. combustione in un motore per spostare un'automobile, energia elettrica per accendere la luce, energia luminosa convertita in energia chimica nella fotosintesi, energia idroelettrica, trasformazioni dell'energia cinetica in energia potenziale e viceversa); applicare le conoscenze sul concetto di conservazione dell'energia totale.
2. Mettere in relazione il calore con il passaggio di energia da un oggetto con una temperatura alta ad uno con temperatura più bassa; confrontare la conducibilità termica relativa di materiali diversi; confrontare e contrapporre metodi di trasmissione del calore (conduzione, convezione e irradiazione).
3. Mettere in relazione le variazioni di temperatura con i cambiamenti nel volume e/o nella pressione e con i cambiamenti nel moto o nella velocità delle particelle.

Fisica: luce e suono

1. Descrivere o identificare alcune proprietà fondamentali della luce (ad es. trasmissione attraverso mezzi diversi, velocità della luce, riflessione, rifrazione, assorbimento, scomposizione della luce bianca nei colori che la compongono); mettere in

relazione l'aspetto o il colore degli oggetti con le proprietà della luce riflessa o assorbita; risolvere problemi pratici relativi alla riflessione della luce da specchi piani e alla formazione di ombre; interpretare i semplici percorsi (diagrammi) dei raggi per identificare il percorso della luce e individuare immagini riflesse o proiettate usando le lenti.

2. Riconoscere le caratteristiche del suono (intensità, tonalità, ampiezza, frequenza); descrivere o identificare alcune proprietà fondamentali del suono (necessità di un mezzo di trasmissione, riflessione e assorbimento da parte delle superfici e velocità relativa nei diversi mezzi).

Fisica: elettricità e magnetismo

1. Descrivere il flusso di corrente in un circuito elettrico; disegnare o identificare schemi che rappresentano circuiti completi (in serie e in parallelo); classificare i materiali come conduttori o isolanti elettrici; descrivere i fattori che influenzano la corrente nei circuiti; riconoscere la relazione esistente fra corrente e tensione all'interno di un circuito.
2. Descrivere le proprietà dei magneti permanenti e degli elettromagneti, nonché gli effetti della forza magnetica; descrivere gli usi dei magneti permanenti e degli elettromagneti nella vita quotidiana (ad es. campanello della porta, fabbriche per il riciclaggio).

Fisica: forze e moto

1. Descrivere il moto (uniforme e non uniforme) di un oggetto in termini di posizione, direzione e velocità; descrivere i tipi fondamentali di forze (ad es. il peso come forza dovuta alla gravità, la forza di contatto, la spinta idrostatica, l'attrito);

prevedere i cambiamenti nel moto (se presenti) di un oggetto basandosi sulle forze che agiscono su di esso.

2. Spiegare i fenomeni fisici osservabili in termini di differenze di densità (ad es. oggetti che galleggiano o affondano, palloncini che volano).
3. Dimostrare una conoscenza di base del lavoro e delle funzioni delle macchine semplici (ad es. leve e rampe) utilizzando esempi comuni.
4. Spiegare la pressione in termini di forza e superficie; descrivere gli effetti relativi alla pressione (ad es. pressione atmosferica come funzione dell'altitudine, pressione oceanica come funzione della profondità, pressione del gas nei palloncini, livelli dei fluidi).

Scienze della Terra

Il dominio di contenuto scienze della Terra riguarda lo studio della Terra e della sua posizione all'interno del sistema solare e dell'universo. Gli argomenti trattati fanno riferimento a vari ambiti: geologia, astronomia, meteorologia, idrologia, oceanografia e hanno collegamenti con la biologia, la chimica e la fisica. Anche se non tutti i paesi partecipanti prevedono un insegnamento di scienze della Terra che comprenda tutti gli argomenti citati, le conoscenze relative a questo dominio sono comunque incluse in un curriculum di scienze fisiche e scienze della vita o nell'insegnamento di materie quali la geografia e la geologia.

Data l'impossibilità di redigere un unico curriculum di scienze della Terra valido per tutti i paesi, il Quadro di riferimento di scienze prevede le seguenti aree tematiche, considerate universalmente importanti per gli studenti dell'ottavo anno di scolarità per poter comprendere il pianeta in cui vivono e il posto che esso occupa nell'Universo:

- struttura e caratteristiche fisiche della Terra;

- processi, cicli e storia della Terra;
- risorse della Terra, uso e conservazione;
- la Terra nel sistema solare e nell'Universo.

Gli studenti dell'ottavo anno di scolarità dovrebbero avere delle conoscenze generali sulla struttura e sulle caratteristiche fisiche della Terra. Essi dovrebbero dimostrare di conoscere la struttura e le caratteristiche fisiche della crosta terrestre, del mantello e del nucleo e saper descrivere la distribuzione dell'acqua sulla Terra, incluso lo stato fisico, la composizione e il movimento. Gli studenti dovrebbero avere familiarità con la relativa ricchezza dei componenti principali dell'aria e con i cambiamenti nelle condizioni atmosferiche in relazione all'altitudine.

Per quanto riguarda i processi, i cicli e la storia della Terra, gli studenti dovrebbero saper fornire delle descrizioni che si basano sul concetto di cicli e sequenze. In particolare, dovrebbero essere in grado di illustrare a parole o con schemi il ciclo delle rocce ed il ciclo dell'acqua; avere il senso dell'ampiezza delle scale temporali e descrivere alcuni processi fisici ed eventi geologici che hanno avuto luogo sulla Terra nel corso di miliardi di anni. Dovrebbero saper interpretare e usare i dati o le carte collegando i fattori locali o globali alle condizioni climatiche e saper fare una distinzione tra i cambiamenti meteorologici giornalieri e il clima generale in varie regioni del mondo.

Gli studenti dovrebbero dimostrare di conoscere le risorse della Terra, il loro utilizzo e la loro conservazione, fornendo esempi di risorse rinnovabili e non rinnovabili, descrivendo metodi di conservazione e riciclo, collegando i metodi usati in agricoltura e l'utilizzo del suolo alle risorse di quest'ultimo e illustrando i fattori legati alla disponibilità e alla domanda di acqua dolce.

Gli studenti dell'ottavo anno dovrebbero anche avere una qualche conoscenza del sistema solare in termini di distanze relative, di dimensioni e di movimenti del Sole, dei pianeti e dei rispettivi satelliti e di come i fenomeni sulla Terra si riferiscono al

moto dei corpi celesti nel sistema solare. Dovrebbero, infine, confrontare le caratteristiche fisiche della Terra rispetto alla Luna e agli altri pianeti con riferimento alle condizioni favorevoli alla vita.

Scienze della Terra: strutture e caratteristiche fisiche della Terra

1. Descrivere la struttura e le caratteristiche fisiche della crosta terrestre, del mantello e del nucleo facendo riferimento a fenomeni osservabili (ad es. terremoti, vulcani); descrivere le caratteristiche e gli usi delle rocce, dei minerali e del suolo; descrivere la formazione del suolo.
2. Confrontare lo stato fisico, il movimento, la composizione e la relativa distribuzione dell'acqua sulla Terra.
3. Riconoscere che l'atmosfera terrestre è una miscela di gas e identificare la relativa abbondanza dei suoi principali elementi; mettere in relazione i cambiamenti delle condizioni atmosferiche con l'altitudine.

Scienze della Terra: processi, cicli e storia della Terra

1. Descrivere i processi generali nel ciclo delle rocce; individuare o descrivere i processi fisici e i principali eventi geologici che sono accaduti nel corso di milioni di anni (ad es. erosione, attività vulcanica, formazione di montagne, movimenti delle placche); spiegare la formazione dei fossili e dei combustibili fossili.
2. Schematizzare o descrivere i processi relativi al ciclo dell'acqua sulla Terra, facendo riferimento al Sole come fonte di energia e al ruolo del movimento delle nuvole e dei corsi d'acqua nella circolazione e nel rinnovo dell'acqua dolce sulla superficie terrestre.

3. Confrontare i climi stagionali in relazione alla latitudine, all'altitudine e alla geografia; identificare o descrivere i cambiamenti climatici a breve o a lungo termine (ad es. ere glaciali, riscaldamento globale, eruzioni vulcaniche, cambiamenti nelle correnti oceaniche); interpretare dati o carte e mettere in relazione la sequenza dei cambiamenti meteorologici con fattori globali e locali quali temperatura, pressione, precipitazioni, velocità e direzione del vento.

Scienze della Terra: risorse della Terra, loro uso e conservazione

1. Fornire esempi di risorse rinnovabili e non rinnovabili; discutere i vantaggi e gli svantaggi delle diverse fonti di energia; descrivere i metodi di conservazione delle risorse e della gestione dei rifiuti (ad es. il riciclaggio); mettere in relazione alcune problematiche ambientali con le loro possibili cause ed effetti (ad es. inquinamento, surriscaldamento globale, deforestazione, desertificazione); chiarire come la scienza, la tecnologia e il comportamento umano possono essere usati per affrontare tali problematiche.
2. Spiegare come le metodologie agricole comuni e l'utilizzo del territorio (ad es. coltivazione, disboscamento, estrazione mineraria) possano avere effetti sulle risorse territoriali; illustrare come si ottiene l'acqua dolce (ad es. purificazione, desalinizzazione, irrigazione); spiegare l'importanza della conservazione dell'acqua.

Scienze della Terra: la Terra nel sistema solare e nell'Universo

1. Spiegare alcuni fenomeni (l'alternanza del giorno e della notte, la durata dell'anno, le stagioni nell'emisfero australe e boreale;

le maree, le fasi lunari, l'eclissi, l'aspetto del Sole, della Luna, dei pianeti e delle costellazioni) in termini di moti relativi, di distanze e dimensioni della Terra, della Luna e degli altri corpi celesti all'esterno del sistema solare.

2. Confrontare e contrapporre le caratteristiche fisiche della Terra rispetto alla Luna e agli altri pianeti (ad. es. atmosfera, temperatura, acqua, distanza dal Sole, periodo di rivoluzione e di rotazione, condizioni favorevoli alla vita); riconoscere il ruolo della gravità nel sistema solare (ad es. maree, mantenimento dei pianeti e dei satelliti in orbita, spinta verso la superficie della Terra).

Domini cognitivi di scienze – quarto ed ottavo anno di scolarità

Per rispondere correttamente ai quesiti delle prove TIMSS, gli studenti devono avere una certa familiarità con gli argomenti di scienze oggetto di valutazione, ma devono anche far riferimento ad una gamma di abilità cognitive. La descrizione di queste abilità gioca un ruolo fondamentale nello sviluppo di un'indagine come TIMSS 2011; queste, infatti, sono essenziali nell'assicurare che l'indagine copra uno spettro appropriato di abilità cognitive indagate attraverso i domini di contenuto già descritti.

Questa sezione descrive a grandi linee le abilità e le competenze associate alla dimensione cognitiva.

La dimensione cognitiva è articolata in tre domini, che rappresentano ciò che gli studenti devono conoscere e saper fare per rispondere ai vari quesiti di TIMSS 2011. Il primo dominio, la conoscenza, fa riferimento ai fatti scientifici, alle procedure e ai concetti che gli studenti devono conoscere; il secondo dominio, l'applicazione, riguarda la capacità dello studente di applicare le conoscenze e di comprendere concettualmente un problema scientifico. Il terzo dominio, il ragionamento, va oltre la soluzione dei problemi scientifici ordinari per comprendere situazioni non familiari, contesti complessi e problemi che richiedono una soluzione in più fasi.

Questi tre domini cognitivi vengono utilizzati per entrambi i livelli di scolarità, tuttavia la percentuale di quesiti relativi a ciascuno di essi varia tra il quarto e l'ottavo anno, in relazione alla maggiore abilità cognitiva, alla maturità, al livello scolastico, all'esperienza, all'estensione e alla profondità delle conoscenze degli studenti della classe più elevata (vedi tab. 8). Pertanto la percentuale di quesiti che fanno riferimento al dominio conoscenza è maggiore per il quarto anno di scolarità, mentre la percentuale di quesiti relativi al dominio ragionamento è maggiore per l'ottavo anno. Per entrambi i livelli di scolarità, ciascun dominio di

contenuto comprende quesiti sviluppati in relazione a ciascuno dei tre domini cognitivi. Ad esempio, il dominio di contenuto di scienze della vita, così come gli altri domini, presenta quesiti di conoscenza, di applicazione e di ragionamento.

Tabella 8: Percentuale di quesiti relativi a ciascun dominio cognitivo per il quarto e l'ottavo anno di scolarità.

Domini Cognitivi	Percentuale	
	Quarto Anno	Ottavo Anno
Conoscenza	40%	35%
Applicazione	40%	35%
Ragionamento	20%	30%

Mentre fra i tre domini cognitivi si osserva una certa gerarchia per quanto riguarda la divisione dei comportamenti, all'interno di ciascuno di essi si prevedono quesiti con livelli di difficoltà differenti. Le sezioni seguenti descrivono ulteriormente le abilità e le competenze degli studenti che definiscono ciascun dominio cognitivo. Alla descrizione generale segue un elenco di conoscenze e abilità che gli studenti dovrebbero possedere per rispondere alle prove.

Conoscenza

Il dominio cognitivo conoscenza fa riferimento alla conoscenza di base, da parte degli studenti, di fatti, informazioni, concetti e strumenti scientifici. Una conoscenza fattuale ampia e precisa consente agli studenti di impegnarsi con successo nelle attività cognitive più complesse, essenziali per affrontare l'attività di ricerca scientifica. Gli studenti dovrebbero ricordare e riconoscere precise affermazioni scientifiche; possedere la conoscenza del vocabolario, dei fatti, delle informazioni, dei simboli e delle unità e selezionare le apparecchiature adatte, le attrezzature, i dispositivi per le misurazioni e le operazioni sperimentali da utilizzare nel

condurre le indagini. Questo dominio cognitivo include inoltre la selezione da parte dello studente di esempi chiarificatori a sostegno delle proprie affermazioni su fatti o concetti.

1	Ricordare/ Riconoscere	Formulare o identificare in modo preciso enunciati su fatti, relazioni, processi e concetti scientifici; individuare le caratteristiche o le proprietà particolari di organismi, materiali e processi.
2	Definire	Proporre o individuare definizioni di termini scientifici; riconoscere e utilizzare un linguaggio scientifico, simboli, abbreviazioni, unità e scale in contesti rilevanti
3	Descrivere	Descrivere organismi, materiali fisici, processi scientifici che dimostrano la conoscenza di proprietà, strutture, funzioni e relazioni.
4	Illustrare con esempi	Supportare o chiarire affermazioni inerenti fatti o concetti con esempi appropriati; identificare o fornire esempi specifici per illustrare la conoscenza di concetti generali.
5	Dimostrare la conoscenza di strumenti scientifici	Dimostrare di conoscere l'uso di apparecchiature scientifiche, di attrezzature, strumenti, dispositivi di misurazione e scale.

Applicazione

I quesiti di questo dominio cognitivo implicano la capacità di applicare le conoscenze e di comprendere i problemi scientifici in situazioni semplici. Per questo sono previsti quesiti che richiedono agli studenti di confrontare, contrapporre e classificare; di interpretare informazioni scientifiche alla luce di un concetto o di un principio scientifico e di utilizzare e applicare la comprensione

dei concetti e dei principi scientifici per individuare una soluzione o per formulare una spiegazione. I quesiti sviluppati per questo dominio cognitivo possono anche implicare l'applicazione diretta o la dimostrazione di relazioni, equazioni e formule in contesti che sono probabilmente familiari nell'insegnamento e nell'apprendimento di concetti scientifici. Sono inclusi sia problemi quantitativi, che richiedono una soluzione numerica, sia problemi qualitativi, che richiedono una risposta di tipo descrittivo. Nell'articolare le spiegazioni, gli studenti dovrebbero essere in grado di usare grafici o modelli per illustrare strutture e relazioni e dimostrare di conoscere i concetti scientifici.

1	Confrontare/ Contrapporre/ Classificare	Individuare o descrivere analogie e differenze tra gruppi di organismi, di materiali o di processi; distinguere, ordinare o classificare singoli oggetti, materiali, organismi e processi che si basano su determinate caratteristiche e proprietà.
2	Usare i modelli	Utilizzare un diagramma o un modello per dimostrare la comprensione di un concetto scientifico, di una struttura, di una relazione, di un processo, di un sistema biologico o fisico o di un ciclo (ad es. catena alimentare, circuito elettrico, ciclo dell'acqua, sistema solare, struttura atomica).
3	Collegare	Collegare la conoscenza di un concetto di fondo che riguarda la biologia o la fisica a una proprietà osservata o dedotta, a un comportamento, o all'utilizzo di oggetti, organismi o materiali.
4	Interpretare le informazioni	Interpretare informazioni relative a un testo, ad una tabella o a un grafico alla luce di un concetto o principio scientifico.

5	Trovare soluzioni	Riconoscere e utilizzare una relazione scientifica, un'equazione o una formula per trovare una soluzione qualitativa o quantitativa che implica un'applicazione/dimostrazione diretta di un concetto.
6	Spiegare	Proporre e articolare una spiegazione per un fenomeno naturale o un'osservazione, che dimostri la comprensione di un concetto, di un principio, di una legge o una teoria scientifica che ne sta alla base.

Ragionamento

Il dominio cognitivo ragionamento riguarda i compiti scientifici più complessi. Uno degli obiettivi principali dello studio delle scienze è quello di stimolare gli studenti ad applicare il metodo scientifico per risolvere i problemi, per articolare spiegazioni, per trarre conclusioni, per prendere decisioni ed estendere le conoscenze acquisite a nuove situazioni. Alcune situazioni, implicando contesti non familiari o più complessi, oltre a prevedere la diretta applicazione dei concetti scientifici, come esemplificato nel dominio applicazione, richiedono agli studenti di ragionare, per fornire una risposta partendo da principi scientifici. Le soluzioni possono prevedere di scomporre il problema nelle parti che lo compongono e ciascuna può richiedere l'applicazione di un concetto scientifico o una relazione. Agli studenti potrebbe essere richiesto di analizzare un problema per determinare i principi coinvolti sottintesi; di ideare e articolare strategie per trovare soluzioni; di selezionare e di applicare equazioni, formule, relazioni o tecniche analitiche appropriate nonché di valutare le relative alternative. Soluzioni corrette possono derivare da diversi approcci o strategie: sviluppare la capacità di considerare strategie alternative è, infatti, un obiettivo educativo importante.

Agli studenti potrebbe essere chiesto di trarre conclusioni dai dati o dai fatti scientifici, dando prova di capacità di ragionamento induttivo e deduttivo, e di comprendere il problema da un punto di vista di causa e effetto. Gli studenti dovrebbero saper valutare e prendere decisioni, soppesare i vantaggi e gli svantaggi di materiali e processi alternativi, considerare l'impatto di diversi tentativi scientifici e valutare le soluzioni dei problemi. In particolare a partire dall'ottavo anno di scolarità, gli studenti dovrebbero considerare e valutare le soluzioni alternative, estendere le conclusioni a nuove situazioni, e giustificare le spiegazioni sulla base dell'evidenze empiriche e delle conoscenze scientifiche. La capacità di ragionamento scientifico è richiesta per la formulazione di ipotesi e per progettare indagini scientifiche che le comprovino, nonché per analizzare e interpretare i dati. Le abilità previste in quest'ambito, introdotte in maniera elementare nella scuola primaria, sono ulteriormente sviluppate negli anni di studio successivi.

Alcuni quesiti di questo dominio cognitivo possono essere incentrati su concetti unificanti e su temi concettuali importanti e possono richiedere agli studenti di mettere insieme le conoscenze relative a diversi argomenti per applicarle a nuove situazioni. Pertanto i quesiti possono prevedere l'integrazione della matematica e delle scienze e/o l'integrazione e la sintesi di concetti appartenenti ai vari domini delle scienze.

1	Analizzare	Analizzare i problemi per determinare le relazioni, i concetti e le fasi rilevanti per la risoluzione; sviluppare e spiegare le strategie di risoluzione.
2	Integrare/ Sintetizzare	Fornire soluzioni a problemi che richiedono di considerare un certo numero di fattori diversi o concetti correlati; fare associazioni o collegamenti fra i concetti di diverse aree scientifiche; dimostrare di comprendere i concetti e i temi unificati di diversi ambiti scientifici; integrare concetti o procedure matematiche nelle soluzioni di problemi scientifici.
3	Ipotizzare/ Prevedere	Combinare la conoscenza dei concetti scientifici con informazioni provenienti dall'esperienza o dall'osservazione per formulare domande a cui è possibile rispondere con un'indagine. Formulare ipotesi verificabili elaborando le conoscenze derivanti dall'osservazione e/o dall'analisi di informazioni scientifiche e dalla comprensione concettuale; fare previsioni sugli effetti dei cambiamenti nelle condizioni fisiche o biologiche sulla base delle evidenze empiriche e delle conoscenze scientifiche.
4	Pianificare	Pianificare o programmare indagini adeguate per rispondere a domande scientifiche o per testare ipotesi; descrivere o riconoscere le caratteristiche di indagini ben pianificate in termini di variabili da misurare e controllare e di relazioni di causa-effetto; prendere decisioni in merito alle misure o alle procedure da utilizzare per condurre le indagini

5	Trarre conclusioni	Rilevare una modellizzazione nei dati o descrivere o riassumere andamenti tendenziali, interpolare o estrapolare da dati o da informazioni date; fare valide inferenze sulla base di evidenze empiriche e/o della comprensione di concetti scientifici. Trarre conclusioni appropriate che affrontano quesiti o ipotesi e dimostrano le relazioni di causa ed effetto.
6	Generalizzare	Trarre conclusioni generali che vadano oltre i presupposti forniti o sperimentali ed estendere le conclusioni a situazioni nuove; determinare formule generali per esprimere relazioni fisiche.
7	Valutare	Soppesare vantaggi e svantaggi nel prendere decisioni riguardanti processi, materiali e risorse alternative; considerare i fattori scientifici e sociali per valutare l'impatto della scienza e della tecnologia sui sistemi biologici e fisici; analizzare spiegazioni alternative e strategie di <i>problem solving</i> ; valutare i risultati delle indagini con riferimento all'adeguatezza dei dati per sostenere le conclusioni.
8	Giustificare	Utilizzare le evidenze empiriche e le conoscenze scientifiche per giustificare le spiegazioni e le soluzioni dei problemi; costruire delle argomentazioni per sostenere la ragionevolezza delle soluzioni ai problemi, le conclusioni ricavate dalle indagini e le spiegazioni scientifiche.

L'indagine scientifica in TIMSS 2011

Nel Quadro di riferimento di scienze l'indagine scientifica è un aspetto fondamentale della conoscenza scientifica, inerente tutti i campi delle scienze e con contenuti e abilità di base. I quesiti e le prove relative a questo aspetto richiedono agli studenti di dimostrare di conoscere gli strumenti e i metodi necessari per fare scienza, di applicare queste conoscenze per fare ricerca e di articolare le proprie conoscenze scientifiche per proporre spiegazioni basate sulle evidenze empiriche. Nell'indagine TIMSS queste prove non sono considerate al di fuori di un contesto, ma sono sempre collocate all'interno dei domini di contenuto (biologia, chimica, ecc.) e attingono dall'insieme totale di capacità proprie dei domini cognitivi.

