

Capitolo due
TIMSS 2007
Scienze
Quadro di riferimento

dal volume:
"TIMSS 2007
Assessment Frameworks"

a cura di
Anna Maria Caputo, Cristiano Zicchi

© Copyright 2005 IEA

International Association for the Evaluation of Educational Achievement

TIMSS 2007 Assessment Frameworks / by Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin, Graham J. Ruddock, Christine Y. O'Sullivan, Alka Arora, Ebru Erberber, Anna Maria Caputo, Cristiano Zicchi

Editore:

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

Numero scheda nel catalogo della Library of Congress:
2005921005

ISBN:

1-889938-39-4

Per ulteriori informazioni su TIMSS contattare:

TIMSS 2007

INVALSI

via Borromini, 5

00044 Frascati RM

T 06 94185 276

F 06 94185 202

timss2007@INVALSI.it

Introduzione

Nel mondo odierno, la conoscenza delle scienze è essenziale affinché possiamo operare scelte consapevoli che riguardano noi stessi e il mondo in cui viviamo. Ogni giorno siamo esposti ad un vero e proprio bombardamento di informazioni e per poter essere in grado di distinguere il vero dal falso dobbiamo disporre di strumenti idonei. Per questa ragione è importante accertarsi che gli studenti, che terminano la scuola secondaria, siano in possesso delle conoscenze scientifiche fondamentali, necessarie per poter prendere decisioni informate. Gli alunni nei primi anni di scuola primaria dimostrano una curiosità naturale per il mondo che li circonda (e per il posto che essi vi occupano), pertanto in questa fascia d'età è opportuno avviare l'apprendimento delle nozioni di base delle scienze. La conoscenza e la comprensione scientifica si dovrebbero costruire durante tutto il percorso scolastico affinché da adulti, di fronte alla necessità di prendere decisioni riguardanti questioni di natura diversa, quali il trattamento delle malattie, il riscaldamento del pianeta e le applicazioni tecnologiche, si sia in grado di farlo avendo a disposizione solide basi scientifiche.

Parallelamente alla matematica, il quadro di riferimento TIMSS 2007 per la valutazione in scienze è organizzato in due dimensioni: una dimensione dei contenuti, in cui vengono specificati i domini o gli argomenti da valutare in scienze (per esempio, biologia, chimica, fisica e scienze della Terra nella terza secondaria di I grado), e una dimensione cognitiva, in cui vengono specificati i domini o i processi di pensiero da valutare (cioè conoscenza, applicazione e ragionamento). I domini cognitivi descrivono gli insiemi di comportamenti che ci si aspetta dagli studenti quando affrontano contenuti scientifici.

I domini dei contenuti e i domini cognitivi sono le basi delle valutazioni TIMSS 2007 per le classi quarta primaria e terza secondaria di primo grado. I domini dei contenuti sono diversi per le due classi, riflettendo la natura e la difficoltà della materia "scienze" ampiamente insegnata in ciascuna classe.

Per la classe quarta primaria è prevista una maggiore enfasi su scienze

della vita, mentre per la terza secondaria di I grado su biologia. Nella terza secondaria di I grado, la fisica e la chimica vengono valutate come domini dei contenuti distinti e ricevono un' enfasi maggiore rispetto alla quarta primaria, in cui vengono valutate come dominio dei contenuti unico: scienze fisiche. Il quadro di riferimento cognitivo, invece, è identico per entrambe le classi e comprende una serie di processi cognitivi coinvolti nell'apprendimento dei concetti e delle conoscenze scientifiche e nella partecipazione a indagini scientifiche, proprio durante gli anni della scuola primaria e i primi anni della scuola secondaria di I grado. La figura 6 mostra le percentuali dei tempi delle prove dedicate a ciascun dominio dei contenuti e a ciascun dominio cognitivo di scienze, per le valutazioni nelle classi quarta primaria e terza secondaria di I grado.

Tabella 6: Percentuali dei tempi per le prove di scienze nel TIMSS 2007 dedicate al dominio dei contenuti e al dominio cognitivo nelle classi quarta primaria e terza secondaria di I grado

Domini dei contenuti della quarta primaria		Percentuali
Scienze della vita		45%
Scienze fisiche		35%
Scienze della Terra		20%
Domini dei contenuti della terza sec. I grado		Percentuali
Biologia		35%
Chimica		20%
Fisica		25%
Scienze della Terra		20%
Domini cognitivi		
	Classe quarta primaria	Classe terza sec. di I grado
Conoscenza	40%	30%
Applicazione	35%	35%
Ragionamento	25%	35%

I domini dei contenuti e i domini cognitivi per la valutazione in scienze verranno illustrati dettagliatamente nelle sezioni seguenti. Verranno presentati prima i domini dei contenuti per la quarta primaria, seguiti da quelli per la terza secondaria di I grado, ed infine i domini cognitivi, applicabili a entrambe le classi. Nell'appendice C sono riportati alcuni esempi di quesiti e di compiti di scienze.

Domini dei contenuti di scienze – Classe quarta primaria

L'indagine TIMSS riconosce che l'organizzazione dei curricula di scienze differisce tra i vari paesi. Nonostante ciò, per gli scopi della valutazione TIMSS 2007 in quarta primaria, nel definire i contenuti di scienze si sono scelti i tre principali domini (scienze della vita, scienze fisiche e scienza della Terra) che coprono la maggior parte degli argomenti previsti nei curricula dei diversi paesi. Occorre notare che in alcuni paesi gli argomenti inclusi in questi domini dei contenuti si possono insegnare in aree disciplinari diverse, ad esempio in geografia.

I domini dei contenuti vengono illustrati nella figura 7, insieme alla percentuale dei tempi prevista per ciascun dominio.