Per entrambi i livelli di scolarità gli studenti dovrebbero possedere una conoscenza generale della natura delle scienze e delle caratteristiche dell'indagine scientifica, inclusi il fatto che la conoscenza scientifica è soggetta a cambiamenti, l'importanza di utilizzare diversi tipi di ricerca per verificarla, l'impiego di "metodi scientifici" di base, la comunicazione dei risultati e l'interazione fra scienze, matematica e tecnologia. Gli studenti, inoltre, dovrebbero dimostrare di padroneggiare i cinque aspetti più importanti del processo alla base di una indagine scientifica:

- formulare domande e ipotesi;
- progettare indagini;
- rappresentare dati;
- analizzare e interpretare dati;
- trarre conclusioni e sviluppare spiegazioni.

Questi aspetti dell'indagine scientifica sono appropriati per gli studenti di entrambi i livelli di scolarità, ma la complessità delle conoscenze e delle capacità richieste aumenta man mano che si sale di livello scolastico, in relazione allo sviluppo cognitivo degli studenti.

Lo studio delle scienze al quarto anno di scolarità si basa sull'osservazione e sulla descrizione, per questo gli studenti di questa classe dovrebbero essere in grado di formulare domande alle quali è possibile rispondere con osservazioni o informazioni ricavate dal mondo naturale. Per ottenere elementi per rispondere a queste domande, essi dovrebbero dimostrare di comprendere quali siano gli elementi da considerare per fare un "esperimento valido", ed essere in grado di descrivere e di condurre un'indagine che si basi su osservazioni sistematiche o misurazioni utilizzando semplici strumenti, dispositivi o procedure. Essi, inoltre, dovrebbero illustrare i risultati con semplici grafici e diagrammi, identificare relazioni semplici e descrivere brevemente i risultati delle loro indagini. Agli studenti di questo livello viene richiesto di scrivere le conclusioni ricavate dalle indagini sotto forma di risposta ad una domanda specifica.

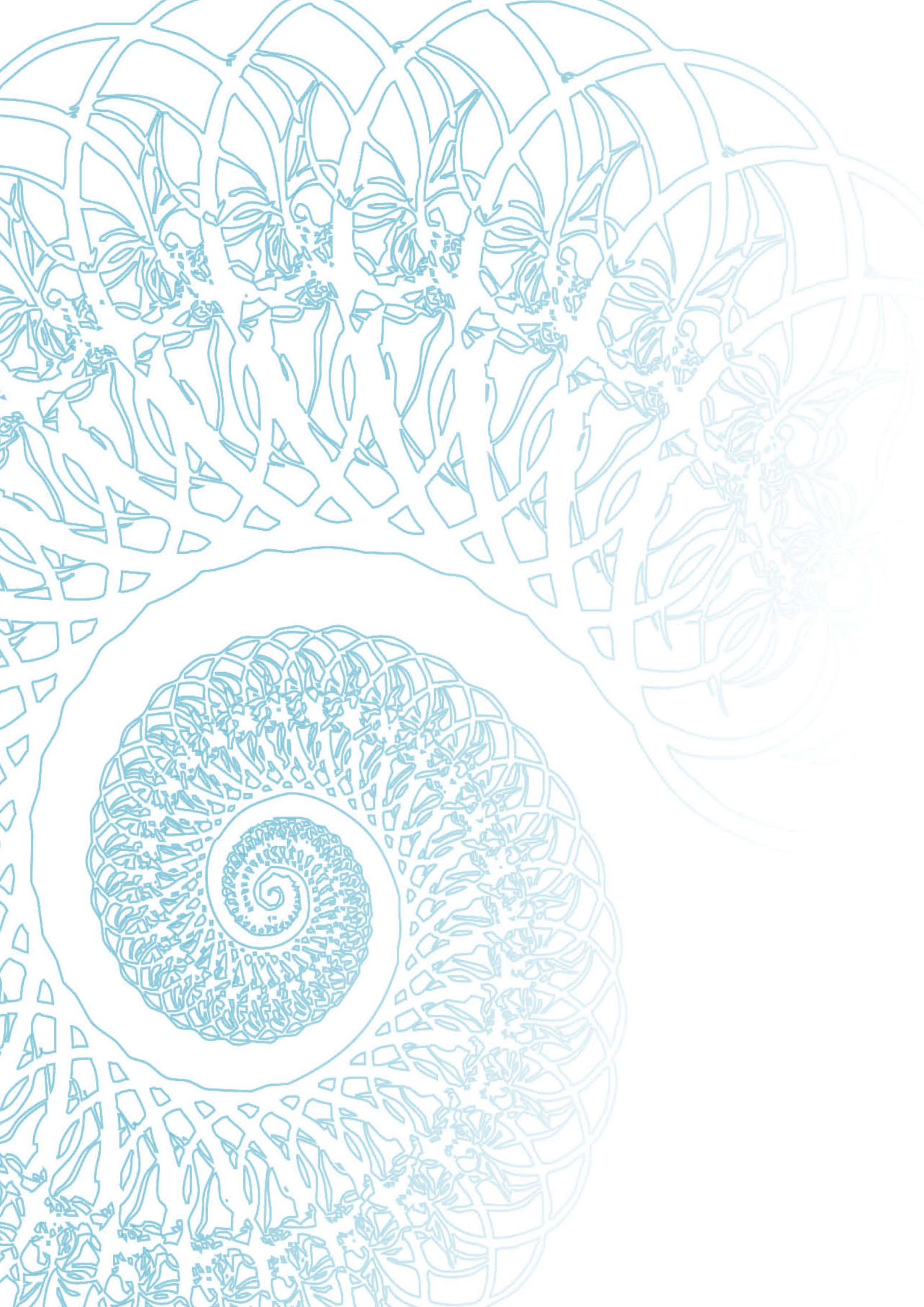
Gli studenti dell'ottavo anno di scolarità dovrebbero dimostrare un approccio più strutturato all'indagine scientifica che preveda una maggiore capacità decisionale e valutativa. Essi dovrebbero anche essere in grado di formulare un'ipotesi o una previsione che è possibile verificare con un'indagine; dovrebbero dimostrare di comprendere il rapporto di causa-effetto e l'importanza di specificare le variabili da tenere sotto controllo o da variare in un'indagine ben progettata. Inoltre può essere loro richiesto di decidere le misurazioni da fare e quali strumenti e procedimenti utilizzare. A questo livello scolastico, gli studenti dovrebbero essere in grado di utilizzare la terminologia, le unità, la precisione, il formato e le scale appropriate. Essi dovrebbero dimostrare di avere abilità di analisi dei dati più avanzate che consenta loro di selezionare e applicare tecniche matematiche appropriate e descrivere sequenze (*pattern*) di dati. Dovrebbero valutare i risultati delle loro indagini considerando l'adeguatezza dei dati ottenuti a sostegno delle conclusioni rispetto alla domanda o alle ipotesi in esame.

TIMSS fornisce inoltre dati sulla capacità degli studenti di entrambi i livelli di scolarità di articolare spiegazioni basate sulle evidenze delle indagini scientifiche, questo consente di avere un'ulteriore misura del loro grado di comprensione e di applicazione dei concetti scientifici correlati. A partire dall'ottavo anno, inoltre, gli studenti dovrebbero essere in grado di formulare spiegazioni in termini di relazioni di causa-effetto tra le variabili e sulla base delle conoscenze scientifiche. A questo livello scolastico gli studenti dovrebbero anche iniziare a considerare spiegazioni alternative e applicare o estendere le proprie conclusioni a situazioni nuove.

Quadro di riferimento relativo ai contesti

Capitolo

3



Capitolo 3

Quadro di riferimento relativo ai contesti

Introduzione

Questo capitolo fornisce alcune indicazioni essenziali relative ai contesti entro cui si collocano le risposte date dagli studenti in TIMSS. Le caratteristiche di questi contesti sono ricostruite sulla base delle informazioni raccolte tramite i questionari somministrati agli studenti, ai loro insegnanti e ai dirigenti scolastici. Inoltre, i responsabili del progetto di ciascun paese hanno compilato un questionario contenente domande relative al proprio contesto nazionale e ai relativi programmi di studio di matematica e di scienze. Dal momento che l'apprendimento avviene sempre all'interno di un contesto e non in modo isolato, TIMSS si propone di raccogliere anche informazioni relative a importanti fattori che possono favorire e promuovere l'insegnamento e l'apprendimento della matematica e delle scienze. I questionari si focalizzano sulle procedure e sulle pratiche didattiche che si sono dimostrate efficaci per migliorare il rendimento degli studenti. Ciò consente a ciascun paese di valutare in maniera più completa i propri risultati nelle prove TIMSS, tenendo in considerazione aspetti rilevanti del contesto scolastico e familiare, oltre che specifiche pratiche di insegnamento proprie del sistema scolastico nazionale che possono incidere sul rendimento degli studenti.

Esistono numerosi fattori di contesto che possono incidere sull'apprendimento e sul rendimento degli studenti; rappresentano alcuni esempi il tipo di scuola, le risorse disponibili al suo interno, gli approcci didattici, le caratteristiche dei docenti, gli atteggiamenti degli studenti, il sostegno ricevuto a casa nello studio ecc. Per comprendere appieno il senso dei risultati TIMSS e utilizzarli conseguentemente al fine di migliorare il rendimento degli studenti

in matematica e in scienze, è importante comprendere anche i contesti in cui avviene l'apprendimento.

Così come il Quadro di riferimento di matematica e di scienze fornisce una descrizione di quali siano gli aspetti di tali aree disciplinari oggetto della rilevazione, il Quadro di riferimento relativo ai contesti identifica alcune delle principali caratteristiche del contesto sociale ed educativo da prendere in considerazione al fine di migliorare il rendimento degli studenti.

Generalmente la maggior parte delle nozioni di matematica e di scienze vengono acquisite, dagli studenti del quarto e ottavo anno di scolarità, a scuola e in casa, pur se influenzati in certa misura anche da esperienze vissute in altri contesti. Un supporto reciproco tra contesto scolastico, di classe e familiare può favorire un clima estremamente positivo per l'apprendimento. Al fine di riflettere questo tipo di situazione, il Quadro di riferimento relativo ai contesti include quattro macro aree:

- contesto nazionale e della comunità locale;
- contesto scolastico;
- contesto classe;
- contesto familiare e sociale degli studenti e loro atteggiamenti.

Il modello di curriculum utilizzato in TIMSS

Basandosi sull'esperienza dell'IEA e sui precedenti cicli TIMSS, la rilevazione TIMSS 2011 utilizza il curriculum quale principale concetto organizzatore per comprendere come vengano fornite le opportunità educative e quali siano i fattori che influenzano il modo in cui tali opportunità vengono utilizzate in maniera più o meno efficace. TIMSS esamina gli obiettivi curriculari, il modo in cui i sistemi scolastici sono organizzati al fine di facilitarne il perseguimento e in che misura questi siano effettivamente raggiunti.

A livello nazionale e di comunità locale, ad esempio, il sistema di

valori delle persone, le caratteristiche demografiche della popolazione e l'entità delle risorse disponibili possono influenzare sia l'identificazione delle nozioni di matematica e scienze che la società ritiene che i propri studenti debbano apprendere, sia la definizione del contesto in cui tale apprendimento debba avvenire. Un'organizzazione scolastica efficiente e un ambiente scolastico sicuro e collaborativo facilitano l'attuazione del curriculum previsto, così come un corpo docente preparato e motivato, la presenza di attrezzature adeguate e un clima positivo in classe. Anche strategie di insegnamento efficaci, la disponibilità e l'utilizzo di strumenti tecnologici e l'ampiezza dei contenuti curriculari contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Gli studenti differiscono nelle loro conoscenze e abilità di base, nel sostegno che ricevono in famiglia, così come nella motivazione e nell'interesse rispetto all'apprendimento della matematica e delle scienze. Il successo da parte della scuola e degli insegnanti nell'implementare il curriculum e nel contribuire alla formazione degli studenti è influenzato dai prerequisiti degli studenti così come dal loro atteggiamento nei confronti dell'apprendimento.

Per comprendere meglio i fattori di contesto che influenzano il rendimento degli studenti in matematica e in scienze, TIMSS utilizza informazioni di contesto provenienti da fonti differenti. Per fornire le informazioni riguardanti i contesti nazionali che contribuiscono alla definizione dei contenuti e dell'organizzazione del curriculum previsto, nonché dei processi decisionali di natura politica, viene pubblicata l'*Encyclopedia TIMSS* (Mullis, Martin, Olson, Berger, Milne, & Stanco, 2008). L'*Encyclopedia TIMSS 2011* contiene una descrizione della didattica della matematica e delle scienze in ciascuno dei paesi partecipanti. Nell'introduzione, basata sulle risposte fornite ai questionari sui curricula nazionali, vengono focalizzati per ciascun paese gli elementi contestuali riferibili al sostegno e alla realizzazione dei curricula di matematica e di scienze. Al fine di ottenere informazioni sulle variabili relative alla scuola, alla classe e agli studenti, associate all'insegnamento della matematica e delle scienze,

e relative alle caratteristiche e agli atteggiamenti degli studenti, nella rilevazione TIMSS 2011 sono stati somministrati questionari di contesto agli stessi studenti inclusi nella rilevazione, ai loro insegnanti e ai dirigenti delle loro scuole. Per i paesi che hanno partecipato sia a TIMSS che a PIRLS per il quarto anno di scolarità c'è l'ulteriore opportunità di ottenere informazioni anche dai genitori (o da chi ne fa le veci) degli studenti.

Il contesto nazionale e della comunità locale

Fattori culturali, sociali, politici ed economici determinano il contesto del sistema di istruzione di un paese entro il quale vengono definiti i curricula di matematica e di scienze. Le decisioni relative all'organizzazione didattica, alla struttura scolastica, alle risorse, alle attrezzature, alle qualifiche dei docenti e ai curricula spesso non coincidono con ciò che nella realtà viene insegnato. Il successo di un paese nel fornire un'istruzione adeguata in matematica e scienze dipende dal valore che la società stessa attribuisce a tali discipline, dalla disponibilità di risorse e dalle condizioni che è in grado di creare per fornire un contesto efficace per l'apprendimento di tali materie.

Le caratteristiche demografiche e le risorse

Le caratteristiche della popolazione e dell'economia nazionale di un paese possono avere un forte impatto sulla relativa facilità nel creare un contesto efficace per l'insegnamento della matematica e delle scienze, oltre che sulla disponibilità e sulla quantità delle risorse necessarie. Le dimensioni stesse di un paese possono rendere difficile la diffusione di un curriculum accurato e identico per tutte le scuole. Lo stesso dicasi in presenza di una popolazione numerosa. Possedere risorse economiche adeguate consente di avere strutture scolastiche migliori, un numero maggiore di insegnanti e personale scolastico qualificato. Ciò offre anche la possibilità di investire nell'istruzione, promuovendo programmi estesi a tutta la comunità, e di rendere i materiali e la tecnologia più facilmente accessibili nelle classi e nelle case.

I paesi con una popolazione ampia e diversificata e con poche risorse materiali e umane a disposizione si trovano generalmente di fronte a problemi di maggiore ampiezza rispetto a quelli con condizioni più favorevoli (Bos, Schwippert, & Stubbe, 2007; Gradstein & Schiff, 2004; Kirsch, Braun, Yamamoto, & Sum, 2007; Taylor & Vinjevold, 2000; Trong, 2009). A livello nazionale e locale, la diversità delle lingue parlate, il livello di alfabetizzazione degli adulti e altre variabili demografiche, sociali e sanitarie possono rendere più difficile il compito educativo. Anche cambiamenti nella popolazione dovuti a migrazione interna o esterna al paese possono avere delle conseguenze sulle priorità delle politiche educative e richiedere l'investimento di ulteriori risorse.

L'organizzazione e la struttura del sistema di istruzione

Lo sviluppo di un curriculum richiede, prima di tutto, che la società prenda coscienza del fatto che l'istruzione sia necessaria. Il curriculum riflette i bisogni e le aspirazioni degli studenti, la natura e la funzione dell'apprendimento e l'identificazione di ciò che è importante apprendere. Pertanto, per comprendere il curriculum che ci si attende che gli studenti seguano, è importante conoscere chi prende le decisioni relative ad esso, quali decisioni vengono prese e come queste vengano comunicate alla comunità educativa.

Le modalità con cui le politiche educative sono stabilite e messe in atto influenzano i modi in cui operano le istituzioni scolastiche e quanto queste riescono a perseguire con successo gli obiettivi curriculari ed educativi prefissati. Alcuni paesi hanno sistemi educativi altamente centralizzati, in cui la maggior parte delle decisioni inerenti la politica e i programmi di studio vengono prese a livello nazionale o regionale e dove è presente una forte tendenza all'uniformità nell'istruzione in termini di programmi di studio, libri di testo e politiche generali. Altri paesi hanno invece sistemi educativi molto più decentralizzati, in cui numerose decisioni importanti vengono prese a livello locale o di singola scuola, generando una maggiore diversificazione nell'operato delle scuole e nella

preparazione degli studenti.

Le modalità attraverso le quali gli studenti procedono lungo il loro percorso formativo (ciò che viene definito anche “flusso studentesco”) sono una peculiarità dei sistemi educativi che cambia da paese a paese (Martin, Mullis, & Foy, 2008; Mullis, Martin, & Foy, 2008). Un fattore di particolare importanza nell’analisi del rendimento degli studenti al quarto anno di scolarità è l’età di inizio della scolarizzazione e anche l’età in cui inizia l’insegnamento formale. Infatti, in alcuni paesi gli studenti che sono avviati all’istruzione in tenera età non iniziano necessariamente a ricevere un’educazione formale in matematica, e ancor più in scienze, durante i loro primi anni di scuola, in considerazione della complessità delle richieste cognitive connesse all’apprendimento di tali discipline. Nel rilevare il rendimento degli studenti all’ottavo anno di scolarità, oltre a dover considerare le politiche relative all’avanzamento nel percorso scolastico e alla prevenzione dell’abbandono scolastico, è importante avere informazioni sul tipo di scuola primaria e secondaria che hanno frequentato e sapere se l’organizzazione del sistema d’istruzione era di tipo comprensivo o prevedeva la suddivisione in indirizzi di studio differenziati. L’esistenza di un sistema di valutazione sulla base del quale viene definito il programma da seguire o che determina la promozione alle classi superiori può avere un’influenza significativa sulle modalità di apprendimento degli studenti. Rispetto al sistema educativo, interessa particolarmente valutare eventuali cambiamenti strutturali di recente realizzazione o quantomeno pianificati, al fine di considerarne l’efficacia nel migliorare il rendimento e l’insegnamento della matematica e delle scienze.

I curricula di matematica e di scienze

Il modo in cui il curriculum è documentato e come viene organizzata la sua realizzazione nella scuola primaria e secondaria ha un impatto significativo sulle opportunità che gli studenti hanno di imparare la matematica e le scienze. I curricula definiscono e influenzano le aspettative in termini di conoscenza, abilità e atteggiamenti che

devono essere sviluppati o acquisiti nel corso dell'istruzione formale. La natura e la portata degli obiettivi da raggiungere, relativi all'apprendimento della matematica e delle scienze a scuola, sono importanti per i decisori politici e per gli esperti curriculari in tutti i paesi. La modalità con cui tali obiettivi vengono aggiornati a fronte delle innovazioni tecnologiche e scientifiche e del mutare delle richieste e delle aspettative della società e del mondo lavorativo è altrettanto essenziale.

I curricula possono includere anche aspetti riguardanti l'uso della tecnologia (ad es. calcolatrici, computer o internet) all'interno delle scuole e delle classi, essendo tali aspetti collegati al rendimento in matematica e scienze.

Sebbene in molti paesi uno degli obiettivi centrali dei curricula di matematica e scienze sia il raggiungimento di un adeguato livello di padronanza della materia, analizzando i curricula si osservano differenze sostanziali nella definizione che di tale padronanza viene data e su come debba essere raggiunta. Ad esempio, acquisire capacità di base, memorizzare le regole e i procedimenti, comprendere i concetti matematici, applicare le conoscenze matematiche a situazioni di "vita reale", comunicare o ragionare in termini matematici e saper risolvere problemi che si possono presentare in situazioni quotidiane o del tutto nuove sono approcci all'insegnamento della matematica che sono stati raccomandati negli ultimi anni e che sono variamente utilizzati nei diversi paesi. Per quanto riguarda le scienze, il focus sull'acquisizione di nozioni scientifiche di base, la comprensione e l'applicazione dei concetti scientifici, l'enfasi sulla formulazione di un'ipotesi, la progettazione e la conduzione di indagini per verificare le ipotesi e comunicare risultati scientifici, sono strategie che sono più enfatizzate in alcuni paesi rispetto ad altri.

A livello scolastico, la relativa enfasi e la quantità di tempo dedicato alla matematica, alle scienze e ad altre materie nelle varie classi possono condizionare molto le opportunità di apprendimento. Pratiche quali l'assegnazione di studenti a corsi differenti o a classi

composte da studenti con abilità simili possono esporre gli studenti a curricoli differenti. In scienze, l'insegnamento delle principali discipline scientifiche come materie separate può dar luogo a esperienze differenti per gli studenti rispetto allo studio delle scienze come materia unica.

Molti paesi sono dotati di sistemi per monitorare e valutare la realizzazione del curriculum e per valutare lo stato dei propri sistemi d'istruzione. I metodi più comunemente usati includono test standardizzati a livello nazionale o regionale, ispezioni nelle scuole e partecipazione alle lezioni. Anche i decisori politici dovrebbero collaborare con la comunità scolastica per sviluppare, mettere in pratica e valutare il curriculum.

Inoltre molti paesi formano i propri insegnanti conformemente al contenuto e agli approcci didattici specificati nel curriculum. Tale tipo di formazione potrebbe essere una parte integrante del programma d'istruzione di un insegnante o essere incluso in programmi di sviluppo professionale per insegnanti tirocinanti. L'attuazione del curriculum potrebbe essere ulteriormente sostenuta dall'utilizzo di materiali didattici, quali libri di testo, linee guida educative e note ministeriali, che si adattino specificatamente ad esso.

La scuola

L'ambiente e l'organizzazione della scuola possono influenzare la facilità con cui vengono raggiunti alcuni obiettivi curriculari. Partendo dal presupposto che una buona scuola non è semplicemente la risultante dell'insieme di singole caratteristiche, quanto piuttosto un sistema integrato e ben organizzato in cui ogni azione o politica influenza le altre parti del sistema, TIMSS si concentra su un insieme di indicatori di qualità scolastica che la ricerca ha mostrato caratterizzare le scuole che raggiungono con successo ed efficacia gli obiettivi curriculari.

Le caratteristiche della scuola

Le dimensioni dell'istituto scolastico, la sua ubicazione e le

caratteristiche del corpo studentesco hanno un impatto sul funzionamento della scuola. Ricercatori ed educatori non hanno ancora trovato un accordo unanime sui criteri per considerare una scuola “piccola” o “grande”. La ricerca ha, tuttavia, dimostrato che le scuole più piccole sono delle comunità di apprendimento che offrono tendenzialmente un ambiente più sicuro e sono caratterizzate da un maggiore senso di comunità (Hill & Christensen, 2007; Klonsky, 2002; Wasely, Fine, Gladden, Holand, King, Mosak, & Powell, 2000). D'altra parte le scuole dovrebbero essere abbastanza grandi da essere efficienti da un punto di vista di costi e da poter sostenere infrastrutture quali biblioteche, laboratori e palestre, ma non tanto da diventare difficili da gestire da un punto di vista organizzativo (Martin, Mullis, Gregory, Hoyle, & Shen, 2000).

Scuole situate in quartieri disagiati possono presentare un ambiente meno adatto all'apprendimento rispetto a scuole poste in quartieri più agiati. In alcuni paesi le scuole dei centri urbani possono costituire un ambiente che fornisce un sostegno migliore all'apprendimento grazie a condizioni migliori che facilitano il reclutamento degli insegnanti e grazie al fatto che gli studenti provengono da contesti economici più favorevoli (Erberber, 2009; Johansone, 2009). Inoltre le scuole dei centri urbani possono avere un maggiore accesso alle risorse della comunità (musei, biblioteche, ecc.). Di contro, in altri paesi, alcune scuole dei centri urbani sono poste in quartieri caratterizzati da forte povertà e da uno scarso sostegno da parte della comunità (Darling-Hammond, 1996).

L'organizzazione didattica della scuola

Sia che faccia riferimento a un più ampio sistema d'istruzione nazionale, regionale o locale, sia che si basi su decisioni prese a livello scolastico, l'insegnamento della matematica e delle scienze si svolge comunque all'interno di limiti organizzativi definiti. Ad esempio, le rilevazioni TIMSS hanno evidenziato che gli orari di lezione e in modo particolare le ore dedicate all'insegnamento della matematica e delle scienze possono influenzare il rendimento degli studenti. Altre

politiche a livello scolastico, come ad esempio l'organizzazione delle classi, possono influenzare indirettamente il rendimento agendo sull'interazione sociale in classe e sulla motivazione all'apprendimento degli studenti (Saleh, Lazonder, & De Jong, 2005).

I dirigenti scolastici hanno un ruolo cruciale nello sviluppo delle scuole intese come comunità professionali che si occupano di apprendimento (Louis, Kruse, & Raywid, 1996). La ricerca dimostra che il modo in cui una scuola è amministrata ha un effetto indiretto sul profitto degli studenti (Bruggenkate, 2009). La direzione scolastica generalmente comprende un sistema chiaro che definisce e articola gli obiettivi generali della scuola e la gestione curricolare, ma può avere caratteristiche differenti (Davies, 2009; Marzano, Waters, & McNulty, 2005; Robinson, 2007).

Un dirigente scolastico competente rende coerente “la complessità dell'insegnamento” facendo in modo che la cultura e l'organizzazione della scuola siano in linea con i suoi obiettivi principali (DuFour, Ekar, & DuFour, 2005). Ciò significa, tra l'altro, indirizzare la scuola nello stabilire un orientamento didattico, nel ricercare opportunità di sviluppo e nel monitorare che gli obiettivi scolastici vengano raggiunti, come anche nel promuovere un ambiente d'apprendimento efficiente e un clima scolastico positivo.

Il clima scolastico

Il clima scolastico include numerosi fattori tra cui valori, cultura organizzativa, politiche connesse alla sicurezza e strutture organizzative che permettono alla scuola di funzionare in modo adeguato. Il rispetto per ogni studente e insegnante, un ambiente sicuro e disciplinato, interazioni costruttive fra dirigenti scolastici, personale tecnico amministrativo, insegnanti, genitori e alunni contribuiscono complessivamente a creare un clima scolastico positivo e a migliorare il rendimento degli studenti (Greenberg, Skidmore, & Rhodes, 2004). Al fine di confermare tutto ciò è importante raccogliere informazioni sul clima scolastico per come esso è percepito dagli studenti, dagli insegnanti e dai dirigenti.

Sebbene un ambiente sicuro e disciplinato di per sé non sia una garanzia per ottenere un rendimento migliore da parte degli studenti, il processo di apprendimento per questi ultimi può risultare più difficile in scuole in cui la disciplina rappresenta un problema, dove gli stessi studenti sono spesso assenti o arrivano a lezione in ritardo, o dove hanno paura di essere picchiati o derubati delle proprie cose (Osher, Dwyer, & Jimerson, 2006). La tranquillità che nasce dalla ridotta presenza di problemi comportamentali e di preoccupazioni riguardo alla sicurezza a scuola di studenti e insegnanti promuove un ambiente di apprendimento stabile.

La ricerca ha dimostrato che una frequenza assidua da parte di studenti e insegnanti è associata a un rendimento migliore. Se gli studenti non frequentano la scuola regolarmente, diminuiscono drammaticamente le loro opportunità di apprendimento. Una ricerca fatta in precedenza da TIMSS ha dimostrato che gli studenti hanno un rendimento peggiore in scuole in cui il dirigente riporta problemi di frequenza. Allo stesso modo, l'assenteismo degli insegnanti influenza il profitto degli studenti riducendo le loro possibilità di apprendimento; inoltre insegnanti assenti o che lasciano la scuola prima della fine dell'anno scolastico rappresentano un problema sempre più frequente (Abadzi, 2007; Clotfelter, Ladd, & Vigdor, 2007; Miller, Murnane, & Willett, 2007). Di contro, l'ambiente scolastico migliora ulteriormente quando i membri del corpo docente dimostrano un atteggiamento positivo nei confronti degli studenti, quando collaborano alle attività curricolari ed extracurricolari e si impegnano in attività di aggiornamento professionale.

Il corpo docente

La ricerca dimostra che una funzione fondamentale dei dirigenti scolastici è quella di fornire opportunità di sviluppo professionale al proprio personale scolastico, in particolare ai docenti. Lo sviluppo professionale degli insegnanti è fondamentale se si vogliono apportare cambiamenti o riforme al sistema educativo. Senza la partecipazione ad attività di aggiornamento professionale, gli

insegnanti rischiano di non essere adeguatamente informati sugli sviluppi fondamentali dell'istruzione e delle relative aree disciplinari successivi alla loro formazione iniziale. I dirigenti più efficienti sono maggiormente impegnati nel trovare strategie atte a garantire le risorse necessarie per mettere a disposizione dei propri docenti opportunità di sviluppo professionale (Cotton, 2003).

La valutazione dei docenti ha come scopo generale quello di salvaguardare e migliorare la qualità dell'istruzione che ricevono gli studenti. Una delle strategie che si è dimostrata più efficace in tal senso è che i dirigenti osservino le classi e forniscano agli insegnanti un *feedback* sul loro insegnamento (Butler, 1997). Altri metodi utilizzati nella valutazione della qualità dei docenti includono la valutazione e il supporto da parte di altri colleghi e il monitoraggio del rendimento degli studenti. In ogni caso i dirigenti efficienti non si limitano soltanto a monitorare e a riportare i progressi degli studenti, ma fanno in modo che questi dati vengano impiegati per migliorare l'insegnamento.

Le risorse della scuola

La quantità e la qualità delle risorse di una scuola sono un altro fattore fondamentale che influenza l'insegnamento (Greenwald, Hedges, & Laine, 1996; Lee & Barro, 2001). Bisogna in tal senso fare riferimento sia a risorse basilari quali insegnanti qualificati o ampiezza adeguata delle classi, sia a risorse meno essenziali, ma comunque importanti, come ad esempio arredi confortevoli.

L'insegnamento e l'apprendimento possono essere facilitati mettendo a disposizione strutture, materiali e attrezzature necessarie per raggiungere gli obiettivi di apprendimento perseguiti. I risultati TIMSS indicano che gli studenti di scuole che hanno una buona disponibilità di risorse hanno generalmente un rendimento migliore rispetto a studenti di scuole in cui la carenza delle risorse riduce la capacità di mettere in atto il curriculum. Esistono due tipi di risorse che influenzano l'implementazione del curriculum: le risorse generali e le risorse specifiche riferite alle singole materie. Le risorse generali

comprendono il materiale didattico, il budget per le strutture e gli arredi, gli edifici scolastici, gli impianti di illuminazione, il riscaldamento e il condizionamento e lo spazio nelle aule. Le risorse specifiche per matematica e scienze invece includono computer, software, calcolatrici, attrezzature e materiali di laboratorio, testi nella biblioteca e risorse audio-visive.

I computer stanno indubbiamente cambiando lo scenario dell'istruzione, tuttavia le scuole operano con risorse limitate e l'allocazione dei soldi, del tempo e dello spazio per la tecnologia possono far dirottare le scarse risorse da altre priorità, quali ad esempio l'aggiornamento degli insegnanti, la riduzione del rapporto studenti/insegnanti e la fornitura di risorse per l'insegnamento fra cui le attrezzature di laboratorio e gli spazi. Sebbene la ricerca sull'efficacia della tecnologia nelle classi non sia giunta a risultati univoci, vi sono prove del fatto che l'utilizzo e la disponibilità di computer abbiano un impatto positivo sul rendimento scolastico (Laffey, Espinosa, Moore, & Lodree, 2003). Un uso efficace della tecnologia richiede, d'altra parte, una formazione adeguata degli insegnanti, degli studenti e del personale scolastico. L'uso dei computer può essere ulteriormente migliorato fornendo l'accesso a internet per scopi didattici. Tra i fattori che possono limitare l'utilizzo dei computer vi sono la mancanza di software e hardware adeguati, software non coerenti con i programmi di studio, la mancanza di formazione e di sostegno per gli insegnanti e la mancanza di fondi per l'assistenza tecnica e la manutenzione dei computer.

Il coinvolgimento dei genitori

Il successo di una scuola può essere fortemente influenzato da un atteggiamento cooperativo tra il dirigente scolastico e il personale tecnico-amministrativo, gli insegnanti e i genitori (National Education Association, 2008). Un'ampia evidenza empirica indica che quando i genitori partecipano all'istruzione dei figli, si riscontrano miglioramenti nel rendimento scolastico degli studenti e un migliore atteggiamento generale nei confronti della scuola (Dearing, Kreider,

& Weiss, 2008). Tuttavia la collaborazione casa-scuola richiede che la scuola vada incontro alle famiglie. Le scuole efficienti favoriscono le famiglie e forniscono loro le opportunità e le condizioni per un coinvolgimento diretto (Epstein, 2001; Sheldon & Epstein, 2005). Il coinvolgimento dei genitori può realizzarsi a diversi livelli di partecipazione volontaria ad attività quali gite, raccolte di fondi, comitati scolastici per modificare i programmi e prendere decisioni finanziarie per il personale o per la scuola. Aiutare i genitori a dare una mano ai figli con i compiti di scienze e di matematica è un approccio utile al rafforzamento del legame casa-scuola. A tal fine, le scuole possono organizzare seminari di formazione in matematica e in scienze per i genitori oppure offrire loro sessioni informative sulle strategie di apprendimento e sui curricula.

Il contesto classe

L'insegnante è il principale responsabile per l'attuazione del curricolo e influenza in maniera estremamente rilevante il contesto di classe (Lundberg & Linnakyla, 1993; Rivkin, Hanushek, & Kain, 2005). Gli insegnanti differiscono per preparazione e formazione, esperienza d'insegnamento, atteggiamenti e utilizzo di specifici approcci educativi. Inoltre i comportamenti, gli atteggiamenti e la preparazione degli studenti nella classe possono influenzare le scelte didattiche dell'insegnante e conseguentemente influenzare l'apprendimento degli studenti (Kurtz-Costes & Schneider, 1994).

Sebbene le politiche curriculari e le risorse scolastiche determinano spesso l'andamento del profitto nelle classi e benché la scuola fornisca il contesto generale per l'apprendimento, molto probabilmente sono le attività quotidiane in classe che influenzano in maniera più diretta il rendimento degli studenti in matematica e in scienze. Gli approcci e i materiali didattici adottati sono obiettivamente importanti per stabilire i percorsi di insegnamento e apprendimento nelle classi, includendo in ciò gli argomenti curriculari effettivamente affrontati, le strategie utilizzate per insegnare tali argomenti e la disponibilità delle risorse come computer e

attrezzature da laboratorio.

La formazione e lo sviluppo degli insegnanti

La ricerca suggerisce che, per garantire l'eccellenza, gli insegnanti dovrebbero possedere una preparazione qualificata a livello accademico, insegnare materie per le quali sono stati effettivamente preparati, avere un numero sufficiente di anni di esperienza e partecipare a programmi di aggiornamento e sviluppo professionale di alta qualità. La qualificazione e la competenza degli insegnanti possono essere cruciali; i futuri insegnanti avrebbero bisogno di corsi specifici, di maturare un'esperienza di formazione pratica nelle scuole e di essere accompagnati nel processo di inserimento.

Le rilevazioni TIMSS hanno dimostrato che ci sono notevoli differenze tra i vari paesi rispetto ai titoli di studio degli insegnanti e alla percentuale di studenti che ricevono un insegnamento di matematica o di scienze da docenti con una laurea nella disciplina insegnata. È stato anche evidenziato che i docenti con un titolo accademico specifico in una materia ottengono risultati migliori di quelli che insegnano “al di fuori del proprio ambito” (Goldhaber & Brewer, 2000). Nel ventunesimo secolo è più che mai importante per un insegnante avere una conoscenza ampia tanto dei contenuti quanto delle procedure che caratterizzano un curriculum, nonché conoscenze didattiche, conoscenze sui processi di apprendimento e sulle caratteristiche dei loro studenti, e infine conoscenze sulle tecnologie dell'informazione (Darling-Hammond, 2006; Ertmer, 2003; Hill & Lubienski, 2007).

Altri fattori importanti sono la formazione continua degli insegnanti e il loro aggiornamento rispetto agli sviluppi più recenti nel campo dell'insegnamento della matematica e delle scienze. Un percorso professionale che comprenda la partecipazione a seminari, convegni, conferenze e la lettura di riviste di settore può aiutare i docenti ad aumentare le loro competenze e ampliare le loro conoscenze (Yoon, Duncan, Lee, Scarloss, & Shapley, 2007). In alcuni paesi e all'interno di alcune giurisdizioni, la normativa prevede la

partecipazione degli insegnanti a tali attività. D'altronde è stato evidenziato che la professione docente impone una formazione continua e gli insegnanti più competenti sono quelli che continuano ad acquisire nuove conoscenze e competenze lungo tutto l'arco della loro carriera.

Il passaggio dall'università all'insegnamento all'interno di una scuola può essere difficoltoso. Per questo motivo in molti paesi una larga percentuale di neo-insegnanti lascia la professione dopo pochi anni di insegnamento (Tillmann, 2005; Moskowitz & Stephens, 1997). Al fine di promuovere la stabilità del corpo docente risulta fondamentale che la scuola stessa assuma un ruolo attivo nel processo di "ambientamento" dei nuovi docenti, accompagnandone la transizione dal mondo accademico alla realtà scolastica. Programmi che prevedano l'intervento di mentori, la condivisione di buone pratiche di insegnamento tra colleghi e i programmi di inserimento progettati da docenti esperti della scuola possono essere tutti strumenti d'ausilio importanti per i neo-insegnanti.

Le caratteristiche degli insegnanti

Esiste un'ampia letteratura relativa all'influenza del genere, dell'età e dell'esperienza dei docenti sul rendimento degli studenti. Alcuni studi hanno indicato che gli studenti imparano di più quando hanno insegnanti esperti piuttosto che insegnanti con pochi anni di insegnamento. Tuttavia la relazione tra esperienza e rendimento può essere influenzata da diversi fattori. Per esempio le politiche di assegnazione dei docenti alle classi possono fare in modo che gli insegnanti più qualificati siano assegnati a classi con programmi speciali, o gli insegnanti più anziani alle classi con studenti caratterizzati da più elevati livelli di rendimento¹. Il grado in cui gli insegnanti con più anni di esperienza sono coinvolti in programmi di sviluppo professionale e la misura in cui essi partecipano a tali programmi possono influenzare le loro capacità. Tenendo sotto

¹ In diversi paesi, infatti, le classi sono spesso organizzate in base al livello di rendimento degli studenti

controllo altri fattori, è stato riscontrato che l'esperienza nell'insegnamento fa la differenza, in particolare nei primi anni di scuola (Clotfelter, Ladd, & Vigdor, 2006; Hanushek, Kain, O'Brien, & Rivkin, 2005). Anche i risultati relativi all'impatto del genere dei docenti varia in relazione a diverse caratteristiche degli studenti fra cui il genere, l'origine etnica e lo status socio-economico (Dee, 2006; UNESCO, 2006). Gli atteggiamenti dei docenti, così come il loro livello di motivazione e il loro senso di auto-efficacia, possono incidere sull'esperienza di apprendimento dei loro alunni e sul loro rendimento scolastico. Gli insegnanti che sono soddisfatti del proprio lavoro e delle condizioni lavorative che trovano nella propria scuola sono più motivati a insegnare e a preparare le lezioni. Elementi di insoddisfazione possono essere bassi stipendi, un eccessivo carico di ore di insegnamento, la mancanza di attrezzature e di spazi di lavoro e la mancanza di comunicazione e collaborazione fra colleghi. La collaborazione fra i docenti è da molti riconosciuta come essenziale per creare una scuola che sia una comunità professionale di apprendimento e per mantenerla tale, promuovendo la condivisione di idee didattiche e innovazioni. La ricerca indica che se gli insegnanti lavorano insieme divenendo più collaborativi e orientati al lavoro, l'apprendimento degli alunni può migliorare (Wheelan & Kesselring, 2005). Gli insegnanti che discutono del proprio lavoro con i colleghi e collaborano per pianificare e per tenere le lezioni, generalmente, si sentono meno isolati e meno inclini ad abbandonare la professione (Johnson, Berg, & Donaldson, 2005).

L'auto-efficacia degli insegnanti si riferisce alla loro percezione di avere la capacità di organizzare e svolgere le attività connesse all'insegnamento. Gli insegnanti con elevate convinzioni rispetto alle proprie abilità sono più aperti a nuove idee e meno inclini a risentire di sovraccarichi emotivi.

La ricerca ha dimostrato che la fiducia nelle proprie capacità di insegnamento non si associa esclusivamente al comportamento professionale degli insegnanti, ma anche al rendimento e alla motivazione degli studenti (Bandura, 1997; Henson, 2002).

Le caratteristiche della classe

Poiché la maggior parte dell'insegnamento e dell'apprendimento avviene in classe, le attività didattiche sono spesso influenzate dall'ambiente della classe stessa. Le caratteristiche fondamentali di una classe includono le dimensioni, il tempo dedicato alle lezioni e la composizione della classe.

La ricerca indica che studiare in classi meno numerose durante i primi anni di scuola può portare vantaggi nella carriera scolastica degli studenti. D'altra parte, la presenza di un numero più o meno elevato di studenti per classe può essere il risultato di una serie di politiche nazionali che impongono un limite alle dimensioni delle classi. Ad esempio una riduzione delle dimensioni delle classi può riflettere un'allocazione selettiva delle risorse per esigenze speciali o per svolgere lezioni pratiche. A causa di tale eterogeneità nelle motivazioni politiche connesse alla dimensione delle classi, i risultati della ricerca sono piuttosto ambigui (Nye, Hedges, & Konstantopoulos, 2001). Tuttavia, qualunque sia la ragione delle dimensioni delle classi, ci sono pochi dubbi nel ritenere che queste influenzino il contesto di classe e il modo in cui gli insegnanti fanno lezione.

Altri risultati di TIMSS dimostrano che tra i paesi ci sono delle differenze fra il tempo che andrebbe dedicato all'insegnamento prestabilito nel curriculum, e il tempo effettivamente ad esso dedicato in classe. In media, comunque, c'è un buon allineamento tra le linee guida curriculari e le pratiche effettive riportate dagli insegnanti. La ricerca condotta nei paesi in via di sviluppo ha dimostrato che è particolarmente importante che il tempo dedicato all'insegnamento sia impiegato effettivamente per gli obiettivi di apprendimento e non vada perso in attività secondarie non collegate a fini didattici (Abadzi, 2007).

Gli studenti stessi, poi, determinano l'atmosfera della classe. Poiché il rendimento è legato anche alle conoscenze pregresse, gli studenti dovrebbero possedere prerequisiti adeguati per ottenere

risultati positivi in matematica e in scienze. Insegnanti efficaci valutano le competenze linguistiche e la comprensione concettuale degli studenti e collegano nuove idee, abilità e competenze alle conoscenze pregresse. Gli studenti che hanno problematiche di carattere fisico o psicologico, come ad esempio malnutrizione o mancanza di sonno, non sono in grado di frequentare e partecipare come dovrebbero ai momenti didattici. Una classe con alunni più reattivi e ben nutriti sarà più predisposta all'apprendimento rispetto ad alunni stanchi e affamati o con altre disabilità (McLaughlin, McGrath, Burian-Fitzgerald, Lanahan, Scotchmer, Enyeart, & Salganik, 2005).

I materiali didattici e le tecnologie

Un altro aspetto relativo alla classe, rilevante per una piena attuazione del curriculum previsto, è la disponibilità e l'utilizzo della tecnologia e di altri materiali didattici. I computer e internet offrono agli studenti modi per esplorare i concetti in profondità, ne stimolano l'entusiasmo e la motivazione all'apprendimento, oltre a permettere loro di imparare secondo i propri ritmi e a dare loro accesso a vaste fonti di informazioni. Oltre a fornire agli studenti l'accesso a internet, i computer possono servire ad altri scopi educativi. Infatti, mentre inizialmente il loro utilizzo era limitato alle esercitazioni pratiche, oggi sono impiegati in numerosi modi, come per l'utilizzo di programmi di tutoraggio, di simulazione, giochi educativi. I nuovi software permettono agli studenti di affrontare in modo autonomo problemi e di esplorare e scoprire da soli proprietà scientifiche e matematiche. I software che consentono di creare modelli e visualizzare concetti matematici e scientifici possono aprire agli studenti "un nuovo mondo" e aiutarli a collegare questi concetti con i propri sistemi di linguaggio e di simboli. Per fare in modo che i computer possano essere efficacemente integrati nella didattica, gli insegnanti devono avere familiarità con il loro utilizzo e ricevere un adeguato supporto tecnico e didattico.

La possibilità di utilizzare calcolatrici varia enormemente sia

all'interno di ciascun paese che fra paesi diversi, ma sta aumentando in maniera diffusa sia per una riduzione del loro costo sia perché i curricula si stanno evolvendo fino a prevederne esplicitamente l'uso. In molti paesi vigono politiche che regolano l'accesso e l'uso della calcolatrice, specialmente nei primi anni di scuola. Per comprendere i diversi curricula è importante conoscere tali politiche e considerare come queste cambino a seconda delle classi. Le calcolatrici possono essere usate per riconoscere i numeri, imparare a contare e apprendere i concetti di maggiore o minore. Permettono agli studenti di risolvere problemi numerici più velocemente, eliminando noiosi processi di calcolo e coinvolgendoli maggiormente nel processo di apprendimento. Quale sia il miglior utilizzo delle calcolatrici e quale compito debbano avere continuano a rimanere questioni aperte per gli insegnanti e per gli specialisti dei curricula di matematica.

Oltre ai libri di testo e di esercizi, fra le risorse per l'insegnamento della matematica sono inclusi strumenti o rappresentazioni grafiche che aiutano gli studenti a comprendere il concetto di quantità e i procedimenti matematici. Alcune ricerche hanno indagato quali siano le modalità attraverso cui tali strumenti possono essere utilizzati per promuovere l'apprendimento delle abilità matematiche di base e per risolvere problemi matematici (Manalo, Bunnell, & Stillman, 2000; Witzel, Mercer, & Miller, 2003).