Figura 7: Percentuali dei tempi per le prove di scienze nel TIMSS 2007 dedicate ai domini dei contenuti della classe quarta primaria

Domini dei contenuti della quarta primaria	Percentuali
Scienze della vita	45%
Scienze fisiche	35%
Scienze della Terra	20%

Ciascun dominio di contenuti ha diverse aree di argomenti; ciascuna area è presentata come un elenco di obiettivi perseguiti dai programmi di scienze nella maggioranza dei paesi partecipanti. Le sezioni seguenti descrivono ciascun dominio di contenuti di scienze, forniscono un riepilogo delle aree di argomenti da includere in ciascun dominio e per ciascun'area indicano una serie di obiettivi per la valutazione. Questi obiettivi vengono indicati come comportamenti sollecitati dalle prove, che esemplificano le conoscenze e le abilità attese per gli studenti della quarta primaria.

Scienze della vita

Le scienze della vita includono la comprensione delle caratteristiche e dei processi vitali degli esseri viventi, delle relazioni tra loro e dell'inte-

razione con l'ambiente. Le aree di argomenti sono le seguenti:

- caratteristiche e processi vitali degli esseri viventi;
- cicli di vita, 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 della quarta primaria dovrebbero essere in grado di distinguere tra esseri viventi e non viventi, di confrontare e di contrapporre le caratteristiche fisiche e comportamentali dei principali gruppi dei comuni organismi, e di correlare le strutture del corpo di tali organismi alla loro funzione.

Gli studenti dovrebbero conoscere e saper confrontare i cicli di vita di organismi quali la farfalla e la rana; tuttavia, nell'ambito della riproduzione e dell'ereditarietà, la conoscenza è limitata ad una comprensione essenziale del fatto che la riproduzione avviene fra organismi della stessa specie e della stretta somiglianza della prole ai propri genitori.

Gli studenti dovrebbero saper associare le caratteristiche fisiche e i modelli comportamentali delle piante e degli animali all'ambiente in cui vivono e fornire esempi di caratteristiche fisiche e comportamentali che rendono alcune piante e alcuni animali particolarmente idonei a determinati ambienti. Inoltre, gli studenti dovrebbero dimostrare una conoscenza elementare 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. Si ritiene che i concetti fondamentali relativi agli ecosistemi, incluso il flusso di energia e l'interazione dei fattori biotici e abiotici, siano presenti nel curriculum di scienze della scuola primaria. Si può dimostrare la comprensione degli studenti anche condividendo ecosistemi comuni. Ci si aspetta, inoltre, dagli stu-

denti della quarta primaria una comprensione del modo in cui il comportamento degli esseri umani può influire sull'ambiente, specialmente in relazione all'inquinamento.

Infine, si prevede che abbiano una conoscenza base dei seguenti argomenti: salute, nutrizione e malattie degli esseri umani. Dovrebbero dimostrare familiarità con le comuni malattie trasmissibili 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. Distinguere tra esseri viventi e non viventi; identificare le caratteristiche comuni degli esseri viventi (movimento, necessità fondamentale di aria, di cibo e d'acqua, riproduzione, crescita e risposta agli stimoli).
2. Confrontare e contrapporre le caratteristiche fisiche e comportamentali dei principali gruppi di organismi (per es. insetti, uccelli, mammiferi, piante) e identificare o fornire esempi di piante e di animali appartenenti a tali gruppi.
3. Porre in relazione le principali strutture del corpo degli esseri umani e degli altri organismi (piante e animali) con la loro funzione (per es. la digestione avviene nello stomaco, i denti frantumano il cibo, le ossa sostengono il corpo, i polmoni aspirano ossigeno, le radici delle piante assorbono acqua, le foglie producono cibo).

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 e morte); conoscere e confrontare i cicli di vita di organismi comuni (per es. esseri umani, farfalle, rane, piante e zanzare).
2. Riconoscere che le piante e gli animali si riproducono all'interno della propria specie e generano discendenti con caratteristiche molto simili alle proprie.

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 li rendono maggiormente adatti alla sopravvivenza in determinati ambienti e spiegarne le ragioni (per es. cambiamento di colore, foltezza della pelliccia, letargo, migrazione).
2. Descrivere le azioni del corpo in risposta alle condizioni esterne (per es. calore, freddo, pericolo) e alle attività (per es. esercizio fisico).

Scienze della vita: ecosistemi

1. Comprendere che le piante hanno bisogno del Sole per prodursi il cibo, mentre gli animali utilizzano come cibo le piante o gli altri animali ; riconoscere che tutte le piante e gli animali hanno bisogno di cibo come fonte di energia per le attività e di materia prima per accrescersi e ristabilirsi.
2. Spiegare le relazioni in una determinata comunità (per es. foresta, pozza formata dalle maree) basate su catene alimentari semplici, usando le piante e gli animali comuni, e le relazioni predatore-preda.
3. Illustrare in che modo il comportamento umano può avere un effetto positivo o negativo sull'ambiente; fornire descrizioni generali ed esempi degli effetti dell'inquinamento su: esseri umani, piante, animali e propri ambienti, e dei modi per prevenire o ridurre l'inquinamento.

Scienze della vita: salute dell'uomo

1. Riconoscere le modalità di trasmissione delle comuni malattie contagiose (per es. raffreddore, influenza); identificare i segni di salute o di malattia, e alcuni metodi di prevenzione e cura delle malattie.
2. Descrivere le modalità di mantenersi in buona salute che comprendono la necessità di una dieta bilanciata, l'identificazione di fonti di cibo semplice (per es. frutta, verdura e cereali), e gli effetti delle abitudini personali sulla salute (per es. esercizio fisico regolare, dieta nutriente).

Scienze fisiche

Le scienze fisiche comprendono concetti relativi alla materia e all'energia e argomenti di chimica e di fisica. Poiché gli studenti della quarta primaria hanno soltanto una conoscenza molto elementare della chimica, il quadro di riferimento pone maggiormente in rilievo i concetti di fisica. Le aree di argomenti sono le seguenti:

- classificazione e proprietà della materia;
- stati fisici e trasformazioni nella materia;
- fonti di energia, calore e temperatura;
- luce e suono;
- elettricità e magnetismo;
- forze e moto.

Nell'area "classificazione della materia", gli studenti della quarta primaria dovrebbero saper confrontare o classificare oggetti e materiali in base alle proprietà fisiche e correlare tali proprietà al loro utilizzo. Gli studenti dovrebbero inoltre possedere una conoscenza pratica elementare della formazione dei miscugli e delle soluzioni acquose.

In generale, gli studenti di questa classe hanno soltanto una conoscenza limitata degli stati fisici e delle trasformazioni della materia da una forma all'altra (solida, liquida e gassosa). Pur non prevedendo una conoscenza generale dei cambiamenti di stato della materia, gli studenti dovrebbero tuttavia sapere che l'acqua può esistere in tutte e tre le forme e può passare da una forma all'altra per riscaldamento o per raffreddamento. Gli studenti dovrebbero inoltre saper identificare nei materiali comuni dei cambiamenti che producono altri materiali con differenti proprietà, pur non conoscendo in che modo questi cambiamenti sono connessi alle trasformazioni chimiche.

I concetti connessi a fonti di energia, calore e temperatura vengono valutati ad un livello molto elementare. Gli studenti dovrebbe saper identificare le fonti di energia comuni e avere una qualche comprensione del flusso di calore basata su processi fisici osservabili.

La conoscenza da parte degli studenti della luce e del suono verrà valutata attraverso l'identificazione di sorgenti luminose comuni, il collegamento di fenomeni fisici familiari al comportamento della luce e il riconoscimento che il suono è prodotto da vibrazioni.

Nell'area dell'elettricità e del magnetismo, gli studenti dovrebbero avere qualche nozione di circuito elettrico completo e qualche conoscenza pratica dei magneti e del loro utilizzo. 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. Nella classe quarta primaria, si possono anche valutare le conoscenze sulla misurazione del peso degli oggetti mediante oggetti che galleggiano o oggetti su una bilancia.

Scienze fisiche: classificazione e proprietà della materia

1. Confrontare o classificare oggetti e materiali in base alle proprietà fisiche (per es. peso/massa, forma, volume, colore, durezza, struttura, odore, sapore, attrazione magnetica).
2. Identificare le proprietà fondamentali dei metalli e porle in relazione al loro utilizzo (per es. conducono calore ed elettricità, sono duri, sono lucenti, possono essere fusi).
3. Identificare o descrivere i miscugli in base all'aspetto fisico; dimostrare di aver capito che i miscugli possono essere separati in base alle proprietà osservabili delle parti che li compongono (per es. dimensione, forma, colore, attrazione magnetica delle particelle).
4. Identificare proprietà e usi comuni dell'acqua (per es. solvente, refrigerante, fonte di calore) in ciascuna forma.
5. Fornire esempi di materiali che si sciolgono o che non si sciolgono nell'acqua; nonché identificare le condizioni comuni che aumentano la quantità di materiale sciolto o la velocità di scioglimento (acqua calda, mescolamento, particelle piccole).

Scienze fisiche: stati fisici e trasformazioni nella materia

1. Riconoscere che la materia esiste in tre stati principali (solido, liquido e gassoso) e descrivere le differenze nelle proprietà fisiche osservabili dei solidi, dei liquidi e dei gas in termini di forma e di volume.
2. Riconoscere che la materia può essere trasformata da uno stato all'altro riscaldando o raffreddando e descrivere queste trasformazioni con termini familiari (fusione, congelamento, ebollizione, evaporazione, condensazione).
3. Identificare alcune trasformazioni comuni nei materiali che producono altri materiali con caratteristiche diverse (per es. decomposizione della materia animale o vegetale, combustione, arrugginimento, cottura).

Scienze fisiche: fonti di energia, calore e temperatura

1. Identificare le fonti di energia comuni (per es. vento, Sole, elettricità, combustione del carburante, acqua in movimento, cibo); conoscere alcuni usi pratici dell'energia.
2. Riconoscere che il calore si trasmette da un oggetto caldo a un oggetto freddo e provoca il cambiamento di temperatura e di volume dei materiali; identificare i materiali comuni che conducono il calore meglio di altri; riconoscere la relazione tra le misurazioni della temperatura e il grado di calore o di freddezza di un oggetto.

Scienze fisiche: luce e suono

1. Identificare le sorgenti comuni di luce (per es. lampadina, fiamma, Sole); porre in relazione i fenomeni fisici comuni con la presenza/assenza della luce e con il suo comportamento (per es. comparsa di arcobaleni, colori creati dalle bolle di sapone, formazione di ombre, visibilità degli oggetti, specchi).
2. Riconoscere che il suono è prodotto da vibrazioni.

Scienze fisiche: elettricità e magnetismo

1. Identificare un circuito elettrico completo usando batterie, lampadine, fili e altri componenti comuni che conducono elettricità.
2. Comprendere che i magneti hanno i poli nord e sud, che poli uguali si respingono e poli opposti si attraggono e che i magneti possono essere usati per attrarre altri oggetti o materiali.

Scienze fisiche: forze e moto

1. Identificare forze comuni che causano lo spostamento degli oggetti (per es. forza di gravità sugli oggetti che cadono, spingere/tirare).
2. Descrivere in che modo è possibile determinare il peso relativo degli oggetti usando una bilancia; porre in relazione il peso* di oggetti diversi alla loro capacità di galleggiare o di affondare.

* La conoscenza del concetto di densità e della distinzione tra peso e massa non è prevista per la classe quarta primaria. A questo livello, è possibile valutare la conoscenza del galleggiamento da parte degli studenti, usando oggetti di dimensione equivalente ma di differente peso/massa.