Gli argomenti del curriculum realizzati

Un aspetto fondamentale dell'indagine è la valutazione di quanto gli argomenti di matematica e di scienze presenti nel Quadro di riferimento di TIMSS siano presenti nel curriculum realizzato in classe e siano stati effettivamente affrontati dagli studenti. TIMSS affronta tale questione chiedendo agli insegnanti di matematica e di scienze di indicare se ognuno degli argomenti oggetto dell'indagine è stato presentato in classe, sia nel corso dell'anno della rilevazione che negli anni precedenti, e la percentuale di tempo dedicata in classe a ognuno degli ambiti di contenuto di matematica e di scienze inclusi in TIMSS. In questo modo è possibile descrivere quali argomenti siano

stati effettivamente trattati e quanto dettagliatamente nei corsi di matematica e di scienze, prendendo in considerazione gli argomenti principali del lavoro svolto effettivamente nelle classi che hanno partecipato alla rilevazione.

Le attività didattiche

Gli insegnanti adottano una serie di strategie per incoraggiare i propri studenti ad apprendere, dal momento che gli studenti imparano meglio se motivati e coinvolti. Le principali procedure didattiche che promuovono la motivazione includono: fissare degli obiettivi, portare materiale che suscita interesse in classe, mettere in relazione ciò che gli studenti apprendono in classe con la vita di tutti i giorni, dare ricompense estrinseche o fare elogi. Per far sì che la motivazione degli studenti da estrinseca diventi intrinseca, gli insegnanti dovrebbero esprimere una reale attenzione nei riguardi dei bisogni cognitivi, emotivi e fisici dei propri studenti, promuovere una conoscenza che si basi sull'esperienza e aumentare l'autostima e l'auto-efficacia in matematica e in scienze dei propri studenti, chiedendo loro di risolvere i problemi e di spiegare le risposte (Pintrich, 2003). Ad esempio, alcuni studi hanno dimostrato che gli studenti che partecipano ad attività di sperimentazione pratica ottengono risultati migliori, pressoché analoghi a quelli degli studenti che hanno il vantaggio di poter ricevere un insegnamento individualizzato (Wenglinsky, 2000). Per quanto riguarda le scienze la ricerca ha dimostrato che negli studenti all'ottavo anno di scolarità il rendimento migliore è associato con una maggiore partecipazione ad attività scientifiche che prevedono la sperimentazione pratica da parte dello studente, con relativa discussione dei problemi di misurazione e presentazione dei risultati, alla partecipazione da parte dello studente ai lavori di gruppo su specifiche attività scientifiche o su un progetto di ricerca, a una lettura più frequente di libri di testo e alla capacità di fornire risposte scritte più ampie a domande riguardanti argomenti scientifici (Braun, Coley, Jia, & Trapani, 2009).

I rapporti che analizzano l'importanza dell'integrazione della tecnologia in diversi aspetti dell'istruzione forniscono informazioni preziose sulle esperienze in classe. Come già detto in precedenza, l'utilizzo di internet e di software può aumentare le capacità di apprendimento degli studenti. Inoltre l'uso della calcolatrice sta prendendo sempre più piede in molti paesi.

I compiti a casa rappresentano un modo per estendere l'attività di insegnamento e per valutare i progressi degli studenti.

La quantità dei compiti di scienze e di matematica che sono assegnati a casa varia sia all'interno di ciascun paese che tra paesi. In alcuni di essi vengono assegnati solitamente a studenti che hanno più bisogno di esercitarsi. In altri sono assegnati come esercizi di approfondimento. Per questo motivo la ricerca sull'efficacia dei compiti a casa presenta risultati molto contraddittori (Cooper, Robinson, & Patall, 2006; Trautwein, 2007).

La valutazione

Oltre ai compiti a casa, gli insegnanti hanno vari modi per monitorare i progressi e il rendimento degli studenti. I risultati di TIMSS dimostrano che gli insegnanti dedicano molto tempo alla valutazione degli studenti, sia per verificare ciò che hanno imparato per poter indirizzare l'attività didattica successiva, sia per dare un *feedback* a studenti, insegnanti e genitori. La frequenza e le modalità con cui vengono effettuate le prove di verifica sono indicatori importanti della qualità dell'insegnamento e della didattica. Le verifiche informali nel corso dell'anno aiutano gli insegnanti a individuare i bisogni specifici di ogni alunno, a verificare l'adeguatezza del ritmo del proprio insegnamento e ad adattare conseguentemente la didattica. Verifiche formali, siano esse predisposte dagli insegnanti o costruite secondo procedure standardizzate, sono generalmente utilizzate per prendere decisioni importanti in merito agli studenti, come ad esempio i voti da assegnare, o in merito alla scuola, sia in termini di autovalutazione che di "valutazione esterna". Gli insegnanti utilizzano diversi

strumenti di valutazione ed effettuano prove di verifica su una vasta quantità di contenuti e di abilità cognitive. La tipologia delle prove e delle domande utilizzate può fornire indicazioni specifiche agli studenti rispetto a ciò che è importante sapere.

Contesto familiare e sociale degli studenti e loro atteggiamenti

Gli studenti portano in classe esperienze e aspettative che influenzano i loro atteggiamenti e la loro motivazione nei confronti dell'apprendimento. Il successo degli studenti, e conseguentemente degli insegnanti, nel mettere in pratica quanto previsto nel curriculum è influenzato dalle loro conoscenze e abilità pregresse, come anche dal loro atteggiamento verso l'apprendimento della matematica e delle scienze.

Le caratteristiche demografiche degli studenti e il loro ambiente familiare

Gli studenti arrivano a scuola da differenti contesti e con esperienze diverse. Ci sono ampie prove del fatto che il rendimento in matematica e in scienze sia legato a fattori quali le caratteristiche dello studente (ad es. genere, lingua madre) e l'ambiente familiare (ad es. status di immigrazione, contesto economico).

Mentre per anni c'è stata la preoccupazione che le femmine fossero svantaggiate nell'apprendimento della matematica e delle scienze, la maggior parte delle ricerche attuali mostra che le differenze di rendimento fra maschi e femmine sono diminuite e sono inferiori rispetto a quelle legate a fattori relativi all'ambiente familiare (Coley, 2001; McGraw, Lubienski, & Strutchens, 2006). TIMSS ha dimostrato che di norma non ci sono grandi differenze complessive nella media del rendimento in matematica e in scienze tra maschi e femmine nei paesi partecipanti, sebbene la situazione cambi da paese a paese. I risultati di TIMSS hanno piuttosto evidenziato differenze nell'apprendimento fra gli studenti la cui lingua madre è o meno quella in cui si svolgono le lezioni.

In molti paesi, importanti flussi migratori hanno portato, come risultato, a una percentuale significativa della popolazione composta da immigrati la cui lingua madre non è la lingua usata a scuola. Gli studenti immigrati incontrano spesso difficoltà poiché devono adattarsi a un nuovo ambiente e a una nuova cultura e ricevono un'istruzione in una lingua che è diversa da quella parlata in casa (Lolock, 2001; Schmid, 2001). In alcuni paesi, gli studenti immigrati affrontano un duplice problema connesso sia al livello di istruzione dei loro genitori sia al contesto socio-economico.

La ricerca mostra in modo ricorrente una forte relazione positiva fra il rendimento degli studenti e gli indicatori del loro status socio-economico, quali l'istruzione e la classe sociale dei genitori (Bradley & Corwyn, 2002; Haveman & Wolfe, 2008; Willms, 2006). Ci sono altri fattori dell'ambiente familiare che si sono dimostrati determinanti, ovvero il numero di libri a casa, la disponibilità di una scrivania per studiare e la disponibilità di un computer e di una connessione internet (National Center for Education Statistics, 2006; Woessmann, 2004). Tali fattori sono indicativi anche del sostegno ricevuto a casa nello studio e possono influenzare le aspirazioni generali degli studenti rispetto all'apprendimento.

La teoria del capitale sociale afferma che un forte legame casa-scuola è un indicatore del successo scolastico dello studente. Questo accade perché famiglie che hanno "rapporti più stretti" con la scuola possono dare un sostegno efficace ai loro figli e aiutarli nei compiti. È stato dimostrato che le risorse sociali hanno un impatto positivo sul rendimento degli studenti, sebbene i dati relativi all'efficacia del sostegno dei genitori nello svolgimento dei compiti a casa siano contraddittori (Marks, Cresswell, & Ainley, 2006; Lee & Bowen, 2006). È più probabile che i genitori aiutino i loro figli a fare i compiti se hanno le capacità per farlo e se sono interessati al contenuto trattato, indipendentemente dai voti dei loro figli. Allo stesso tempo i genitori possono decidere di aiutare i figli solo se sono in difficoltà e se hanno bisogno di aiuto.

Le esperienze acquisite dagli studenti prima di iniziare la scuola

sono collegate con il loro rendimento futuro. I bambini piccoli intraprendono già a casa o durante la scuola dell'infanzia le primissime attività di apprendimento, più o meno strutturate, che richiedono capacità di calcolo e che stimolano il loro interesse e rafforzano lo sviluppo delle loro abilità (Melhuish, Phan, Sylva, Sammons, Siraj-Blatchford, & Taggart, 2008; Sarama & Clements, 2009). Tali attività includono giocare con i cubi o con le costruzioni, recitare filastrocche con i numeri o cantare canzoni con i numeri, giocare con le figure o fare altri giochi che richiedono ragionamenti quantitativi. Le abilità matematiche dei bambini piccoli variano significativamente in tutti i paesi e sono fortemente collegate al contesto socio-economico delle loro famiglie (Clements & Sarama, 2009; West, Denton, & Germino-Hausken, 2000).

Gli atteggiamenti degli studenti nei confronti dell'apprendimento della matematica e delle scienze

Aiutare gli studenti a sviluppare un atteggiamento positivo nei confronti della matematica e delle scienze è un obiettivo curricolare fondamentale in molti paesi. La motivazione all'apprendimento degli studenti può essere influenzata da quanto trovino interessante la materia, dal valore che ad essa attribuiscono e da quanto la valutino importante tanto per il presente quanto per lo sviluppo futuro della loro carriera scolastica e lavorativa. L'interesse personale nei confronti della disciplina motiva gli studenti e promuove l'acquisizione della capacità critica. Inoltre la motivazione degli studenti può essere condizionata dalla fiducia in se stessi rispetto alla capacità di apprendere una specifica disciplina. I risultati di TIMSS hanno dimostrato che gli studenti con una maggiore auto-efficacia o un'autostima più alta hanno generalmente performance migliori in matematica e in scienze. Poiché la motivazione all'apprendimento include la convinzione di potercela fare, è importante che gli studenti abbiano una forte fiducia nelle proprie capacità per poter migliorare il proprio livello di rendimento. Un atteggiamento positivo nei confronti della matematica e delle scienze e una forte fiducia in se stessi incoraggiano gli studenti ad imparare e a dimostrare perseveranza,

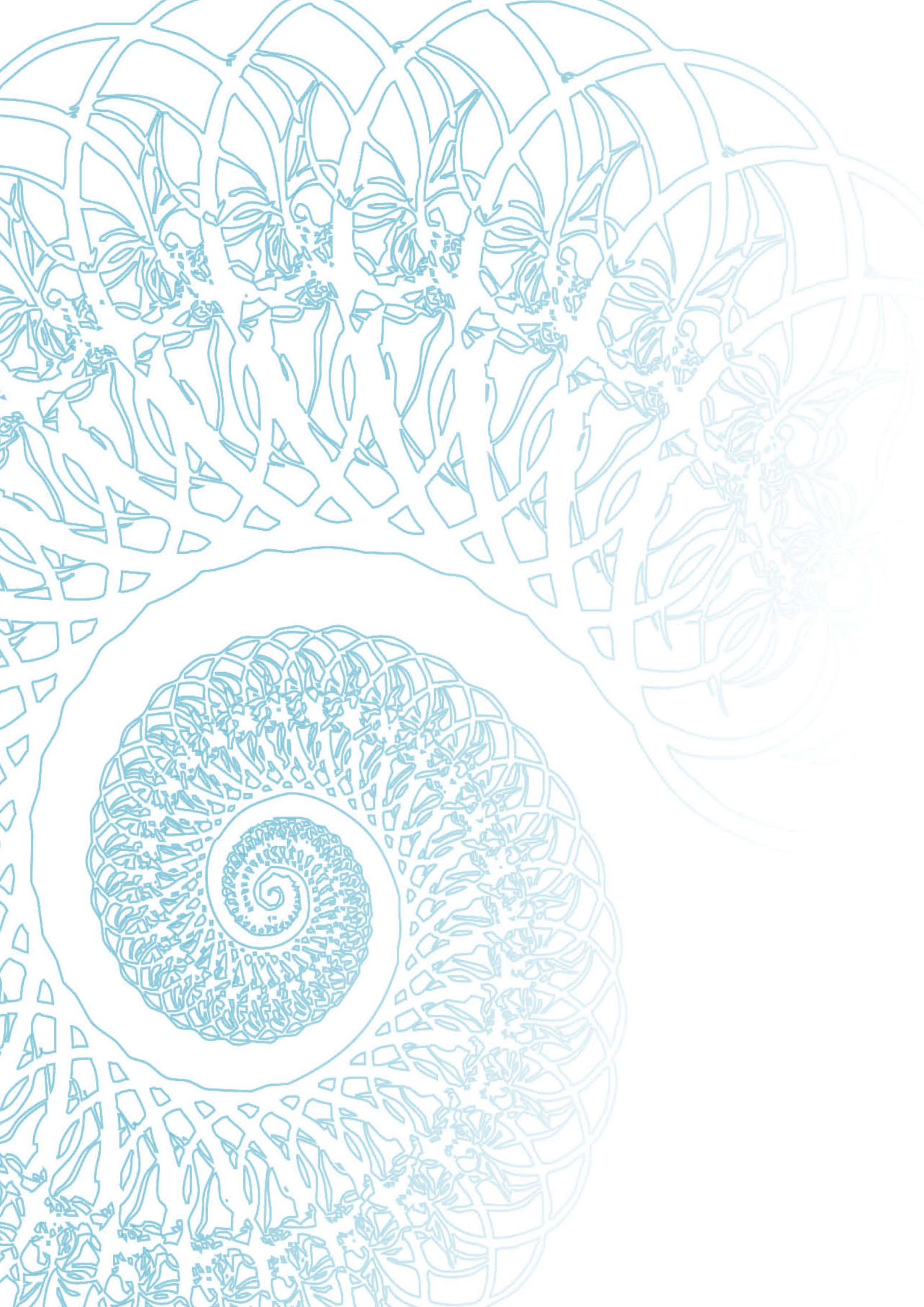
impegno e concentrazione. Gli studenti che si impegnano molto hanno generalmente un rendimento superiore e i migliori, ancora una volta, hanno un più elevato concetto di sé relativamente alla matematica e alle scienze e un atteggiamento più positivo rispetto a tali discipline (Akey, 2006; Singh, Granville, & Dika, 2002).

Esattamente come accade per la quantità di compiti a casa assegnati dagli insegnanti, il tempo che gli studenti impiegano a fare i compiti varia da paese a paese e la sua relazione con il rendimento scolastico non è ancora del tutto chiara. Gli studenti con un alto rendimento potrebbero essere più motivati a dedicare tempo ai compiti a casa; gli studenti con un rendimento inferiore potrebbero, però, avere bisogno di più tempo per svolgerli. Ci sono indicazioni rispetto al fatto che non è di per sé la quantità di tempo dedicato ai compiti, ma il grado di coscienziosità e di motivazione nel portarli a termine e la qualità del lavoro che fanno la differenza. La diligenza con cui si svolgono i compiti a casa è un predittore del successo scolastico più forte del tempo impiegato per svolgerli (Trautwein, Luedtke, Kastens, & Koeller, 2006).

Disegno di ricerca e impostazione metodologica

Capitolo

4



Capitolo 4

Disegno di ricerca e impostazione metodologica

Introduzione

La rilevazione TIMSS 2011 sul rendimento in matematica e scienze degli studenti al quarto e ottavo anno di scolarità comprende prove scritte relative a tali materie e una serie di questionari che raccolgono informazioni sul contesto scolastico e sociale degli studenti coinvolti. L'obiettivo principale della rilevazione TIMSS è quello di misurare il rendimento degli studenti in matematica e in scienze, tenendo in considerazione la complessità dell'insegnamento di queste materie nei paesi partecipanti e consentendo di rilevarne il miglioramento o il peggioramento, attraverso il monitoraggio dell'andamento da un ciclo di rilevazione al successivo. Ciò presuppone una rilevazione della matematica e delle scienze che utilizzi un sistema di misurazione innovativo. Condotta sulla base di cicli quadriennali, costruiti in modo da permettere di collegare ogni rilevazione con quella che l'ha preceduta, l'indagine TIMSS fornisce dati regolari e puntuali alle scuole, agli insegnanti e ai governi nazionali sull'andamento del rendimento degli studenti in matematica e in scienze.

Oltre a misurare l'andamento nel corso degli anni del rendimento degli studenti al quarto e ottavo anno di scolarità, si ha la possibilità di monitorare i cambiamenti del rendimento scolastico all'interno di una coorte di studenti, poiché gli studenti al quarto anno di scolarità in un ciclo TIMSS frequentano l'ottavo anno di scolarità nel ciclo seguente. Inoltre la rilevazione TIMSS per il quarto anno di scolarità fornisce dati che si integrano con l'indagine PIRLS (*Progress in International Reading Literacy Study*) che rileva, ogni cinque anni, la comprensione della lettura

al quarto anno di scolarità. Quinta nella serie di rilevazioni fatte, l'indagine TIMSS 2011 è la prima rilevazione TIMSS ad essere condotta in simultanea con il PIRLS, offrendo quindi ai paesi un'occasione unica per poter raccogliere informazioni comparabili a livello internazionale sul rendimento in matematica, scienze e lettura al quarto anno di scolarità nel corso dello stesso anno e sugli stessi studenti¹.

La popolazione studentesca oggetto di indagine

L'indagine TIMSS rileva il rendimento in matematica e in scienze degli studenti al quarto e all'ottavo anno di scolarità. I paesi partecipanti possono scegliere di condurre la rilevazione su una o su entrambe le popolazioni di studenti a seconda delle loro priorità politiche e della disponibilità di risorse. Poiché per TIMSS il numero degli anni di istruzione formale (quattro o otto) è la base del confronto tra i paesi partecipanti, la rilevazione è indirizzata alle classi corrispondenti a tali livelli di istruzione formale. Le popolazioni target di TIMSS sono definite come segue:

per il quarto anno di scolarità, la classe target di TIMSS dovrebbe essere la classe che coincide con il quarto anno di scolarità formale, contando dal primo anno del livello 1 dell'ISCED;

per l'ottavo anno di scolarità, la classe target di TIMSS dovrebbe essere la classe che coincide con l'ottavo anno di scolarità formale, contando dal primo anno del livello 1 dell'ISCED.

L'ISCED (*International Standard Classification of Education*) è una tassonomia sviluppata dall'Istituto di Statistica dell'UNESCO e fornisce uno standard internazionale per descrivere i livelli di istruzione nei paesi. Il sistema ISCED descrive la gamma completa

¹ I paesi partecipanti a PIRLS e TIMSS per il quarto anno di scolarità nel 2011 possono usufruire dell'opzione di somministrare le prove agli stessi studenti oppure di utilizzare campioni separati. Molti paesi, tra cui l'Italia, hanno utilizzato un unico campione, coinvolgendo gli stessi studenti nelle due rilevazioni.

dei livelli di istruzione, dalla scuola dell'infanzia (livello 0) al secondo livello dell'istruzione terziaria (livello 6). Il livello 1 dell'ISCED corrisponde all'istruzione primaria o al primo stadio dell'istruzione di base. Il primo anno del livello 1 dovrebbe segnare l'inizio dell'"apprendimento sistematico della lettura, della scrittura e della matematica" (UNESCO, 1999). La classe target TIMSS per il quarto anno di scolarità coincide con il quarto anno di questo livello, che rappresenta la quarta classe della scuola primaria in molti paesi.

La classe target TIMSS per l'ottavo anno di scolarità coincide con l'ottavo anno successivo al primo del livello 1 dell'ISCED, la terza secondaria in molti paesi. Considerando l'impegno richiesto per rispondere alle prove, TIMSS vuole evitare di coinvolgere studenti troppo giovani. Per questa ragione si raccomanda ai paesi di coinvolgere nella rilevazione il grado immediatamente più alto (ad es. il quinto grado invece del quarto e il nono invece dell'ottavo), nel caso in cui, al momento della verifica, gli studenti al quarto anno di scolarità abbiano un'età media inferiore a 9,5 anni e quelli all'ottavo anno inferiore a 13,5 anni.

Il rendimento degli studenti

TIMSS 2011 fornisce un quadro complessivo del rendimento in matematica e in scienze degli studenti al quarto e all'ottavo anno di scolarità per tutti i paesi partecipanti. Vengono, pertanto, presentati i risultati conseguiti dagli studenti sia complessivamente per matematica e per scienze, sia per ciascuno dei domini di contenuto e cognitivi (descritti nei capitoli 1 e 2). Coerentemente con l'obiettivo di fornire una descrizione dettagliata del rendimento in matematica e in scienze, la rilevazione TIMSS 2011 prevede un vasto insieme di quesiti di matematica e scienze per entrambi gli anni di scolarità. Tuttavia, per non sovraccaricare gli studenti, ad ognuno di essi è stato somministrato un sottoinsieme dei quesiti descritti nella prossima sezione. Successivamente alla raccolta dati, tutte le risposte degli studenti, sia di matematica che di scienze, vengono riportate a

una metrica comune per ciascun anno di scolarità, allo scopo di fornire un quadro generale dei risultati della rilevazione in ogni Paese.

Uno dei maggiori punti di forza di TIMSS è la misurazione dell'andamento nel rendimento in matematica e in scienze nel corso del tempo. In particolare, come già detto, i risultati TIMSS fanno riferimento a una metrica comune, rispetto alla quale i paesi possono confrontare i progressi in matematica e in scienze dei loro studenti di quarto e ottavo anno di scolarità da una rilevazione all'altra. Le scale di rendimento TIMSS per la matematica e per le scienze sono state definite nel 1995 in modo tale da avere una media di scala pari a 500 e una deviazione standard pari a 100, corrispondenti alla media e alla deviazione standard internazionali calcolate su tutti i paesi che hanno partecipato a TIMSS 1995 per il quarto e l'ottavo anno di scolarità. Utilizzando i quesiti che erano stati impiegati nelle rilevazione sia del 1995 che del 1999 come base per collegare i due insiemi di risultati, e lavorando separatamente per la matematica e le scienze, anche i dati del 1999 sono stati ricondotti alla stessa metrica, per permettere ai paesi di misurare i cambiamenti nel rendimento degli studenti in matematica e in scienze dal 1995. Utilizzando procedure simili, sempre separatamente per la matematica e le scienze, sono stati ricondotti alla stessa metrica anche i dati TIMSS 2003 e TIMSS 2007, e lo stesso verrà fatto per i dati TIMSS 2011. Tutto ciò permetterà ai paesi che hanno preso parte a TIMSS 2011, e che hanno partecipato ai cicli di indagine TIMSS sin dall'inizio, di avere dati confrontabili sul rendimento degli studenti per il 1995, 1999, 2003, 2007 e 2011, e di rilevare i cambiamenti avvenuti nell'arco di questo periodo.