Scienze della Terra

Le scienze della Terra riguardano lo studio della Terra e della sua posizione nel sistema solare. Data l'impossibilità di costruire un unico curriculum di scienze della Terra valido per tutti i paesi, il quadro di riferimento TIMSS 2007 identifica le seguenti aree di argomenti considerate universalmente importanti per gli studenti di quarta primaria per comprendere il pianeta in cui vivono e il posto che esso occupa nel sistema solare:

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

Gli studenti della classe quarta primaria dovrebbero avere una conoscenza generale della struttura e delle caratteristiche fisiche della Terra. Dovrebbero conoscere che la Terra solida è composta di rocce, sabbia e suolo, e che la maggior parte della superficie terre-

stre è coperta dall'acqua. Gli studenti dovrebbero inoltre avere una qualche conoscenza degli usi e della conservazione delle risorse della Terra, quali il suolo e l'acqua dolce. A questo livello scolastico, la valutazione delle conoscenze dell'atmosfera da parte degli studenti è limitata a dimostrare la presenza dell'acqua e l'importanza dell'aria per la sopravvivenza degli esseri viventi. Inoltre, essi dovrebbero conoscere le caratteristiche comuni del paesaggio terrestre.

Nell'area dei processi, dei cicli e della storia della Terra, gli studenti della quarta primaria dovrebbero saper descrivere, in termini di cambiamenti osservabili, alcuni processi che includono il movimento dell'acqua, la formazioni delle nubi e i cambiamenti giornalieri o stagionali delle condizioni meteorologiche. La valutazione della conoscenza della storia della Terra nella classe quarta primaria è alquanto limitata. Tuttavia, gli studenti di questo livello dovrebbero sapere che i fossili trovati nelle rocce sono i resti di piante ed animali vissuti molto tempo fa.

Gli studenti della classe quarta primaria dovrebbero mostrare una qualche conoscenza della posizione della Terra nel sistema solare, basata sulle osservazioni dei cambiamenti sulla Terra e nel cielo. In particolare, dovrebbero avere familiarità con i movimenti della Terra e saper collegare i cambiamenti periodici giornalieri osservabili sulla Terra con la rotazione sul suo asse e rispetto al Sole. Dovrebbero inoltre saper disegnare o descrivere le fasi della Luna.

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

1. Identificare le sostanze che compongono la superficie terrestre (per es. rocce, minerali, sabbia e suolo), sapere dove si trovano queste sostanze e confrontare alcune delle loro caratteristiche fisiche con il loro utilizzo.
2. Riconoscere che la maggior parte della superficie della Terra è coperta d'acqua; descrivere le ubicazioni e i tipi di acqua presenti sulla Terra (per es. acqua salata negli/i oceani/ mari, acqua dolce nei laghi, nei fiumi, nelle nubi, nella neve, nelle calotte di ghiaccio, negli iceberg).
3. Dimostrare l'esistenza e la natura dell'aria, compreso il fatto che l'aria contiene acqua (per es. formazione di nubi, for-

- mazione di rugiada, evaporazione di stagni); fornire o identificare esempi di uso dell'aria e riconoscerne l'importanza per la vita.
4. Identificare o descrivere le caratteristiche comuni del paesaggio terrestre (per es. montagne, pianure, fiumi, deserti) e collegarle con il loro utilizzo da parte dell'uomo (per es. agricoltura, irrigazione, sviluppo del terreno).
 5. Identificare alcune risorse della Terra che vengono utilizzate nella vita quotidiana (per es. acqua, suolo, legno, minerali, carburante, cibo); spiegare l'importanza di usare queste risorse in modo appropriato.

Scienze della Terra: processi, cicli e storia della Terra

1. Descrivere il movimento dell'acqua sulla superficie terrestre (per es. fiumi o torrenti che scorrono dalle montagne agli/i oceani/mari o ai laghi); mettere in relazione la formazione delle nubi, della pioggia o della neve ad un cambiamento di stato dell'acqua.
2. Descrivere i cambiamenti delle condizioni meteorologiche giorno dopo giorno o nel corso delle stagioni in termini di: temperatura, precipitazioni (pioggia o neve), nubi e vento.
3. Riconoscere che i fossili, trovati nelle rocce, sono i resti di animali e piante che vissero sulla Terra molto tempo fa.

La Terra nel sistema solare

1. Descrivere il sistema solare come un gruppo di pianeti (inclusa la Terra), ognuno dei quali ruota intorno al Sole; riconoscere che la Luna ruota intorno alla Terra; disegnare o descrivere le fasi della Luna; identificare il Sole come la sorgente di calore e di luce per il sistema solare.
2. Porre in relazione le caratteristiche periodiche giornaliere osservate sulla Terra con la rotazione della Terra sul suo asse e rispetto al Sole (per es. giorno e notte, aspetto delle ombre).

■ Domini dei contenuti di scienze – Classe terza secondaria di I grado

I contenuti delle scienze, coperti nella valutazione per la terza secondaria di I grado, sono definiti da quattro domini: biologia, chimica, fisica, e scienze della Terra. È importante notare, tuttavia, che in una valutazione internazionale, qual è l'indagine TIMSS, l'organizzazione degli argomenti di scienze in questi domini 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 insegnate come materie distinte, ad esempio biologia, fisica e chimica. In alcuni paesi, inoltre, alcuni argomenti inclusi nel quadro di riferimento TIMSS 2007 per le scienze potrebbero essere insegnati in altre materie, ad esempio in educazione sanitaria, in sociologia o in geografia.

I domini dei contenuti vengono illustrati nella figura 8, insieme alla percentuale dei tempi dedicata a ciascun dominio.

Tabella 8: Percentuali dei tempi per le prove di scienze nel TIMSS 2007 dedicate ai domini dei contenuti nella classe terza secondaria di I grado

Domini dei contenuti terza sec. I grado	Percentuali
Biologia	35%
Chimica	20%
Fisica	25%
Scienze della Terra	20%

Ciascun dominio di contenuti ha numerose aree di argomenti, ognuna delle quali viene presentata come un elenco di obiettivi inclusi nel curriculum di scienze della maggior parte dei paesi partecipanti all'indagine. Le sezioni seguenti descrivono ciascun dominio di contenuti di scienze, forniscono un riepilogo delle aree di

argomenti da includere in ciascun dominio e per ciascun'area indicano una serie di obiettivi per la valutazione. Questi obiettivi vengono indicati come comportamenti sollecitati dalle prove, che esemplificano le conoscenze e le abilità attese per gli studenti della terza secondaria di I grado.

Biologia

La biologia include la comprensione da parte degli studenti della struttura, dei processi vitali, della diversità e della interdipendenza degli organismi viventi, ovvero

- 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 della classe terza secondaria di I grado dovrebbero saper indicare le caratteristiche che definiscono i gruppi tassonomici principali e classificare gli organismi in base a queste caratteristiche. Devrebbero inoltre saper individuare gli organi più importanti e correlare la struttura e la funzione degli organi e dei sistemi di organi ai processi biologici fondamentali.

Gli studenti dovrebbero possedere una comprensione base delle cellule e della loro funzione, dimostrata dalla capacità di descrivere la loro costituzione ed identificare le strutture cellulari collegandole alla loro funzione. Dovrebbero inoltre saper spiegare in che modo alcuni processi biologici, come la fotosintesi e la respirazione, sono necessari per la vita.

Gli studenti dovrebbero saper distinguere tra crescita e sviluppo nei diversi organismi. Essi dovrebbero inoltre saper confrontare la riproduzione sessuata e asessuata in termini di processi biologici a livello cellulare, compresa l'idea di ereditarietà che implica il passaggio di

materiale genetico dal/i genitore/i alla prole.

Gli studenti di questa classe dovrebbero avere una qualche conoscenza della diversità, dell'adattamento e della selezione naturale tra gli organismi. Essi dovrebbero comprendere le specie moderne in termini di somiglianza di caratteristiche e di capacità di riproduzione in una popolazione di organismi imparentati. Dovrebbero inoltre saper mettere in relazione la diversità delle caratteristiche con la sopravvivenza o l'estinzione delle specie negli ambienti che cambiano. Gli studenti dovrebbero iniziare ad esaminare le prove relative alla storia e ai cambiamenti nel tempo delle forme di vita sulla Terra, confrontando specie viventi con resti fossili.

Lo studio degli ecosistemi è essenziale per comprendere l'interdipendenza degli organismi viventi e la loro relazione con l'ambiente fisico. Nella terza secondaria di I grado, gli studenti dovrebbero mostrare di conoscere a livello introduttivo l'interdipendenza tra le popolazioni degli organismi, che mantiene l'equilibrio in un ecosistema. Essi dovrebbero rappresentare il flusso di energia in un ecosistema, riconoscere il ruolo degli organismi nel riutilizzo dei materiali e prevedere gli effetti dei cambiamenti negli ecosistemi. Gli effetti delle attività umane sugli ecosistemi costituiscono un aspetto importante della comprensione dell'interdipendenza fra gli organismi viventi e l'ambiente.

Gli studenti della terza secondaria di I grado dovrebbero dimostrare di conoscere la salute, la nutrizione e le malattie dell'uomo. Dovrebbero conoscere alcune cause delle malattie, mostrare di conoscere i meccanismi di infezione e trasmissione e conoscere l'importanza del sistema immunitario. Essi dovrebbero inoltre saper descrivere il ruolo di determinate sostanze nutrienti nel funzionamento del corpo umano.

Biologia: caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi

1. Indicare le caratteristiche distintive che differenziano i gruppi tassonomici principali e gli organismi al loro interno e classificare gli organismi in base ad una varietà di caratteristiche fisiche e comportamentali.

2. Individuare gli organi più importanti nel corpo umano, identificare i componenti dei sistemi di organi, confrontare e contrapporre gli organi e i sistemi di organi negli esseri umani e negli altri organismi.
3. Collegare la struttura e la funzione degli organi e dei sistemi di organi ai processi biologici basilari richiesti per mantenere la vita (sensoriale, digestivo, muscolare e dello scheletrico, circolatorio, nervoso, respiratorio, escretore, riproduttivo).
4. Spiegare in che modo operano le azioni biologiche in risposta a specifici cambiamenti esterni ed interni per mantenere stabili le condizioni del corpo (per es. traspirazione al caldo, brividi al freddo, aumento del battito cardiaco durante l'attività fisica).

Biologia: cellule e loro funzioni

1. Descrivere la costituzione cellulare di tutti gli organismi viventi (sia unicellulari che pluricellulari), spiegare che le cellule svolgono le funzioni vitali e si sottopongono alla divisione cellulare quando gli organismi crescono o si ristabiliscono e che i tessuti, gli organi e i sistemi di organi sono formati da gruppi di cellule con strutture e funzioni specializzate.
2. Identificare le strutture cellulari e alcune funzioni degli organelli cellulari (parete cellulare, membrana cellulare, nucleo, citoplasma, cloroplasto, mitocondrio, vacuoli); confrontare le cellule vegetali con quelle animali.
3. Descrivere il processo di fotosintesi che si svolge nelle cellule vegetali (necessità di luce, biossido di carbonio, acqua e clorofilla, produzione di cibo e rilascio di ossigeno).
4. Descrivere il processo di respirazione che si svolge nelle cellule vegetali e animali (il bisogno di ossigeno, la scomposizione del cibo per produrre energia e il rilascio di biossido di carbonio/anidride carbonica).