Come già detto in precedenza, oltre ai risultati sul rendimento complessivo in matematica e in scienze, TIMSS 2011 presenta i risultati relativi al rendimento degli studenti in ciascuno dei domini di contenuto e cognitivi di matematica e di scienze. Nello specifico significa che i risultati di matematica vengono presentati separatamente per i tre domini di contenuto del quarto anno di

scolarità (numero, figure geometriche e misure, visualizzazione dei dati) e per i quattro domini di contenuto dell'ottavo anno di scolarità (numero, algebra, geometria, dati e probabilità). Per le scienze vengono proposti i risultati per ciascuno dei tre domini di contenuto per il quarto anno di scolarità (scienze della vita, scienze fisiche e scienze della terra) e per i quattro domini di contenuto per l'ottavo anno di scolarità (biologia, chimica, fisica e scienze della Terra). Allo stesso modo vengono presentati i risultati relativi a ciascun dominio cognitivo di matematica e di scienze di ogni grado (conoscenza, applicazione e ragionamento).

La struttura dei fascicoli

L'indagine TIMSS 2011 utilizza un campionamento a matrice che comporta la suddivisione di tutto l'insieme dei quesiti di matematica e di scienze, per entrambi gli anni di scolarità, in una serie di 14 fascicoli cognitivi. Ogni studente compila soltanto un fascicolo. In questo modo è possibile evitare che ciascuno studente risponda a tutti i quesiti e, al tempo stesso, garantire che la durata della prova sia sostenibile per gli studenti.

TIMSS utilizza le tecniche di scaling *dell'Item Response Theory* al fine di ottenere una rappresentazione complessiva del rendimento dell'intera popolazione studentesca, combinando le risposte dei singoli studenti ai fascicoli loro assegnati.² Questo approccio riconduce a dimensioni gestibili quello che altrimenti risulterebbe un carico di lavoro impossibile per gli studenti, anche se comporta una maggiore complessità nell'assemblaggio dei fascicoli, nella raccolta dei dati e nella loro analisi.

Per facilitare il processo di costruzione dei fascicoli contenenti le prove cognitive, i quesiti per la rilevazione TIMSS sono organizzati in blocchi, contenenti ciascuno circa 10-14 quesiti per il quarto anno di scolarità e circa 12-18 per l'ottavo anno di scolarità. Per quanto possibile, in ogni blocco la distribuzione dei quesiti tra i domini di

² La metodologia della valutazione di scala utilizzata per l'indagine TIMSS è descritta in dettaglio in Foy, Galia, & Li (2008).

contenuto e cognitivi rispetta la corrispondente distribuzione dell'insieme complessivo dei quesiti. Come nel precedente ciclo di indagine, TIMSS 2011 prevede un totale di 28 blocchi, 14 dei quali contenenti quesiti di matematica e altri 14 contenenti quesiti di scienze. I fascicoli degli studenti sono stati assemblati attraverso varie combinazioni di questi blocchi.

Alla fine dell'indagine del 2007, i quesiti relativi a 8 dei 14 blocchi di matematica e a 8 dei 14 blocchi di scienze non sono stati resi pubblici in modo da poter essere usati per misurare l'andamento del rendimento nel 2011 (trend item). I rimanenti quesiti relativi a 12 blocchi (6 di matematica e 6 di scienze) sono stati resi pubblici per essere utilizzati nelle pubblicazioni, nella ricerca e nell'insegnamento, e sono stati sostituiti da nuovi quesiti creati per TIMSS 2011. Pertanto, i 28 blocchi di TIMSS 2011 comprendono 16 blocchi di trend item (8 per la matematica, 8 per le scienze) e 12 blocchi di nuovi quesiti sviluppati per l'indagine del 2011. Secondo quanto illustrato nella tabella 9, i blocchi di matematica sono contrassegnati con i codici da M01 a M14, mentre i blocchi di scienze con i codici da S01 a S14. I blocchi con i codici che terminano con numero dispari (01, 03, 05, ecc.) e con 06 contengono i trend item somministrati in TIMSS 2007. I rimanenti blocchi che terminano con un numero pari contengono i quesiti nuovi usati per la prima volta in TIMSS 2011.

Mediamente, ci si attende che gli studenti al quarto anno di scolarità impieghino 18 minuti per rispondere ad ogni blocco, mentre quelli all'ottavo anno di scolarità 22½ minuti. Di conseguenza, il tempo di compilazione complessivo per i 28 blocchi di quesiti per il quarto anno di scolarità è stimato in circa 8½ ore, mentre per i blocchi per l'ottavo anno di scolarità in circa 10½ ore. Sulla base delle passate rilevazioni TIMSS, i coordinatori nazionali dell'indagine sono stati d'accordo nel ritenere che i tempi di somministrazione per ogni studente non dovessero essere aumentati rispetto alle indagini precedenti.

Tabella 9: Blocchi dei quesiti TIMSS 2011 – quarto ed ottavo anno di scolarità

Blocchi di Matematica	Origine degli item	Blocchi di Scienze	Origine degli item
M01	Blocco M13 da TIMSS 2007	S01	Blocco S13 da TIMSS 2007
M02	Nuovi quesiti per TIMSS 2011	S02	Nuovi quesiti per TIMSS 2011
M03	Blocco M06 da TIMSS 2007	S03	Blocco S06 da TIMSS 2007
M04	Nuovi quesiti per TIMSS 2011	S04	Nuovi quesiti per TIMSS 2011
M05	Blocco M09 da TIMSS 2007	S05	Blocco S09 da TIMSS 2007
M06	Blocco M10 da TIMSS 2007	S06	Blocco S10 da TIMSS 2007
M07	Blocco M11 da TIMSS 2007	S07	Blocco S11 da TIMSS 2007
M08	Nuovi quesiti per TIMSS 2011	S08	Nuovi quesiti per TIMSS 2011
M09	Blocco M08 da TIMSS 2007	S09	Blocco S08 da TIMSS 2007
M10	Nuovi quesiti per TIMSS 2011	S10	Nuovi quesiti per TIMSS 2011
M11	Blocco M12 da TIMSS 2007	S11	Blocco S12 da TIMSS 2007
M12	Nuovi quesiti per TIMSS 2011	S12	Nuovi quesiti per TIMSS 2011
M13	Blocco M14 da TIMSS 2007	S13	Blocco S14 da TIMSS 2007
M14	Nuovi quesiti per TIMSS 2011	S14	Nuovi quesiti per TIMSS 2011

Come in passato, dunque, la durata della prova per ogni fascicolo non deve superare i 72 minuti per il quarto anno e i 90 minuti per l’ottavo anno di scolarità. In entrambe le classi sono previsti altri 30 minuti per rispondere al questionario studente.

Nel decidere come distribuire i blocchi tra i vari fascicoli per gli studenti, l’obiettivo principale è stato quello di massimizzare la copertura del Quadro di riferimento, cercando contemporaneamente di somministrare a ogni studente un numero sufficiente di quesiti per avere misure di trend attendibili sia in matematica che in scienze. Un altro obiettivo è stato quello di assicurare misure di trend attendibili

nei domini di contenuto e cognitivi di matematica e di scienze. Per permettere un collegamento tra i vari fascicoli, minimizzandone però il numero, ogni blocco è presente in due fascicoli.

Nella costruzione dei fascicoli TIMSS 2011, i 28 blocchi sono distribuiti all'interno di 14 fascicoli (vedi tabella 10). La struttura dei fascicoli per il quarto e l'ottavo anno di scolarità è la stessa, sebbene ciascun blocco di quesiti per il quarto anno richieda un tempo di compilazione complessivo di 18 minuti, mentre per l'ottavo anno di 22½ minuti. Ogni fascicolo è composto da quattro blocchi di quesiti: due blocchi per la matematica e due per le scienze. Per la metà dei fascicoli, i due blocchi di matematica precedono quelli di scienze, mentre nell'altra metà l'ordine è invertito. Inoltre, nella maggior parte dei fascicoli due blocchi contengono i quesiti di trend provenienti dall'indagine 2007, e due blocchi contengono quesiti nuovi sviluppati per TIMSS 2011. Ad esempio, come è possibile notare dalla tabella 10, gli studenti cui è stato assegnato il fascicolo 1 completano due blocchi di quesiti di matematica (M01 e M02) e due blocchi di quesiti di scienze (S01 e S02). I quesiti nei blocchi M01 e S01 sono quelli provenienti dai *trend item* di TIMSS 2007, mentre quelli in M02 e S02 sono quesiti nuovi per TIMSS 2011. Allo stesso modo gli studenti ai quali è stato assegnato il fascicolo 2 completano due blocchi di scienze (S02 e S03) seguiti da due blocchi di matematica (M02 e M03). I blocchi S02 e M02 contengono i quesiti nuovi, mentre i blocchi S03 e M03 i *trend item*.

Tabella 10: Struttura dei fascicoli per gli studenti TIMSS 2011 - quarto e ottavo anno di scolarità

Fascicoli degli Studenti	Blocchi di quesiti			
	Parte 1		Parte 2	
Fascicolo 1	M01	M02	S01	S02
Fascicolo 2	S02	S03	M02	M03
Fascicolo 3	M03	M04	S03	S04
Fascicolo 4	S04	S05	M04	M05
Fascicolo 5	M05	M06	S05	S06
Fascicolo 6	S06	S07	M06	M07
Fascicolo 7	M07	M08	S07	S08
Fascicolo 8	S08	S09	M08	M09
Fascicolo 9	M09	M10	S09	S10
Fascicolo 10	S10	S11	M10	M11
Fascicolo 11	M11	M12	S11	S12
Fascicolo 12	S12	S13	M12	M13
Fascicolo 13	M13	M14	S13	S14
Fascicolo 14	S14	S01	M14	M01

Come sintetizzato nella tabella 11, ogni studente completa un fascicolo composto di due parti, seguito da un questionario studente. L'impegno richiesto ad ogni studente in termini di tempo per rispondere alla prova TIMSS 2011 è lo stesso di quello richiesto nel 2007, cioè 72 minuti per la prova cognitiva e 30 minuti per il questionario nel quarto anno di scolarità, e rispettivamente 90 e 30 minuti nell'ottavo anno di scolarità.

Tabella 11: Durata della prova TIMSS 2011 – quarto e ottavo anno di scolarità

Attività	Quarto anno di scolarità	Ottavo anno di scolarità
Fascicolo – Parte 1	36 minuti	45 minuti
Intervallo		
Fascicolo – Parte 2	36 minuti	45 minuti
Intervallo		
Questionario Studente	30 minuti*	30 minuti

I paesi partecipanti all'indagine TIMSS devono cercare di garantire un campione di almeno 4.500 studenti per assicurare un numero sufficiente di rispondenti per ogni quesito. I 14 fascicoli sono distribuiti fra gli studenti di ciascuna classe selezionata secondo un ordine prestabilito, in modo tale che la proporzione di studenti che rispondono a ciascun fascicolo sia approssimativamente la stessa.

I tipi di quesiti e le procedure di codifica

Le conoscenze e la comprensione degli studenti in matematica e scienze sono state rilevate attraverso una serie di quesiti per ogni materia. Come descritto nella pubblicazione *TIMSS 2011 Item Writing Guidelines* (Mullis & Martin, 2009), nella rilevazione TIMSS sono utilizzate due tipologie di quesiti: domande a scelta multipla e domande a risposta aperta. Almeno la metà del punteggio complessivo deriva da domande a scelta multipla, ognuna delle quali vale un punto. I quesiti a risposta aperta generalmente valgono uno o due punti, in base al tipo di compito e di abilità richieste per rispondere. Nello sviluppare i quesiti, la scelta del formato di risposta dipende dall'ambito di matematica e scienze oggetto di rilevazione e dalla modalità che permetta agli studenti di dimostrare nel modo migliore le proprie capacità.

Quesiti a scelta multipla. Nella rilevazione TIMSS i quesiti a scelta multipla presentano quattro opzioni di risposta, delle quali una sola è giusta. Tali quesiti possono essere usati per valutare ciascuno dei diversi aspetti dei "domini cognitivi". I quesiti a scelta multipla consentono una misurazione valida, affidabile ed economica

di una vasta quantità di contenuti in tempi relativamente brevi. Tuttavia poiché non permettono di fornire spiegazioni o affermazioni a sostegno della risposta, possono essere meno appropriati per valutare le capacità di elaborazione e valutazione degli studenti.

Per la valutazione degli studenti al quarto e ottavo anno di scolarità è importante che le caratteristiche del linguaggio utilizzato nelle domande siano appropriate. A tal fine i quesiti vengono scritti in maniera concisa e chiara. Anche le opzioni di risposta sono concise per ridurre al minimo l'impegno richiesto per la lettura del quesito. Le opzioni non corrette sono scritte in modo da sembrare plausibili, senza essere ingannevoli. Per gli studenti che non hanno familiarità con questo tipo di quesiti, le istruzioni fornite all'inizio della prova includono un esempio di un quesito a scelta multipla che illustra come scegliere e contrassegnare la risposta.

Quesiti a risposta aperta. Per questo tipo di quesiti agli studenti viene richiesto di elaborare una risposta scritta, anziché sceglierne una da un insieme di opzioni preformulate. Poiché questa tipologia di quesiti permette agli studenti di fornire spiegazioni, confermare una risposta con ragionamenti o prove numeriche, disegnare diagrammi o rappresentare dei dati, è particolarmente adatta per rilevare le conoscenze e le abilità utilizzate dagli studenti per spiegare un fenomeno o interpretare dati in base alle conoscenze e all'esperienza acquisite.

Per ogni quesito a risposta aperta, una guida alla codifica descrive le caratteristiche essenziali delle risposte da considerare appropriate e complete. Nella guida viene descritto il tipo di conoscenza e/o abilità valutato dal quesito e vengono forniti alcuni esempi di risposte parzialmente e completamente corrette. Inoltre, vengono forniti alcuni esempi di risposte date dagli studenti per ciascun livello di comprensione, che costituiscono una guida importante per coloro che assegnano il punteggio alle risposte. Nell'assegnare i punteggi alle risposte date dagli studenti a questo tipo di quesiti, occorre considerare esclusivamente la competenza degli studenti rispetto all'argomento oggetto di valutazione

e non la loro capacità di scrivere correttamente. Tuttavia è necessario che gli studenti scrivano in modo chiaro per agevolare il lavoro di chi valuterà le loro risposte.

La guida per la codifica è stata progettata per identificare in ogni quesito i vari approcci: corretti, parzialmente corretti o errati. Un obiettivo importante dell'indagine è l'accertamento delle più comuni difficoltà di apprendimento in matematica e scienze, evidenziati da fraintendimenti o da errori.

Dal momento che i quesiti a risposta aperta costituiscono una parte fondamentale della rilevazione e sono parte integrante della misurazione dei trend, è molto importante che le guide per la codifica siano applicate in modo coerente in tutti i paesi e in ogni ciclo. Nella rilevazione TIMSS 2011, per assicurare un'applicazione corretta delle guide per la correzione dei *trend item*, l'IEA ha raccolto un campione di risposte degli studenti di ogni paese partecipante alla rilevazione TIMSS 2007, e lo ha utilizzato per formare i codificatori dell'indagine 2011 e per monitorare che, per i quesiti presenti in entrambe le indagini TIMSS, ci fosse un'applicazione coerente delle guide.

Punteggi. Nell'impostazione della rilevazione si è cercato di creare blocchi di quesiti ciascuno dei quali fornisce mediamente 15 punti per il quarto anno di scolarità e 18 punti per l'ottavo anno di scolarità. I blocchi contengono diverse tipologie di quesiti tra cui quesiti a scelta multipla (1 punto ciascuno) e a risposta aperta (1, 2 o più punti) che tengono conto di punteggi parziali o pieni. Il numero esatto di punti e l'esatta distribuzione dei tipi di quesiti in ogni blocco variano leggermente.

La pubblicazione del materiale per la rilevazione

Quella del 2011 è la quinta rilevazione TIMSS condotta nell'ambito di un disegno ciclico che prevede una rilevazione ogni quattro anni e fornisce i dati sull'andamento del rendimento in matematica e in scienze per gli anni 1995, 1999, 2003 e 2007. L'indagine TIMSS sarà condotta anche nel 2015, nel 2019 e oltre. Contestualmente ad ogni

rilevazione, e una volta pubblicati i rapporti internazionali, molti quesiti sono resi pubblici per fornire quante più informazioni possibili rispetto alla natura e al contenuto della procedura di rilevazione. Allo stesso tempo la misura dei trend viene salvaguardata non divulgando una certa quantità di quesiti. Dal momento in cui vengono pubblicati i quesiti, ne vengono sviluppati di nuovi in sostituzione di quelli resi pubblici.

Coerentemente con la struttura di TIMSS 2011, 6 dei 14 blocchi di quesiti per ogni materia saranno resi pubblici successivamente alla pubblicazione dei risultati, mentre i rimanenti 8 saranno secretati per essere utilizzati nelle rilevazioni future. I blocchi resi pubblici includeranno tre blocchi contenenti i trend item del 2003, due blocchi con i trend item del 2007 e un blocco contenente i quesiti usati per la prima volta per la rilevazione del 2011. Tutti i quesiti pubblicati saranno sostituiti dai nuovi prima dell'indagine successiva nel 2015.

I questionari di contesto

Uno degli obiettivi principali di TIMSS è quello di identificare procedure didattiche efficaci per migliorare l'apprendimento degli studenti in matematica e in scienze. Per comprendere meglio i fattori di contesto che influenzano tale apprendimento, analizzati in dettaglio nel capitolo 3, durante l'indagine TIMSS vengono somministrati dei questionari di contesto agli studenti, ai loro docenti e ai dirigenti scolastici. Viene somministrato, inoltre, anche un questionario sul curriculum ad alcuni specialisti al fine di raccogliere informazioni sulle politiche educative e sui contesti nazionali che definiscono il contenuto e l'applicazione dei curricula di matematica e di scienze in ogni paese. Infine l'*Encyclopedia TIMSS* presenta una descrizione di natura più qualitativa delle caratteristiche dell'insegnamento della matematica e delle scienze nei paesi partecipanti. Ai paesi che partecipano a entrambi gli studi TIMSS e PIRLS per il quarto anno di scolarità, la *Learning to Read Survey* fornisce un'opportunità unica per raccogliere informazioni dai genitori o dai tutori degli studenti sia sul loro contesto familiare che sulle attività di lettura a casa.

Il questionario studente

Ogni studente che partecipa alla rilevazione TIMSS compila un questionario. Il questionario presenta domande su alcuni aspetti della vita degli studenti a casa e a scuola, vengono richieste informazioni relative a caratteristiche demografiche, all'ambiente familiare, al clima scolastico, alla percezione che gli studenti hanno di se stessi e ai loro atteggiamenti nei confronti della matematica e delle scienze. Anche se alcune domande sono identiche nelle versioni per il quarto e l'ottavo anno di scolarità, in quella per il quarto anno il linguaggio è semplificato e il contenuto modificato per il corrispondente livello di scolarità. Il questionario studente richiede 15-30 minuti per essere compilato.

Il questionario insegnanti

Il questionario insegnanti è compilato dai docenti di matematica e di scienze delle classi selezionate per la rilevazione TIMSS. Tale questionario è stato ideato per raccogliere informazioni circa le caratteristiche degli insegnanti, i contesti di classe entro cui si realizza l'insegnamento e l'apprendimento della matematica e delle scienze e gli argomenti trattati in queste due discipline.

In particolare, il questionario insegnante indaga il *background* dei docenti, le loro opinioni sulle opportunità di collaborazione con gli altri docenti, il livello di soddisfazione nei confronti del proprio lavoro, il loro percorso scolastico, la loro formazione e il loro sviluppo professionale. Il questionario raccoglie anche informazioni sulle caratteristiche delle classi partecipanti alla rilevazione TIMSS, l'orario delle attività didattiche, i materiali e le attività per l'insegnamento della matematica e delle scienze, le strategie utilizzate per promuovere l'interesse degli studenti verso la materia, l'uso dei computer, i metodi di valutazione e i compiti a casa.

Le versioni dei questionari per il quarto e l'ottavo anno di scolarità sono simili fra loro, con contenuti specifici indirizzati agli insegnanti delle classi di ciascun anno. Mentre le domande di carattere generale sono analoghe in entrambe le versioni, i quesiti riguardanti i metodi

didattici e di valutazione, la copertura dei contenuti, e il punto di vista dei docenti sull'insegnamento della disciplina sono ideati specificatamente per la matematica e per le scienze. Molti quesiti, come quelli relativi alle attività in classe, sono specifici delle classi oggetto della rilevazione TIMSS. La compilazione di tale questionario da parte degli insegnanti richiede circa 30 minuti.

Il questionario scuola

Ai dirigenti delle scuole che partecipano alla rilevazione TIMSS viene chiesto di compilare un questionario. Esso raccoglie informazioni sulle caratteristiche della scuola, l'orario delle attività didattiche, le risorse disponibili - anche di tipo tecnologico -, il coinvolgimento dei genitori, il clima scolastico, il corpo docenti, il ruolo del dirigente e la preparazione degli studenti. La sua compilazione richiede 30 minuti.

Il questionario sul curriculum

Il Coordinatore Nazionale della Ricerca di ogni paese è responsabile della compilazione del questionario sul curriculum di matematica e di scienze, facendo riferimento all'esperienza di specialisti del curriculum e di didattica. Il questionario è stato progettato per raccogliere informazioni sull'organizzazione dei curricula di matematica e di scienze di ogni paese e sui contenuti disciplinari che dovrebbero essere insegnati nelle classi corrispondenti al quarto e ottavo anno di scolarità. Include anche domande sulle politiche relative alla dispersione scolastica e alla prevenzione dell'abbandono scolastico, sui sistemi di valutazione locali o nazionali, sugli obiettivi e gli standard per l'insegnamento della matematica e delle scienze.