Biologia: cicli di vita, riproduzione ed ereditarietà

1. Confrontare e contrapporre la crescita e lo sviluppo di organismi diversi (per es. esseri umani, piante, uccelli, insetti).
2. Spiegare che la riproduzione (asessuata o sessuata) avviene in tutti gli organismi viventi ed è importante per la sopravvivenza della specie; confrontare e contrapporre i processi biologici della riproduzione asessuata e sessuata in termini generali (per es. la divisione cellulare che produce una discendenza identica rispetto alla combinazione di uova e sperma che produce una discendenza simile ma non identica ai genitori); indicare i vantaggi e gli svantaggi di ciascun tipo di riproduzione.
3. Collegare l'ereditarietà dell'aspetto con la trasmissione del materiale genetico contenuto nelle cellule del/i genitore/i alla prole; distinguere le caratteristiche ereditate da quelle fisiche o comportamentali acquisite o apprese.

Biologia: diversità, adattamento e selezione naturale

1. Mettere in relazione la sopravvivenza o l'estinzione delle diverse specie con la variazione delle caratteristiche fisiche/comportamentali di una popolazione e il successo riproduttivo negli ambienti che cambiano.
2. Riconoscere i differenti intervalli temporali di esistenza sulla Terra dei principali gruppi di organismi (per es. esseri umani, rettili, pesci, piante); descrivere in che modo le somiglianze e le differenze tra le specie viventi e i fossili dimostrino i cambiamenti che si sono verificati nel tempo negli esseri viventi.

Biologia: ecosistemi

1. Descrivere il flusso di energia in un ecosistema (il ruolo della fotosintesi e della respirazione, e l'immagazzinamento del cibo o dei prodotti energetici negli organismi); identificare i va-

ri organismi come produttori, consumatori e decompositori; disegnare o interpretare piramidi alimentari o diagrammi di catene alimentari.

2. Descrivere il ruolo degli organismi nel riutilizzo dei materiali (per es. ossigeno, biossido di carbonio, acqua) sulla superficie terrestre, la decomposizione degli organismi e il successivo riutilizzo degli elementi nell'ambiente.
3. Spiegare in un ecosistema l'interdipendenza delle popolazioni di organismi in termini di effetti sulla competizione e sulla predazione; identificare i fattori che possono limitare le dimensioni di una popolazione (per es. malattie, predatori, risorse alimentari, siccità); prevedere gli effetti dei cambiamenti in un ecosistema (per es. clima, riserve idriche, riserve alimentari, variazioni demografiche, migrazione) sulle risorse disponibili e sull'equilibrio tra le popolazioni.
4. Riconoscere che la popolazione umana nel mondo sta aumentando e identificarne le ragioni (per es. progressi nella medicina, misure sanitarie); discutere degli effetti della crescita demografica sull'ambiente.
5. Descrivere l'impatto delle calamità naturali (per es. terremoti, smottamenti, incendi, eruzioni vulcaniche, inondazioni, tempeste) sugli esseri umani, sugli animali selvatici, e sull'ambiente.

Biologia: salute dell'uomo

1. Descrivere le cause delle comuni malattie infettive (per es. influenza, morbillo, mal di gola, AIDS), le modalità d'infezione o di trasmissione, la prevenzione e l'importanza della resistenza naturale del corpo (immunità) e della sua capacità di guarigione.
2. Spiegare l'importanza della dieta, dell'igiene, dell'esercizio fisico e dello stile di vita per mantenersi in salute e per prevenire le malattie (per es. cardiopatia, diabete, tumore cutaneo, tumore ai polmoni); identificare le fonti alimentari e il ruolo delle sostanze nutrienti in una dieta equilibrata (vitamine, minerali, proteine, carboidrati, grassi).

Chimica

Nell'area della chimica, la valutazione verterà sulla comprensione da parte degli studenti dei concetti che riguardano i seguenti argomenti:

- classificazione e composizione della materia;
- proprietà della materia;
- trasformazione chimica.

Nella classe terza secondaria di I grado, gli studenti dovrebbero saper classificare le sostanze in base alle proprietà fisiche caratteristiche e sapere che tali sostanze possono essere raggruppate secondo proprietà chimiche e fisiche simili. Essi dovrebbero distinguere tra elementi, composti e miscugli, in termini di composizione. Dovrebbero, inoltre, possedere una comprensione elementare della struttura particellare della materia in termini di atomi e molecole.

Gli studenti devono mostrare una chiara comprensione delle proprietà della materia. Essi dovrebbero descrivere i metodi di separazione dei miscugli in base alle loro proprietà fisiche; definire le soluzioni; riconoscere i fattori che influenzano la velocità di scioglimento dei materiali. Gli studenti dovrebbero inoltre dimostrare di conoscere alcune proprietà e utilizzi dei metalli e dell'acqua, e saper confrontare proprietà di acidi e di basi.

Nell'area della trasformazione chimica, gli studenti dovrebbero riconoscere le differenze fra trasformazioni chimiche e fisiche e dimostrare una conoscenza basilare della conservazione della materia durante tali trasformazioni. Gli studenti dovrebbero inoltre riconoscere la necessità di ossigeno nell'arrugginimento e nella combustione e la relativa tendenza delle sostanze comuni a subire questo tipo di reazioni. Inoltre, dovrebbero saper identificare le comuni reazioni che assorbono o rilasciano calore.

Chimica: classificazione e composizione della materia

1. Classificare o confrontare sostanze secondo proprietà fisiche caratteristiche che si possono dimostrare o misurare (per es. densità, conducibilità termica o elettrica, solubilità, punto di fusione o di ebollizione, proprietà magnetiche).