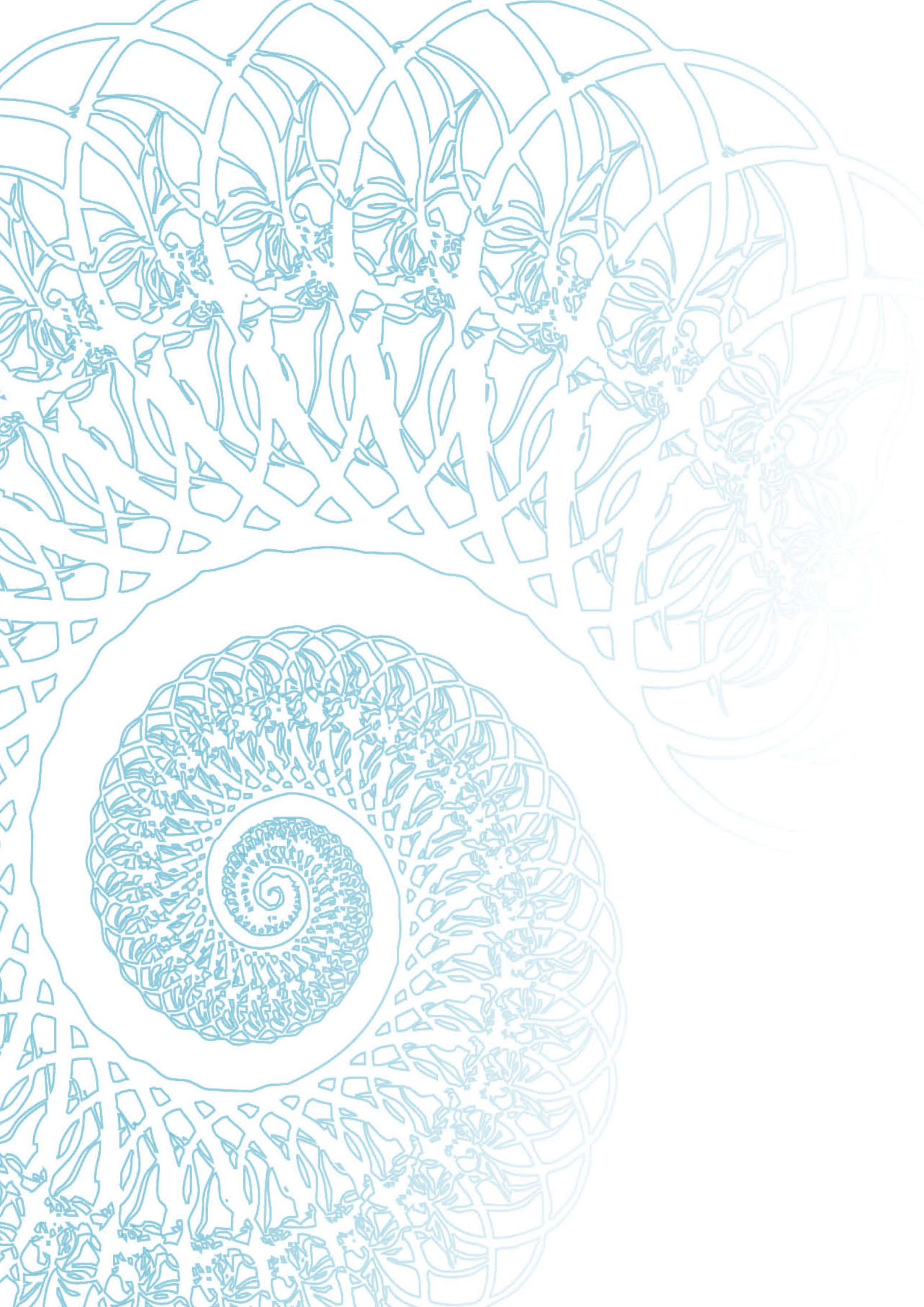
L'Encyclopedia TIMSS 2011

L'Encyclopedia TIMSS 2011 presenta il contesto entro cui si realizza l'insegnamento della matematica e delle scienze nei paesi partecipanti. In essa sono riportate le informazioni provenienti dal questionario sul curriculum insieme alle informazioni sui sistemi e sulle politiche di

istruzione dei paesi, facendo particolare attenzione alla matematica e alle scienze. Inoltre vengono presentati in maniera sintetica i curricoli di matematica e di scienze di ogni paese, come anche le informazioni sugli orari delle attività didattiche e sull'utilizzo dei materiali didattici, sulle attrezzature e sulle risorse tecnologiche. Sono infine descritti la formazione scolastica e lo sviluppo professionale degli insegnanti e sono riportate le informazioni relative agli esami e alle valutazioni.

Bibliografia





Bibliografia

Di seguito una lista di lavori citati o consultati nella predisposizione del Quadro di riferimento di TIMSS 2011.

- Abadzi, H. (2007, October). *Absenteeism and beyond: Instructional time loss and consequences* (World Bank Policy Research Working Paper Number 4376). Washington, DC: Author.
- Akey, T. M. (2006). *School context, student attitudes and behavior, and academic achievement: An exploratory analysis*. New York: MDRC.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. Oxford, England: Oxford University Press.
- American Association for the Advancement of Science. (2000). *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. Washington, DC: Author.
- American Association for the Advancement of Science. (2001). *Designs for science literacy*. New York: Author.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Bos, W., Schwippert, K., & Stubbe, T. C. (2007). Die Koppelung von sozialer Herkunft und Schulerleistung im internationalen Vergleich [The linkage of social background and achievement, an international perspective]. In W. Bos, S. Hornberg, K. H. Arnold, G. Faust, L. Fried, E. M. Lankes, K. Schwippert, & R. Valtin (Eds.), *IGLU 2006: Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (pp. 225-247). Munster: Waxmann.
- Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*, 53, 371-399.
- Braun, H., Coley, R., Jia, Y., & Trapani, C. (2009, May). *Exploring what works in science instruction: A look at the eighth-grade science classroom* (ETS Policy Information Report). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Bruggenkate, G. C. (2009). *Maken schoolleiders het verschil?* [Do school leaders make a difference?]. Unpublished doctoral dissertation. University of Twente, Enschede, Netherlands.
- Butler, L. A. (1997). Building on a dream of success. *Principals*, 76(5), 28-31.
- Champagne, A. B., Kouba, V. L., & Hurley, M. (2000). Assessing inquiry. In J. Minstrell & E. H. Van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science* (pp. 447-470). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2009). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. New York: Routledge.
- Clotfelter, C. T., Ladd, H. F., & Vigdor, J. L. (2007, November). *Are teacher absences worth worrying about in the U.S.?* (NBER Working Paper No. W13648). Cambridge, MA: Authors.

- Clotfelter, C. T., Ladd, H. F., & Vigdor, J. L. (2006, January). *Teacher-student matching and the assessment of teacher effectiveness*. (NBER Working Paper No. 11936). Cambridge, MA: Authors.
- Coley, R. J. (2001, February). *Differences in gender gap: Comparisons across racial/ ethnic groups in education and work* (ETS Policy Information Report). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Cooper, H., Robinson, J. C., & Patall, E. A. (2006). Does homework improve academic achievement? A synthesis of research, 1987-2003. *Review of Educational Research*, 76(1), 1-62.
- Cotton, K. (2003). *Principals and student achievement: What the research says*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Darling-Hammond, L. (1996). The right to learn and the advancement of teaching: Research, policy, and practice for democratic education. *Educational Researcher*, 25(6), 5-17.
- Darling-Hammond, L. (2006). Constructing 21st-century teacher education. *Journal of Teacher Education*, 57(3), 300-314.
- Davies, B. (Ed.). (2009). *The essentials of school leadership* (2nd ed.). Los Angeles: Sage.
- Dearing, E., Kreider, H., & Weiss, H. B. (2008). Increased family involvement in school predicts improved child-teacher relationships and feelings about school for low-income children. *Marriage & Family Review*, 43(3), 226-254.
- Dee, T. S. (2006). The why chromosome: How a teacher's gender affects boys and girls. *Education Next*, 6(4), 68-75.
- DuFour, R., Eaker, R., & DuFour, R. (2005). Recurring themes of professional learning communities and the assumption they challenge. In DuFour, E., & DuFour, R. (Eds.), *On common ground: The power of professional learning communities* (pp. 7-29). Bloomington, IN: National Education Service.
- Epstein, J. L. (2001). *School and family partnerships: Preparing educators and improving schools*. Boulder, CO: Westview.
- Erberber, E. (2009). *Analyzing Turkey's data from TIMSS 2007 to investigate regional disparities in eighth grade science achievement*. Unpublished doctoral dissertation, Boston College, Massachusetts.
- Ertmer, P. (2003). Transforming teacher education: Visions and strategies. *Educational Technology Research and Development*, 11(1), 124-128.
- Foy, P., Galia, J., & Li, I. (2008). Scaling the data from the TIMSS 2007 mathematics and science assessments. In J. F. Olson, M. O. Martin, & I. V. S. Mullis (Eds.), *TIMSS 2007 technical report* (pp. 225-279). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Goldhaber, D., & Brewer, D. J. (2000). Does teacher certification matter? High school teacher certification status and student achievement. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 22(2), 129-145.
- Gradstein, M., & Schiff, M. (2004, March). *The political economy of social exclusion with implications for immigration policy*. (IZA Discussion Paper No. 1087). Bonn, Germany: Authors.

- Greenberg, E., Skidmore, D., & Rhodes, D. (2004, April). *Climates for learning: mathematics achievement and its relationship to schoolwide student behavior, schoolwide parental involvement, and school morale*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Researchers Association, San Diego, CA.
- Greenwald, R., Hedges, L. V., & Laine, R. D. (1996). The effect of school resources on student achievement. *Review of Educational Research*, 66(3), 361-396.
- Hanushek, E. A., Kain, J. F., O'Brien, D. M., & Rivkin, S. G. (2005, February). *The market for teacher quality*. (NBER Working Paper No. 11154). Cambridge, MA: Authors.
- Haveman, R., & Wolfe, B. (2008). The determinants of children's attainments: A review of methods and findings. *Journal of Economic Literature*, 33(4), 1829-1878.
- Henson, R. (2002). From adolescent angst to adulthood: Substantive implications and measurement dilemmas in the development of teacher efficacy research. *Educational Psychologist*, 37(3), 137-150.
- Hill, H. C., & Lubienski, S. T. (2007). Teachers' mathematics knowledge for teaching and school context: A study of California teachers. *Educational Policy*, 21(5), 747-768.
- Hill, P. T., & Christensen, J. (2007). Safety and order in charter and traditional public schools. In R. Lake (Ed.) *Hopes, fears, and reality*. Seattle, WA: Center on Reinventing Public Education.
- Johansone, I. (2009). *Managing primary education in Latvia to assure quality and achievement equity*. Unpublished doctoral dissertation, University of Latvia, Riga, Latvia.
- Johnson, S. M., Berg, J. H., & Donaldson, M. L. (2005). *Who stays in teaching and why: A review of the literature on teacher retention*. Cambridge: Harvard Graduate School of Education.
- Kirsch, I. S., Braun, H., Yamamoto, K., & Sum, A. (2007, January). *America's perfect storm: Three forces changing our nation's future* (ETS Policy Information Report). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Klonsky, M. (2002). How smaller schools prevent school violence. *Educational Leadership*, 59(5), 65-69.
- Kurtz-Costes, B. E., & Schneider, W. (1994). Self-concept, attributional beliefs, and school achievement: A longitudinal analysis. *Contemporary Educational Psychology*, 19(2), 199-216.
- Laffey, J. M., Espinosa, L., Moore, J., & Lodree, A. (2003). Supporting learning and behavior of at-risk young children: Computers in urban education. *Journal of Research on Technology in Education*, 35(4), 423-440.
- Lee, J. S., & Bowen, N. K. (2006). Parent involvement, cultural capital, and the achievement gap among elementary school children. *American Educational Research Journal*, 43(2), 193-218.
- Lee, J., & Barro, R. J. (2001). Schooling quality in a cross-section of countries. *Economica, New Series*, 68(272), 465-488.
- Lolock, L. (2001). *The foreign-born population in the United States: March 2000*. (U.S. Census Bureau Report No. P20-534). Washington, DC: US Department of Commerce.

- Louis, K. S., Kruse, S., & Raywid, M. A. (1996). Putting teachers at the center of reform. *NASSP Bulletin*, 80(580), 9-21.
- Lundberg, I., & Linnakyla, P. (1993). *Teaching reading around the world*. Hamburg, Germany: IEA.
- Manalo, E., Bunnell, J. K., & Stillman, J. A. (2000). The use of process mnemonics in teaching students with mathematics learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 23(2), 137-156.
- Marks, G. N., Cresswell, J., & Ainley, J. (2006). Explaining socioeconomic inequalities in student achievement: The role of home and school factors. *Educational Research and Evaluation*, 12(2), 105-128.
- 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 & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gregory, K. D., Hoyle, C., & Shen, C. (2000). *Effective schools in science and mathematics*. Chestnut Hill, MA: International Study Center, Boston College.
- Marzano, R. J., Waters, T., & McNulty, B. A. (2005). *School leadership that works: From research to results*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Mayer, D. P., Mullens, J. E., & Moore, M. T. (2000). *Monitoring school quality: An indicators report* (NCES Statistical Analysis Report No. 2001-030). Washington, DC: U.S. Department of Education.
- McGraw, R., Lubienski, S. T., & Strutchens, M. E. (2006). A closer look at gender in NAEP mathematics achievement and affect data: Intersections with achievement, race/ethnicity, and socioeconomic status. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(2), 129-150.
- McLaughlin, M., McGrath, D. J., Burian-Fitzgerald, M. A., Lanahan, L., Scotchmer, M., Enyeart, C., & Salganik, L. (2005, April). *Student content engagement as a construct for the measurement of effective classroom instruction and teacher knowledge*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Researchers Association, Montreal, Canada.
- Melhuish, E. C., Phan, M. B., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., & Taggart, B. (2008). Effects of the home learning environment and preschool center experiences upon literacy and numeracy development in early primary school. *Journal of Social Issues*, 64(1), 95-114.
- Miller, R., Murnane, R. J., & Willett, J. B. (2007, August). *Do teacher absences impact student achievement? Longitudinal evidence from one urban school district* (NBER Working Paper Number No.W13356). Cambridge, MA: Authors.
- Moskowitz, J., & Stephens, M. (Eds.). (1997). *From students of teaching to teachers of students: Teacher induction around the pacific rim*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., & 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 & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Olson, J. F., Berger, D. R., Milne, D., & Stanco, G. M. (Eds.). (2008). *TIMSS 2007 encyclopedia: A guide to mathematics and science education around the world*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I. V. S. & Martin, M. O. (2009). *TIMSS 2011 item writing guidelines*. (Available from the TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College).
- 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.
- National Assessment Governing Board. (2009). *Science framework for the 2009 National Assessment of Educational Progress*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- National Center for Education Statistics. (2006). *Variation in the relationships between nonschool factors and student achievement on international assessments* (NCES Statistics in Brief Report No. 2006-014). Washington, DC: U.S. Department of Education.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2006). *Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: A quest for coherence*. Reston, VA: NCTM.
- National Education Association. (2008). *Parent, family, community involvement in education* (NEA Policy Brief No. 11). Washington, DC: Author.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy.
- National Science Foundation. (1995). *Innovating and evaluating science education: NSF evaluation forums 1992-94*. Arlington, VA: Author.
- National Science Teachers Association. (2000). *NSTA elementary school pathways to the science standards: Guidelines for moving the vision into practice (2nd ed.)*. Arlington, VA: NSTA.
- National Science Teachers Association. (2000). *NSTA pathways to the standards: Guidelines for moving the vision into practice - Middle school edition (2nd ed.)*. Arlington, VA: NSTA.
- Nye, B., Hedges, N. B., & Konstantopoulos, S. (2001). The long-term effects of small classes in early grades: Lasting benefits in mathematics achievement at grade 9. *Journal of Experimental Education*, 69(3), 245-257.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris, France: Author.
- Osher, D., Dwyer, K., & Jimerson, S. R. (2006). Save, supportive and effective schools: Promoting school success to reduce school violence. In S. R. Jimerson & M. J.

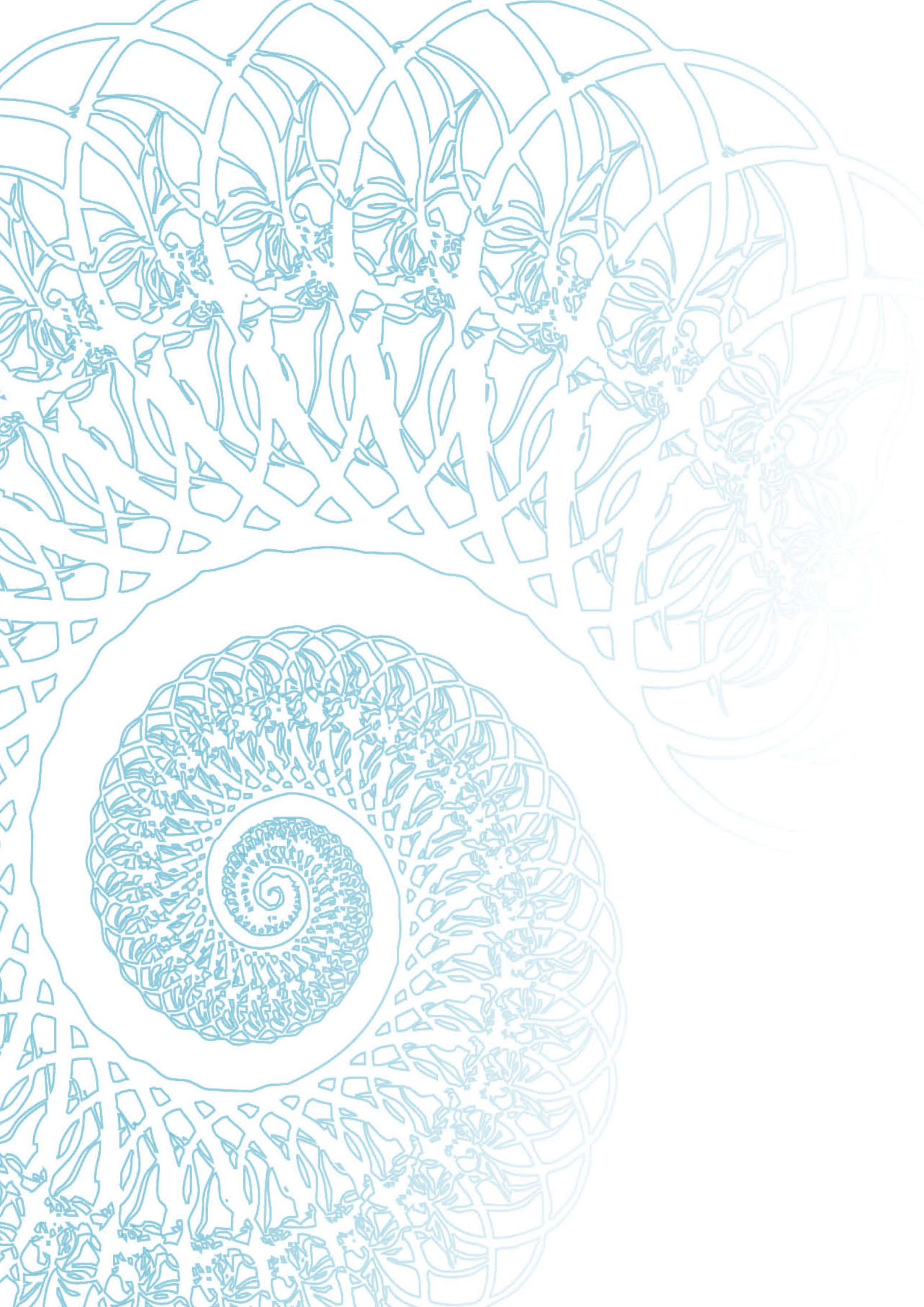
- Furlong (Eds.), *Handbook of school violence and school safety* (pp. 51-71). Mahwah, NJ: LEA Publishers.
- Pintrich, P. R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology, 95*(4), 667-686.
- Rivkin, S. G., Hanushek, E. A., & Kain, J. F. (2005). Teachers, schools, and academic achievement. *Econometrica, 73*, 418-458.
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729-780). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Robinson, V. M. J. (2007). *School leadership and student outcomes: Identifying what works and why* (ACEL Monograph Series No. 41). Winmalee, NSW, Australia: Australian Council for Educational Leaders, Inc.
- Saleh, M., Lazonder, A. W., & De Jong, T. (2005). Effects of within-class ability grouping on social interaction, achievement, and motivation. *Instructional Science, 33*(2), 105-119.
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). Building blocks and cognitive building blocks: Playing to know the world mathematically. *American Journal of Play, 1*(3), 313-337.
- Schmid, C. L. (2001). Educational achievement, language-minority students, and the new second generation. *Sociology of Education, 74*(Extra Issue), 71-87.
- Sheldon, S. B., & Epstein, J. L. (2005). Involvement counts: Family and community partnerships and mathematics achievement. *Journal of Educational Research, 98*(4), 196-207.
- 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.
- Taylor, N., & Vinjevold, P. (2000). The new South Africa: Idealism, capacity and the market. In D. Coulby, R. Cowen, & C. Jones, (Eds.), *Education in times of transition*. Sterling, VA: Stylus Publishing, Inc.
- Tillmann, L. C. (2005). Mentoring new teachers: Implications for leadership practice in an urban school. *Educational Administration Quarterly, 41*(4), 609- 629.
- Trautwein, U. (2007). The homework-achievement relation reconsidered: Differentiating homework time, homework frequency, and homework effort. *Learning and Instruction, 17*(3), 372-388.
- Trautwein, U., Luedtke, O., Kastens, C., & Koeller, O. (2006). Effort on homework in grades 5 through 9. development, motivational antecedents, and the association with effort on classwork. *Child Development, 77*(4), 1094-1111.
- Trong, K. (2009). *Using PIRLS 2006 to measure equity in reading achievement internationally*. Unpublished doctoral dissertation, Boston College, Massachusetts.
- U.S. Department of Education (2008). *Foundations for Success: The Final Report of the National Mathematics Advisory Panel*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- UNESCO Institute for Statistics. (1999). *Operational manual for ISCED-1997: International standard classification of education*. Paris: Author.

- UNESCO Institute for Statistics. (2006). *Teachers and educational quality: Monitoring global needs for 2015*. Montreal, Canada: UNESCO Institute for Statistics.
- Wasely, P. A., Fine, M., Gladden, M., Holand, N. E., King, S. P., Mosak, E., & Powell, L. C. (2000). *Small schools: Great strides*. New York: Bank Street College of Education.
- Wenglinsky, H. (1998, September). *Does it compute? The relationship between educational technology and student achievement in mathematics* (ETS Policy Information Report). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Wenglinsky, H. (2000, October). *How teaching matters: Bringing the classroom back into discussions of teacher quality*. (ETS Policy Information Report). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- West, J., Denton, K., & Germino-Hausken, E. (2000, February). *America's Kindergartners* (NCES Statistical Analysis Report No. 2000-070). Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Wheelan, S. A., & Kesselring, J. (2005). Link between faculty group development and elementary student performance on standardized tests. *The Journal of Educational Research*, 98(6), 323-330.
- Willms, J. D. (2006). *Learning divides: Ten policy questions about the performance and equity of schools and schooling systems*. Montreal, Canada: UNESCO Institute for Statistics.
- Witzel, B. S., Mercer, C. D., & Miller, M. D. (2003). Teaching algebra to students with learning difficulties: An investigation of an explicit instruction model. *Learning Disabilities Research & Practice*, 18(2), 121-131.
- Woessmann, L. (2004, March). How equal are educational opportunities? Family background and student achievement in Europe and the U.S. (CESifo Working Paper No. 1162). Munich, Germany: Author.
- Yoon, K. S., Duncan, T., Lee, S. W. Y., Scarloss, B., & Shapley, K. L. (2007). *Reviewing the evidence on how teacher professional development affects student achievement* (Institute of Education Sciences Report No. REL 2007-No.033). Washington, DC: U.S. Department of Education.

Ringraziamenti

Appendice

A



Appendice A

Ringraziamenti

TIMSS è un grande progetto dell'IEA, e insieme a PIRLS (*Progress in International Reading Literacy Study*) rappresenta il nucleo degli studi dell'IEA, caratterizzati da una rilevazione periodica. L'IEA ha delegato la responsabilità dell'intera direzione e gestione di questi due progetti al *TIMSS & PIRLS International Study Center* presso il Boston College. Diretto da Michael O. Martin e Ina V.S. Mullis, il centro studi si trova nella *Lynch School of Education*. Nella realizzazione di questi due ambiziosi studi internazionali, il *TIMSS & PIRLS International Study Center* lavora a stretto contatto con il Segretariato IEA ad Amsterdam, l'*IEA Data Processing and Research Center* ad Amburgo, lo *Statistics Canada* di Ottawa e l'*Educational Testing Service* a Princeton nel New Jersey. Di importanza fondamentale è la stretta collaborazione con i coordinatori nazionali dell'indagine (NRC, *National Research Coordinator*) scelti dai paesi partecipanti, responsabili della realizzazione di questi studi nei rispettivi paesi. In sintesi, ci vuole una dedizione estrema da parte di molte persone in tutto il mondo per far sì che TIMSS abbia successo; per questo, il lavoro svolto da queste persone in tutte le varie attività implicate nell'indagine è molto apprezzato. Ad ogni nuovo ciclo di studi, uno dei compiti più importanti è quello di aggiornare il Quadro di riferimento. L'aggiornamento del Quadro di riferimento TIMSS per il 2011 è iniziato nel settembre del 2008 e ha integrato numerosi contributi e revisioni da parte degli esperti del *TIMSS & PIRLS International Study Center*, dell'IEA, dei coordinatori nazionali dell'indagine TIMSS 2011 e dei due comitati *TIMSS 2011 Science and Mathematics Item Review Committee* e *TIMSS 2011 Questionnaire Item Review Committee*.

Fra tutte le persone di ogni parte del mondo, grazie alle quali TIMSS è una realtà di successo, ricevono, in questa sede, un ringraziamento

speciale coloro che hanno ricoperto ruoli di responsabilità e che hanno dato un impegno particolare nello sviluppo e nella produzione del Quadro di riferimento di TIMSS 2011.

Sviluppo del Quadro di riferimento di TIMSS 2011 presso il TIMSS & PIRLS International Study Center del Boston College

Ina V.S. Mullis, Direttore Esecutivo, TIMSS & PIRLS,

Michael O. Martin, Direttore Esecutivo, TIMSS & PIRLS,

Ebru Erberber, ricercatore TIMSS,

Corinna Preuschoff, ricercatore, TIMSS

Gabrielle Stanco, ricercatore, TIMSS

Ryan Auster, assistente, TIMSS

Jiefang Hu, assistente, TIMSS

Karen Lam, assistente, TIMSS

TIMSS 2011 Coordinatori ed esperti per la matematica e le scienze

I coordinatori e gli esperti per la matematica e le scienze hanno lavorato con il *TIMSS & PIRLS International Study Center* allo sviluppo degli obiettivi dei quadri di riferimento per la valutazione della matematica e delle scienze di TIMSS 2011 e alla preparazione dei rispettivi capitoli.

Graham J. Ruddock, coordinatore per la matematica

National Foundation for Educational Research, Inghilterra

Christine Y. O'Sullivan, coordinatore per le scienze

K-12 Consulting, Inc., Stati Uniti

Berinderjeet Kaur, esperto per la matematica

National Institute of Education, Singapore

Helen Lye, esperto per le scienze

Australian Council for Educational Research

Sviluppo del Quadro di riferimento di TIMSS 2011 presso l'IEA

L'IEA fornisce pieno sostegno nel coordinamento di TIMSS. Il Segretariato, con sede ad Amsterdam, ricopre un ruolo di particolare responsabilità nel gestire l'adesione dei paesi partecipanti, verificare l'aderenza delle traduzioni alla versione originale e reclutare i supervisor per il controllo di qualità. Il DPC (*Data Processing and Research Center*), con sede ad Amburgo, è responsabile dell'accuratezza e della coerenza del database TIMSS complessivo e per singolo paese. Le seguenti persone hanno partecipato alla revisione del Quadro di riferimento di TIMSS :

Hans Wagemaker, direttore esecutivo IEA

Barbara Malak, direttore, responsabile della gestione dei rapporti con i paesi partecipanti

Oliver Neuschmidt

Juliane Hencke, co-responsabili gestione dati TIMSS & PIRLS

TIMSS 2011 Science and Mathematics Item Review Committee

Il *Science and Mathematics Item Review Committee* (SMIRC) ha collaborato con lo staff dell'*International Study Center* allo sviluppo di tutti gli aspetti del Quadro di riferimento, in particolare del Quadro di riferimento di matematica e del Quadro di riferimento di scienze.

Hanno offerto dei suggerimenti per i domini di contenuto e i domini cognitivi, come anche per le aree tematiche e gli obiettivi.

Matematica

Kiril Bankov
University of Sofia
Bulgaria

Karen Manriquez
Ministry of Education
Chile

Fou-Lai Lin
National Taiwan Normal
University
Chinese Taipei

Khattab Mohammad Ahmad
Abulibdeh
National Center for Human
Resources Development
Jordan

Christoph Selter
TU Dortmund Mathematics
Department
Germany

Robert Garden
New Zealand

Liv Sissel Grønmo
University of Oslo, ILS
Norway

Mary Lindquist
United States

Hung-Hsi Wu
University of California, Berkeley
United States

Scienze

Martina Kekule
Charles University of Prague
Czech Republic

Gabriela Noveanu
Institute for Educational Sciences
Romania

Jouni Viiri
University of Jyväskylä
Finland

Galina Kovaleva
Russian Academy of Education
Russian Federation

Saulė Vingelienė
Educational Development Centre
Lithuania

Maria Pilar Jimenez Aleixandre
Universidad de Santiago de
Compostela
Spain

Berenice Michels
National Institute for Curriculum
Development
The Netherlands

Wolfgang Dietrich
National Agency for Education
Sweden

Mariam Mohammad Ahmed
Evaluation Institute
Qatar

Gerry Wheeler
United States

TIMSS 2011 Questionnaire Item Review Committee

Fanno parte del *TIMSS 2011 Questionnaire Item Review Committee* (QIRC) i coordinatori nazionali di ricerca *TIMSS 2011* che hanno la specifica responsabilità di partecipare allo sviluppo del Quadro di riferimento per quanto riguarda il contesto e i questionari di background di TIMSS 2011.

Sue Thomson
Australian Council for
Educational Research
Australia

Clara Rosaline Anumel
Ghana Education Service
Ghana

Josef Basl
Institute for Information on
Education
Czech Republic

Frederick Leung
University of Hong Kong
Hong Kong SAR

Naima Hassan
National Center of Examinations
and Educational Evaluation
Egypt

Martina Meelissen
University of Twente
The Netherlands

Linda Sturman
National Foundation for
Educational Research
England

Barbara Japelj Pavesic
Educational Research Institute
Slovenia

Wilfried Bos
University of Dortmund
Germany

Patrick Gonzales
National Center for Education
Statistics
United States

TIMSS 2011 National Research Coordinators

I coordinatori nazionali di ricerca TIMSS 2011 collaborano con lo staff del progetto TIMSS in numerosi ambiti per assicurare che lo studio risponda ai bisogni dei vari paesi, sia pratici che di natura politica, e sono inoltre responsabili della realizzazione dell'indagine. I coordinatori nazionali di ricerca TIMSS 2011 hanno partecipato alla revisione del Quadro di riferimento di TIMSS 2011.

Algeria

Samia Mezaib
Sous-directrice de l'Evaluation
Ministere de l'Education
Nationale

Armenia

Arsen Baghdasaryan
Yerevan State University

Australia

Sue Thomson
Australian Council for
Educational Research

Austria

Birgit Suchan
Bundesinstitut fuer
Bildungsforschung, Innovation
und Entwicklung des
Oesterreichischen Schulwesens
(BIFIE)

Azerbaijan

Ulviya Mikailova
Ministry of Education

Bahrain

Huda Al-Awadi
Counsellor for Research &
Studies-Minister Office
Ministry of Education

Bosnia and Herzegovina

Zaneta Dzumhur
Agency for Preschool, Primary
and Secondary Education

Botswana

Monamodi Kesamang
Botswana Examinations Council

Bulgaria

Marina Vasileva Mavrodieva
Center for Control and
Assessment of the Quality in
Education

Chile

Johanna Gubler Santander
Ministerio de Educacion

Chinese Taipei

Chen-yung Lin
National Taiwan Normal
University

Czech Republic

Vladislav Tomasek
Institute for Information on
Education

Denmark

Peter Allerup
The Danish University of
Education

Egypt

Naguib Khouzam
National Center of Examinations
and Educational Evaluation

England

Linda Sturman
National Foundation for
Educational Research

Finland

Pekka Kupari
Finnish Institute for Educational
Research
University of Jyvaskyla

Georgia

Dito Patariaia
Mamuka Jibladze
National Examinations Center

Germany

Wilfried Bos
Center for School Development
Research
University of Dortmund

Ghana

Clara Rosaline Anumel
Inspectorate Division
Ghana Education Service

Honduras

Renan Rapalo Casteilanos
Secretaria de Educacion-
UPNFM

Hong Kong SAR

Frederick Leung
Faculty of Education
The University of Hong Kong

Hungary

Ildiko Szepesi
Educational Authority
Department of Assessment and
Evaluation

Indonesia

Burhanuddin Tola
Institute of Educational
Research and Development
Ministry of National Education

Iran, Islamic Republic of

Abdol'azim Karimi
Ministry of Education
Institute for Educational
Research

Israel

Inbal Ron-Kaplan
National Authority for
Measurement and Evaluation in
Education (RAMA)
Ministry of Education

Italy

Elisa Caponera
Istituto Nazionale per la
Valutazione del Sistema
Educativo di Istruzione e di
Formazione (INVALSI)

Japan

Keiichi Nishimura
Yasushi Ogura
National Institute for Educational
Policy Research (NIER)

Jordan

Khattab Mohammad Ahmad
Abulibdeh
National Center for Human
Resources Development

Kazakhstan

Bazar Damitov
The National Centre for
Assessment of the Quality of
Education

Korea, Republic of

Kyunghee Kim
Korea Institute of Curriculum &
Evaluation

Kuwait

Marzoug Al-Ghounaim
Ministry of Education

Latvia

Andrejs Geske
Institute for Educational Research
University of Latvia

Lebanon

Leila Maliha Fayad
Educational Center for Research
& Development
Ministry of Education

Libya

Suleiman Mahmoud Khoja
Ministry for Higher Education

Lithuania

Aiste Elijio
National Examinations Center
Ministry of Education

Malaysia

Amir bin Salleh
Educational Planning & Research
Division
Ministry of Education

Malta

Raymond Camilleri
Ministry of Education

Mauritius

Kaviraj Sharma Sukon
Mauritius College of the Air

Mongolia

Regsuren Bat-Erdene
Ministry of Education

Morocco

Mohammed Sassi
Département de l'Éducation
Nationale
Centre Nationale de l'Évaluation
et des Examens

The Netherlands

Martina Meelissen
Marjolein Drent
University of Twente

New Zealand

Robyn Caygill
Ministry of Education
Comparative Education Research
Unit

Norway

Liv Sissel Grønmo
University of Oslo, ILS

Oman

Zuwaina Saleh Al-maskari
Ministry of Education

Palestinian National Authority

Mohammed O. Matar Mustafa
Ministry of Education and Higher
Education, Assessment and
Evaluation Center

Poland

Krzysztof Konarzewski
Polish Academy of Sciences

Qatar

Abdulsattar Mohammed Nagi
Student Assessment Office

Romania

Gabriela Noveanu
Institute for Educational Sciences

Russian Federation

Galina Kovaleva
Russian Academy of Education

Saudi Arabia

Saleh Alshumrani
Ministry of Education

Scotland

Linda Sturman
National Foundation for
Educational Research

Serbia

Slobodanka Gasic Pavisic
Institute for Educational Research

Singapore

Pik Yen Lim
Ministry of Education

Slovak Republic

Paulina Korsnakova
NUCEM-National Institute
for Certified Educational
Measurements

Slovenia

Barbara Japelj Pavesic
Educational Research Institute

South Africa

Vijay Reddy
Human Sciences Research
Council (HSRC)

Spain

Jesus Dominguez Castillo
Ministerio de Educacion
Instituto de Evaluacion

Sweden

Eva Lundgren
Skolverket

Syrian Arab Republic

Omar Abou Awn
Ministry of Education

Thailand

Precham Dechsri
The Institute for the
Promotion of Teaching
Science and Technology

Tunisia

Nejib Ayed
Centre National d’Innovation
Pedagogique et de Recherche en
Education

Turkey

Halil Rahman Acar
Educational Research &
Development Directorate
Ministry of National Education

Ukraine

Nataliia Prokopenko
Ministry of Education and
Science of Ukraine

United Arab Emirates

Nada Abu Baker Husain Ruban
Ministry of Education

United States

Patrick Gonzalez National Center for
Education Statistics

Yemen

Tawfiq Ahmad Al-Mekhlafy
Ministry of Education
Educational Research &
Development Centre

Province/regioni

Alberta, Canada

Ping Yang
Alberta Education
Learner Assessment Branch

British Columbia, Canada

Britta Gundersen-Bryden
Ministry of Education

Dubai, EAU

Zulaikha Mohamed
Knowledge & Human
Development Authority
Government of Dubai

Ontario, Canada

Michael Kozlow
Education Quality and
Accountability Office

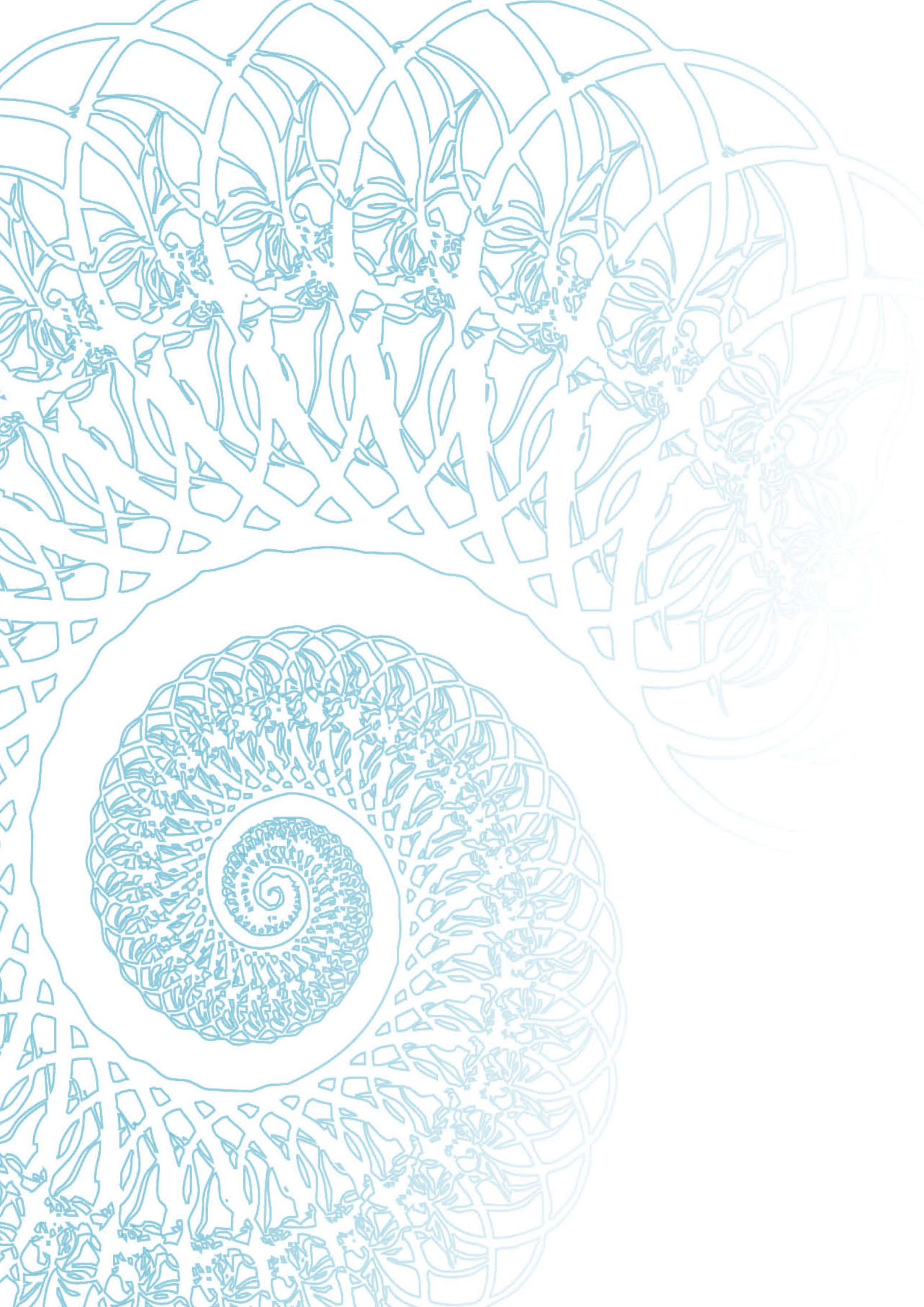
Quebec, Canada

Robert Marcotte
Direction de la sanction des
Etudes

Esempi di quesiti di matematica

Appendice

B



Esempi di quesiti di matematica Quarto anno di scolarità

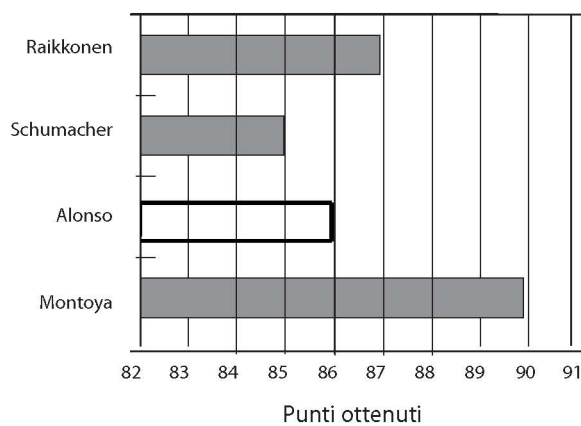
1

Un ripiano è lungo 240 cm. Cristiano sta mettendo delle scatole sul ripiano. Ogni scatola occupa 20 cm dello spazio del ripiano. Quale di queste espressioni numeriche mostra quante scatole Cristiano può mettere sul ripiano? Il numero delle scatole è indicato con ▲.

- Ⓐ $240 - 20 = \blacktriangle$
- $240 : 20 = \blacktriangle$
- Ⓒ $240 + 20 = \blacktriangle$
- Ⓓ $240 \times 20 = \blacktriangle$

2

Il grafico mostra i punti ottenuti da quattro piloti nel campionato di Formula 1. Montoya è al primo posto. Alonso è al terzo posto. Traccia una barra che mostra i punti ottenuti da Alonso.



3


Alberto vuole sapere quanto pesa il suo gatto. Alberto si pesa e vede che la bilancia indica 57 kg. Successivamente sale sulla bilancia con il gatto in braccio e vede che la bilancia indica 62 kg.





Quanti chilogrammi pesa il gatto di Alberto?

Risposta: 5 chilogrammi.

4

Il grafico mostra il numero di mele raccolte da Giovanni ogni giorno.

ogni  rappresenta 10 mele

Lunedì	
Martedì	
Mercoledì	
Giovedì	

In che giorno Giovanni ha raccolto 5 mele?

- (A) Lunedì
- (B) Martedì
- (C) Mercoledì
- (D) Giovedì

5

Qui sono riportate due figure geometriche. Descrivi un aspetto per cui sono uguali e uno per cui sono diverse.

Figura geometrica P

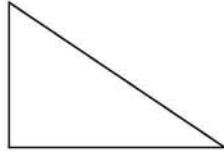


Figura geometrica Q



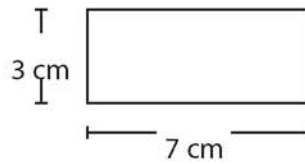
A. Uguali

Le 2 figure sono entrambi triangoli.

B. Differenti

La figura P ha un angolo retto, ma l'altra no.

6

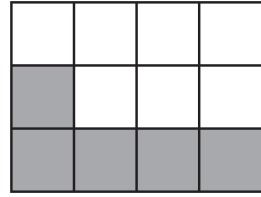


Qual è il perimetro del rettangolo?

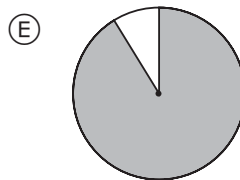
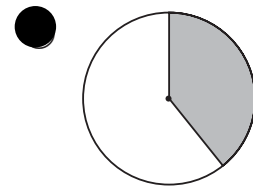
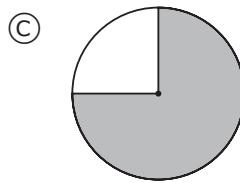
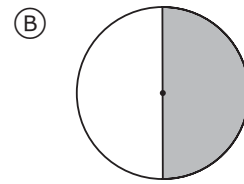
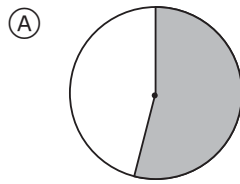
- (A) 7 cm
- (B) 10 cm
- (C) 20 cm
- (D) 21 cm

Esempi di quesiti di matematica Ottavo anno di scolarità

1



Quale cerchio ha approssimativamente la stessa frazione di superficie colorata del rettangolo in figura?



2

Giulio sa che una penna costa 1 zed più di una matita.

Il suo amico ha comprato 2 penne e 3 matite per 17 zed.

Quanti zed saranno necessari a Giulio per comprare 1 penna e 2 matite?

Mostra il procedimento che hai seguito.

Matita: x zeds

Penna: $y = x + 1$ zeds

$$2y + 3x = 17$$

$$2(x+1) + 3x = 17$$

$$2x + 2 + 3x = 17$$

$$5x = 17 - 2$$

$$5x = 15$$

$$x = 15 : 5$$

$$x = 3$$

Una matita costa 3 zeds

$$y = x + 1$$

$$y = 3 + 1 = 4$$

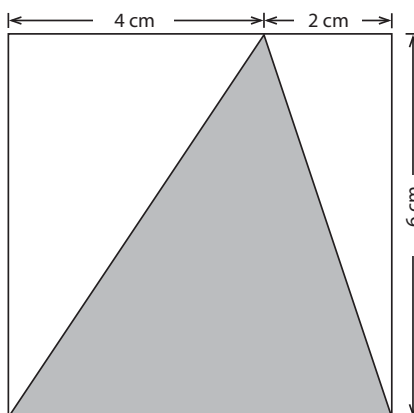
Una penna costa 4 zeds

$x + 2y = 4 + 2 \cdot 3 = 4 + 6 = 10$ una penna e due matite costano

10 zeds

3

La figura mostra un triangolo colorato inscritto in un quadrato.



Qual è l'area del triangolo colorato?

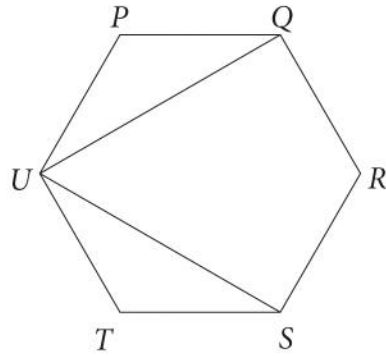
Risposta: 18

4

Quale di queste risposte è uguale a $2(x+y) - (2x-y)$?

- 3y
- (B) y
- (C) $4x + 3y$
- (D) $4x + 2y$

5



PQRST è un esagono regolare. Qual'è la misura dell'angolo QUS?