2. Riconoscere che le sostanze si possono raggruppare secondo proprietà chimiche e fisiche simili; descrivere le proprietà dei metalli che li distinguono dai non metalli.
3. Distinguere tra sostanze pure (elementi e composti) e miscugli (omogenei ed eterogenei) in base alla loro formazione e composizione, e fornire o identificare esempi di ciascuno di essi (solidi, liquidi, gas).
4. Descrivere la struttura della materia in termini di particelle, includendo le molecole come combinazioni di atomi (per es. H_2O , O_2 , CO_2) e gli atomi in quanto composti da particelle subatomiche (elettroni che circondano un nucleo contenente protoni e neutroni).

Chimica: proprietà della materia

1. Selezionare o descrivere i metodi fisici per separare i miscugli nei rispettivi componenti (per es. filtraggio, distillazione, sedimentazione, separazione magnetica, galleggiamento, dissoluzione).
2. Definire le soluzioni in termini di sostanze (soluti solidi, liquidi o gassosi) sciolte in un solvente; applicare la conoscenza della relazione tra concentrazione o diluizione e le quantità di soluto o solvente, nonché dell'effetto di fattori quali la temperatura, il mescolamento e la dimensione delle particelle sulla velocità di scioglimento dei materiali.
3. Collegare il comportamento e gli usi dell'acqua alle sue proprietà fisiche (per es. punto di fusione e punto di ebollizione, capacità di sciogliere numerose sostanze, proprietà termiche, espansione in seguito a congelamento).
4. Confrontare le proprietà dei comuni acidi e delle comuni basi (gli acidi hanno un sapore aspro e reagiscono con i metalli; le basi generalmente hanno un sapore amaro e sono scivolosi al tatto; gli acidi e le basi forti sono corrosivi; sia gli acidi che le basi si sciolgono in acqua e reagiscono con gli indicatori per produrre cambiamenti di colore; gli acidi e le basi si neutralizzano a vicenda).

Chimica: trasformazione chimica

1. Distinguere i cambiamenti chimici da quelli fisici in termini di trasformazione (reazione) di una o più sostanze pure (reagenti) in sostanze pure diverse (prodotti); dimostrare che è avvenuta una trasformazione chimica tramite esempi comuni (per es. cambiamento di temperatura, produzione di gas, cambiamento di colore, emissione di luce).
2. Riconoscere che la massa si conserva durante una trasformazione chimica.
3. Riconoscere la necessità di ossigeno nelle comuni reazioni di ossidazione (combustione, arrugginimento); confrontare la relativa tendenza delle sostanze comuni a subire tali reazioni (per es. combustione della benzina rispetto all'acqua, corrosione dell'acciaio rispetto all'alluminio).
4. Riconoscere che alcune reazioni chimiche rilasciano calore mentre altre lo assorbono; classificare le trasformazioni chimiche familiari come rilascio o assorbimento di calore (per es. combustione, neutralizzazione, cottura).

Fisica

In fisica, la comprensione da parte degli studenti dei concetti connessi all'energia e ai processi fisici verrà valutata nelle seguenti aree di argomenti:

- stati fisici e trasformazioni nella materia;
- trasformazioni di energia, calore e temperatura;
- luce;
- suono;
- elettricità e magnetismo;
- forze e moto.

Gli studenti della classe terza secondaria di I grado dovrebbero saper descrivere i processi coinvolti nei cambiamenti di stato ed iniziare a collegare gli stati della materia alla distanza e al movimento tra le particelle. Essi inoltre dovrebbero saper dimostrare la comprensione della conservazione della massa durante le tra-

sformazioni fisiche.

Per questo livello scolastico si valutano anche i concetti collegati alle trasformazioni di energia, al calore e alla temperatura. Gli studenti dovrebbero saper identificare forme diverse di energia, descrivere semplici trasformazioni di energia e applicare il principio della conservazione dell'energia totale nelle situazioni pratiche. Gli studenti dovrebbero inoltre riconoscere il calore come trasferimento di energia e collegare la temperatura al movimento o alla velocità delle particelle.

Gli studenti della terza secondaria di I grado dovrebbero conoscere alcune proprietà di base della luce e la sua interazione con la materia; utilizzare elementi di ottica geometrica per risolvere problemi pratici; nonché collegare l'aspetto e il colore degli oggetti alle proprietà della luce. Gli studenti dovrebbero inoltre riconoscere le caratteristiche del suono e alcune delle sue proprietà.

Nell'area dell'elettricità e del magnetismo, la valutazione della comprensione dell'elettricità, da parte degli studenti, prevede il flusso della corrente nei circuiti completi, gli schemi di circuiti semplici e la relazione tra corrente e tensione nei circuiti. Essi inoltre dovrebbero essere in grado di descrivere le proprietà e le forze dei magneti permanenti, nonché le caratteristiche essenziali e gli usi degli elettromagneti.

Gli studenti dovrebbero avere una conoscenza quantitativa della meccanica. Dovrebbero saper rappresentare il moto, calcolare la velocità, interpretare i grafici distanza/tempo e prevedere i cambiamenti nel moto di un oggetto in base alle forze che agiscono su di esso. Essi dovrebbero inoltre dimostrare una comprensione, basata sul buon senso, della densità e della pressione in relazione a fenomeni fisici comuni, sebbene non si preveda una conoscenza formale dell'argomento.

Fisica: stati fisici e trasformazioni della materia

1. Utilizzare la conoscenza del movimento e della distanza tra le particelle per spiegare le differenze nelle proprietà fisiche dei solidi, dei liquidi e dei gas (volume, forma, densità, compressibilità).

2. Descrivere i processi di fusione, congelamento, ebollizione, evaporazione e condensazione come cambiamenti di stato dovuti all'aggiunta o alla rimozione del calore; porre in relazione velocità o entità di questi processi con fattori fisici comuni (superficie, sostanze disciolte, temperatura, altitudine o pressione).
3. Riconoscere che la temperatura rimane costante durante i cambiamenti di stato (fusione, ebollizione, congelamento).
4. Riconoscere la conservazione della massa durante le trasformazioni fisiche (per es. cambiamenti di stato, scioglimento dei solidi, dilatazione termica).