- (A) 30°
- (B) 60°
- (C) 90°
- (D) 120°

6

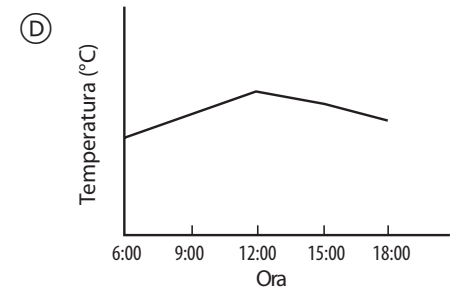
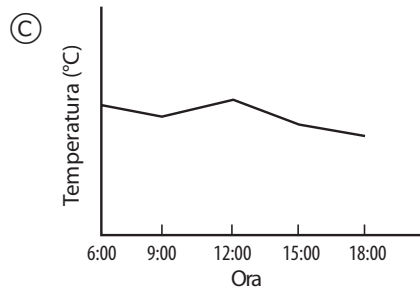
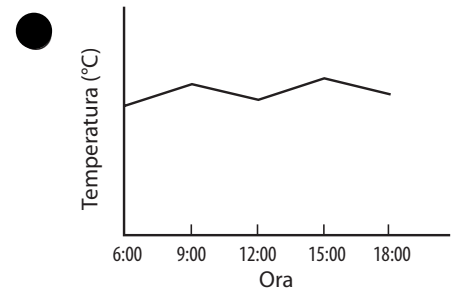
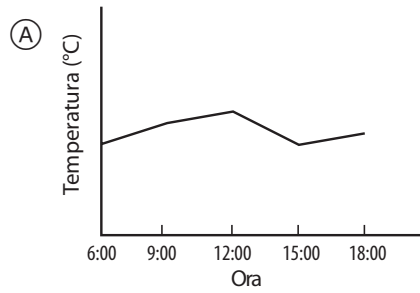
Su un autobus ci sono 36 passeggeri. Il rapporto tra bambini e adulti è di 5 a 4. Quanti sono i bambini sull'autobus?

Risposta: 20

La tabella riporta le temperature di un certo giorno registrate ad ore diverse.

Ora	6:00	9:00	12:00	15:00	18:00
Temperatura °C	12	17	14	18	15

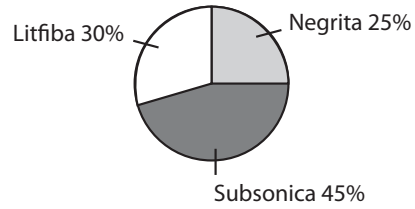
Si disegna quindi un grafico senza riportare la scala delle temperature. Quale, fra i seguenti, potrebbe essere il grafico che mostra le informazioni riportate nella tabella?



*

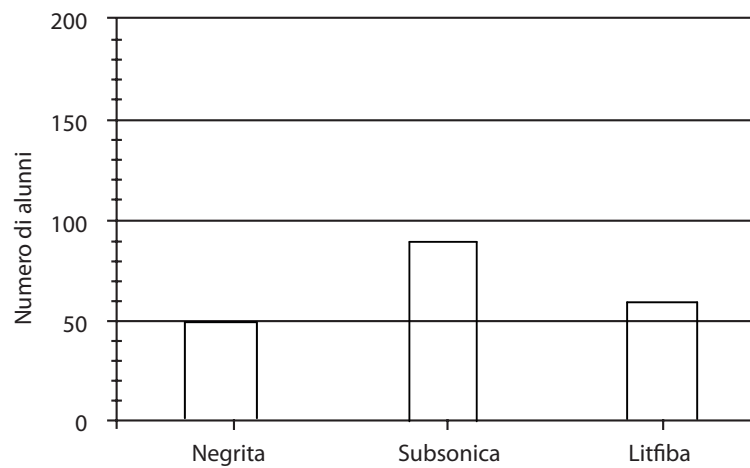
L'areogramma (grafico a torta) mostra i risultati di un'indagine su 200 alunni.

Popolarità dei gruppi rock



Disegna un istogramma (grafico a barre) che mostri il numero di alunni in ogni categoria dell'areogramma (grafico a torta).

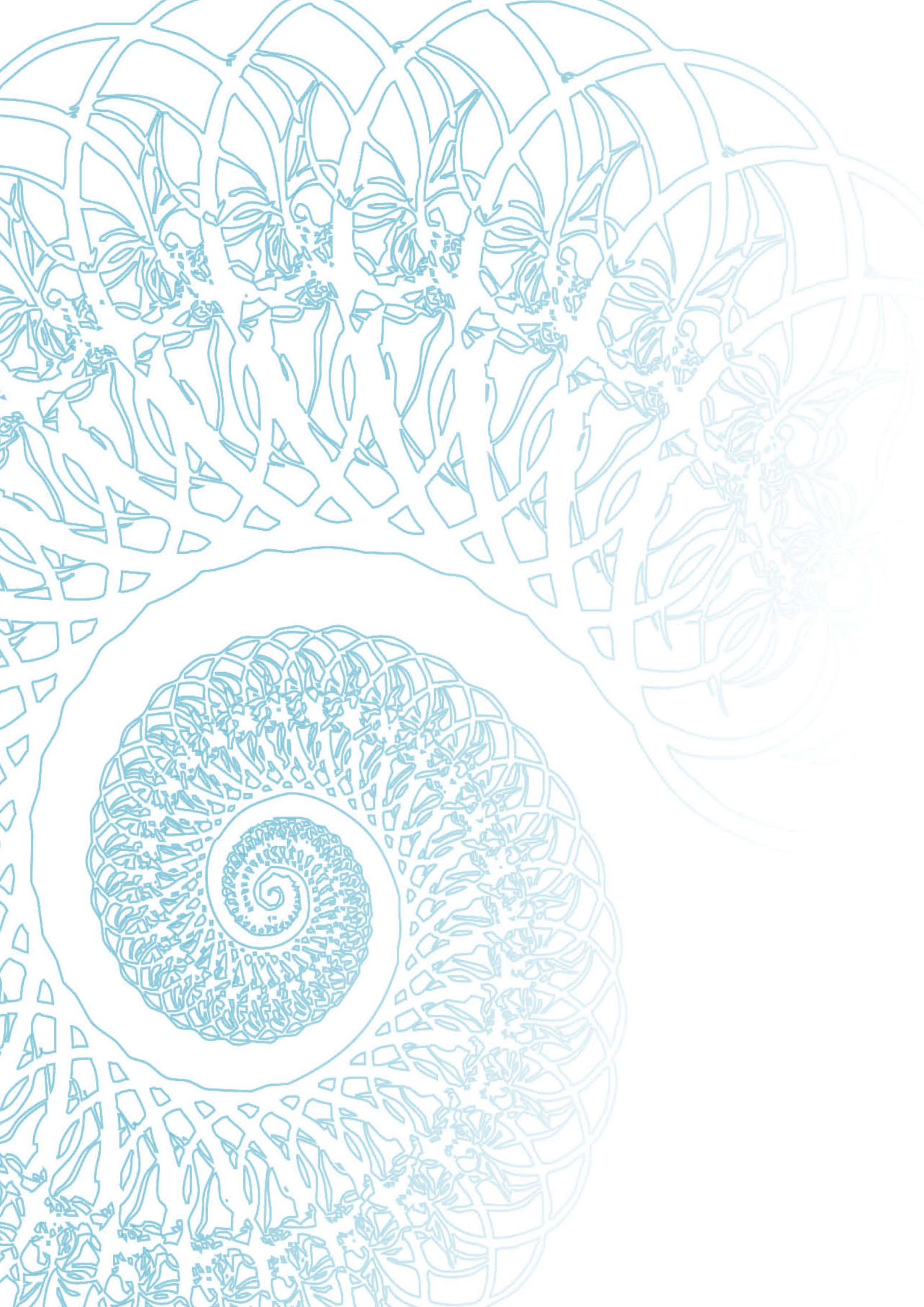
Popolarità dei gruppi rock



Esempi di quesiti di scienze

Appendice **C**



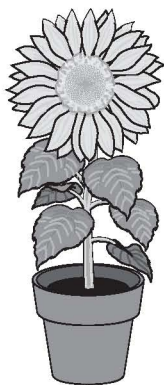


Esempi di quesiti di scienze Quarto anno di scolarità

1

Carlo e Gianna hanno preso ognuno un seme di girasole dalla stessa pianta. Hanno preso due vasi identici e li hanno riempiti di terriccio. Poi, hanno piantato un seme in ciascun vaso. Carlo si è preso cura di un vaso a casa sua, e Gianna si è presa cura dell'altro vaso a casa sua.

Qualche tempo dopo, hanno confrontato le piante e hanno visto che c'era una grande differenza nella loro crescita, come mostrato in questa figura.



Pianta di Carlo



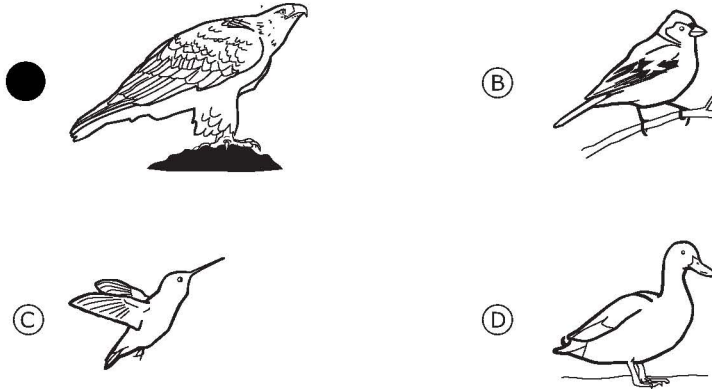
Pianta di Gianna

Descrivi un modo in cui Carlo può aver trattato la sua pianta diversamente da come Gianna ha trattato la propria.

Carlo potrebbe aver dato più acqua e luce.

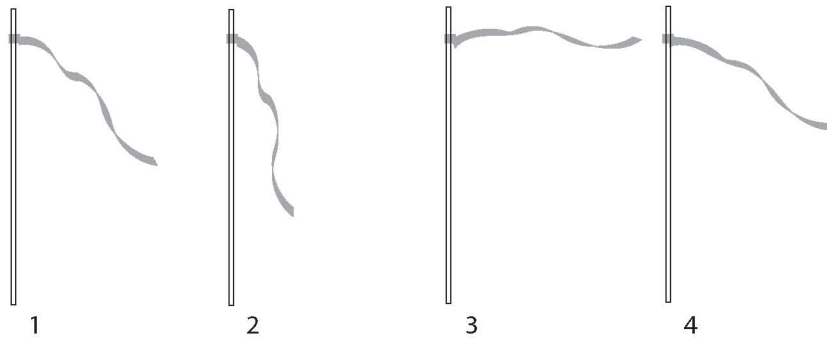
2

Quale dei seguenti uccelli si nutre più probabilmente di piccoli mammiferi?



3

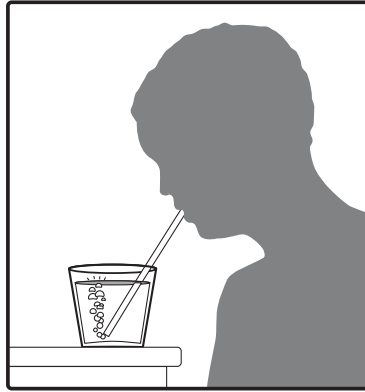
Un nastro viene legato ad un palo per misurare la forza del vento.



Scrivi i numeri 1, 2, 3 e 4 nell'ordine corretto, per mostrare la forza del vento da quello **più forte** a quello **più debole**.

Risposta : 3 , 4 , 1 , 2 .

&



Quando soffi nell'acqua usando una cannuccia, si formano delle bolle che salgono in superficie. Perché le bolle nell'acqua salgono in superficie?

*Salgono perché sono formate da aria
che è più leggera dell'acqua.*

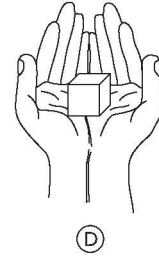
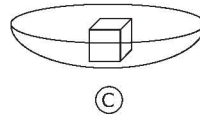
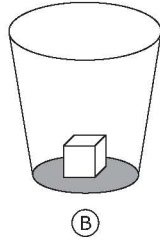
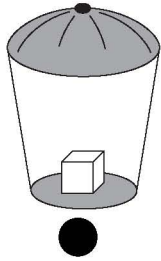
I

Qual è il motivo principale per cui possiamo vedere la Luna?

- (A) La Luna riflette la luce della Terra.
- (B) La Luna riflette la luce del Sole.
- (C) La Luna produce la propria luce.
- (D) La Luna è più grande delle stelle.

6

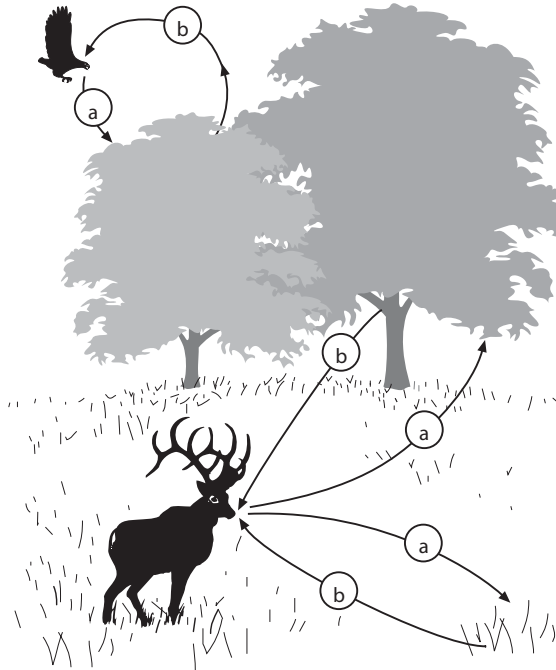
Quale cubetto di ghiaccio impiegherà più tempo a sciogliersi?



Esempi di quesiti di scienze Ottavo anno di scolarità

#

La figura seguente mostra un esempio di interdipendenza tra organismi. Durante il giorno i diversi organismi consumano (a) o (b) oppure producono (a) o (b), come mostrato dalle frecce.



Scegli fra le seguenti alternative la risposta corretta per (a) e (b).

- (A) (a) è biossido di carbonio (anidride carbonica) e (b) è azoto.
- (B) (a) è ossigeno e (b) è biossido di carbonio (anidride carbonica).
- (C) (a) è biossido di carbonio (anidride carbonica) e (b) è vapore acqueo.
- (a) è biossido di carbonio (anidride carbonica) e (b) è ossigeno.



Tiziano è caduto dalla bicicletta e ha versato la busta di sale che stava portando. Ha raccolto il sale da terra insieme a sabbia e foglie d'albero e ha messo la miscela in una busta di plastica.



Nella tabella seguente, descrivi le operazioni svolte da Tiziano per separare il sale dalla miscela di sale, sabbia e foglie. Indica una ragione per cui è necessario svolgere ogni operazione. La prima riga è già completata.

Operazione	Descrizione dell'operazione	Ragione per svolgere l'operazione
1.	Passare la miscela attraverso un setaccio.	Così si eliminano le foglie.
2.	<i>Aggiungere l'acqua</i>	<i>Per sciogliere il sale</i>
3.	<i>Filtrare la soluzione salina</i>	<i>Per rimuovere la sabbia</i>
4.	<i>Fa bollire l'acqua salata</i>	<i>Per far evaporare l'acqua</i>

%

La massa delle sostanze A e B viene misurata su una bilancia, come mostrato nella Figura 1. La sostanza B viene messa nel recipiente della sostanza A, e si forma la sostanza C. Il recipiente vuoto viene rimesso sulla bilancia, come mostrato nella Figura 2.

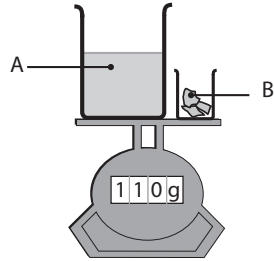


Figura 1

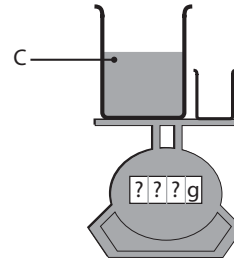


Figura 2

L'indicatore nella Figura 1 mostra una massa di 110 grammi.

Cosa mostrerà nella Figura 2?

(Segna una sola risposta.)

- Più di 110 grammi.
- 110 grammi.
- Meno di 110 grammi.

Spiega la risposta che hai dato.

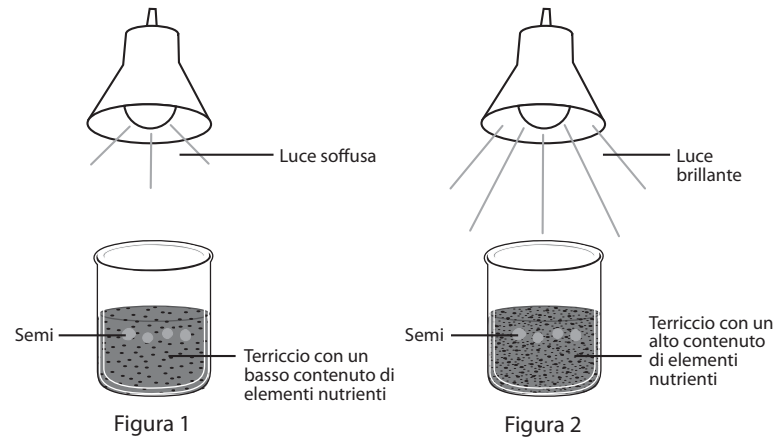
La massa dovrebbe essere la stessa, perché la massa dei reagenti equivale alla massa dei prodotti.

&

Franco ha un pacchetto di semi di pisello geneticamente identici.

Si tratta di una varietà di piselli che produce piante di pisello alte e peduncolate.

Pianta quattro semi di pisello in un contenitore nelle condizioni mostrate nella Figura 1. Pianta altri quattro semi di pisello in un contenitore nelle condizioni mostrate nella Figura 2. Annaffia i semi ogni giorno.



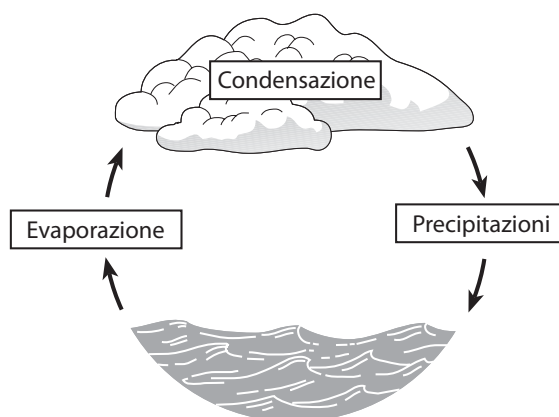
Che cosa si può prevedere sull'altezza delle piante di pisello?

L'altezza delle piante di pisello sarà maggiore nella Figura 2.

Spiega la risposta.

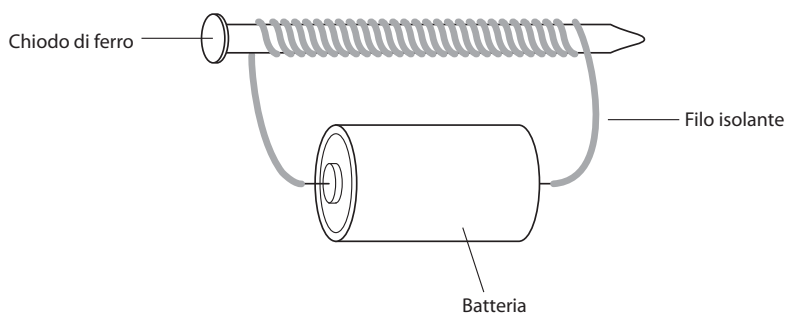
La luce brillante darà alle piante energia e i nutrienti nel terriccio aiuteranno i piselli a crescere.

La figura seguente mostra il ciclo dell'acqua.



Qual è la sorgente di energia per il ciclo dell'acqua?

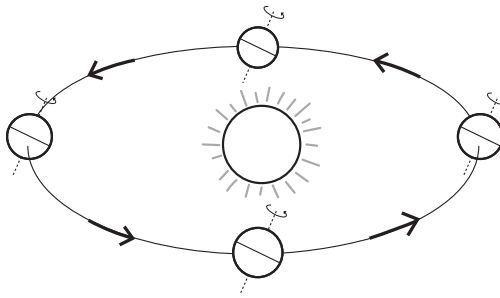
- (A) La Luna.
- (B) Il Sole.
- (C) Le maree.
- (D) Il vento.



La figura mostra un chiodo di ferro intorno al quale è avvolto un filo di materiale isolante. Il filo è collegato a una batteria.

Che cosa accade al chiodo quando la corrente scorre nel filo?

- (A) Il chiodo fonde.
- (B) La corrente elettrica scorre nel chiodo.
- (C) Il chiodo diventa una calamita.
- (D) Non accade nulla al chiodo.

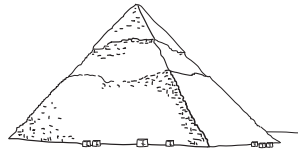


La figura mostra l'orbita della Terra intorno al Sole e l'inclinazione dell'asse terrestre. Quale dei seguenti fenomeni che si verificano sulla Terra è causato dall'inclinazione dell'asse terrestre?

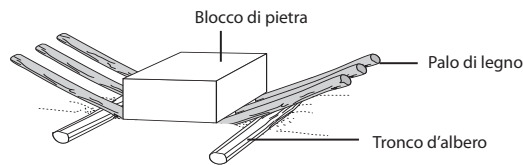
- A Le stagioni.
- B Il giorno e la notte.
- C Gli anni.
- D I fusi orari.

*

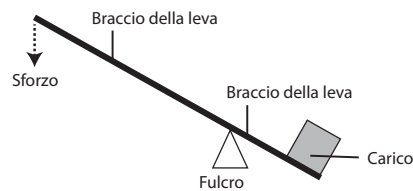
Pietro e Giovanna stanno studiando la Grande Piramide di Cheope (Khufu), che si trova in Egitto.



Si chiedono come abbiano fatto gli antichi egizi a sollevare i blocchi di pietra per costruire la piramide. Svolgono delle ricerche su Internet e trovano la figura seguente.



Pietro non è sicuro di aver capito la figura, così Giovanna disegna un'altra figura per aiutarlo a capire come veniva sollevata la pietra. Il suo disegno è il seguente.

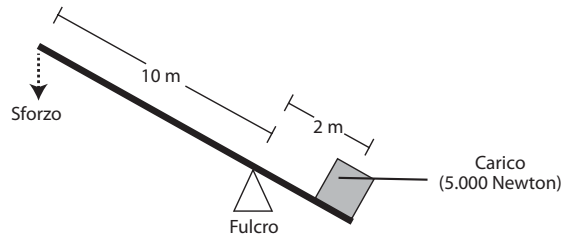


A. Associa le parti delle leve egiziane con la figura della leva disegnata da Giovanna. Una è già inserita.

Disegno di Giovanna	Leve egiziane
Sforzo	Trazione verso il basso dell' operaio.
Carico	<i>Blocco di pietra</i>
Fulcro	<i>Tronco d'albero</i>
Braccio della leva	<i>Palo di legno</i>

B. Pietro e Giovanna leggono che sei uomini insieme potevano sollevare una pietra del peso di 30.000 Newton. Ogni uomo quindi era in grado di sollevare un sesto di questo peso (5.000 Newton). Decidono di calcolare lo sforzo che doveva esercitare ogni uomo sul suo palo di legno.

Pietro aggiunge la lunghezza di ogni braccio della leva al disegno di Giovanna, come mostrato di seguito.



Pietro trova la seguente formula in un libro di testo:

$$\frac{\text{forza esercitata dal carico}}{\text{forza esercitata dallo sforzo}} = \frac{\text{distanza tra sforzo e fulcro}}{\text{distanza tra carico e fulcro}}$$

Quanta forza doveva esercitare ogni uomo per sollevare il blocco?

1.000 Newton



TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education, Boston College



**BOSTON
COLLEGE**

ISBN 1-889938-54-8



timssandpirls.bc.edu

Copyright © 2009 International Association for the
Evaluation of Educational Achievement (IEA)