Fisica: trasformazioni di energia, calore e temperatura

1. Identificare forme diverse di energia (per es. meccanica, luminosa, sonora, elettrica, termica, chimica); descrivere semplici trasformazioni di energia (per es. combustione in un motore per spostare un'automobile, energia elettrica per accendere una lampadina, energia luminosa che si trasforma in energia chimica nella fotosintesi, energia idroelettrica, trasformazioni tra energia potenziale ed energia cinetica); nonché applicare la conoscenza del 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 un altro oggetto con una 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 i cambiamenti di temperatura ai cambiamenti nel volume e/o nella pressione e ai cambiamenti nel moto o nella velocità delle particelle.

Fisica: luce

1. Descrivere o identificare alcune proprietà fondamentali o comportamenti della luce (trasmissione da una sorgente attraverso mezzi diversi; velocità della luce paragonata

a quella del suono; riflessione, rifrazione (deviazione), assorbimento e trasmissione da materiali diversi; scomposizione della luce bianca nei colori che la compongono attraverso prismi e altri mezzi dispersivi).

2. Collegare l'aspetto o il colore degli oggetti con le proprietà della luce riflessa o assorbita.
3. Risolvere problemi pratici che riguardano la riflessione della luce da specchi piani e la formazione di ombre; interpretare i percorsi dei raggi per identificare il percorso della luce e individuare immagini riflesse o proiettate attraverso delle lenti.

Fisica: suono

1. Riconoscere le caratteristiche del suono (intensità, tono, ampiezza, frequenza).
2. Descrivere o identificare alcune proprietà fondamentali del suono (trasmissione da una sorgente attraverso un mezzo, riflessione e assorbimento dalle superfici e velocità relativa attraverso mezzi diversi).

Fisica: elettricità e magnetismo

1. Descrivere il flusso della 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; nonché riconoscere che in un circuito esiste una relazione tra corrente e tensione.
2. Descrivere le proprietà dei magneti permanenti e gli effetti della forza magnetica; identificare le caratteristiche essenziali e gli usi pratici degli elettromagneti (per es. il campanello della porta).

Fisica: forze e moto

1. Rappresentare il moto di un oggetto in termini di posizione, di direzione e di velocità dello stesso in un determinato sistema di riferimento; calcolare la velocità dal tempo e dalla distanza utilizzando le unità standard; usare le informazioni dei grafici distanza/tempo.

2. Descrivere i tipi fondamentali di forze (per 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 in base alle forze che agiscono su di esso.
3. Dimostrare una conoscenza di base del lavoro e della funzione delle macchine semplici (per es. leve) utilizzando esempi comuni.
4. Spiegare i fenomeni fisici osservabili in termini di differenze di densità (per es. oggetti che galleggiano o affondano, palloncini che volano).
5. Descrivere gli effetti relativi alla pressione (per es. pressione atmosferica come funzione dell'altitudine, pressione oceanica/marina come funzione della profondità, pressione del gas nei palloncini, diffusione su un'area grande o piccola, livelli dei fluidi).

Scienze della Terra

Le scienze della Terra riguardano lo studio della Terra e della sua posizione nel sistema solare e nell'Universo. Gli argomenti inclusi nell'insegnamento e nell'apprendimento delle scienze della Terra attingono dagli ambiti della geologia, dell'astronomia, della meteorologia, dell'idrologia e dell'oceanografia, e sono connessi a nozioni di biologia, fisica e chimica. Anche se non tutti i paesi partecipanti prevedono un insegnamento delle scienze della Terra che comprenda tutti gli argomenti citati, si ritiene che le conoscenze relative a queste aree di argomenti siano comunque incluse in un curriculum di scienze fisiche e scienze della vita o nell'insegnamento di materie quali la geografia o la geologia. Data l'impossibilità di redigere un unico curriculum di scienze della Terra che sia valido per tutti i paesi, il quadro di riferimento TIMSS 2007 identifica le seguenti aree di argomenti considerate universalmente importanti per gli studenti della classe terza secondaria di I grado, 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 della classe terza secondaria di I grado dovrebbero avere una conoscenza generale della struttura e delle caratteristiche fisiche della Terra. Essi dovrebbero dimostrare di conoscere la struttura e le caratteristiche fisiche della crosta terrestre, del mantello e del nucleo, e sapere 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.

Nell'area dei processi, dei cicli e della storia della Terra, gli studenti dovrebbero fornire descrizioni basate sul concetto di cicli e sequenze. In particolare, dovrebbero essere in grado di descrivere a parole o con schemi il ciclo delle rocce e il ciclo dell'acqua. Gli studenti dovrebbero interpretare e utilizzare dati o carte collegando i fattori globali e locali alle sequenze climatiche, e distinguere tra i cambiamenti giornalieri del tempo e il clima generale nelle varie regioni del mondo. Gli studenti dovrebbero avere il senso della grandezza delle scale cronologiche e descrivere alcuni processi fisici ed eventi geologici che si sono verificati sulla Terra nel corso di milioni di anni.

Gli studenti dovrebbero dimostrare di conoscere le risorse della Terra, l'uso e la loro conservazione fornendo esempi di risorse rinnovabili e non rinnovabili, collegando gli effetti dell'uso delle risorse del suolo da parte dell'uomo ai metodi usati in agricoltura, e illustrando i fattori legati alla disponibilità e alla domanda d'acqua dolce.

Gli studenti della classe terza secondaria di I grado dovrebbero avere una qualche conoscenza del sistema solare in termini di distanze, dimensioni e moti relativi al Sole, ai pianeti e alle rispettive lune, e del collegamento dei fenomeni sulla Terra con il moto dei corpi celesti nel sistema solare. Gli studenti dovrebbero inoltre confrontare le caratteristiche fisiche della Terra rispetto alla Luna e agli altri pianeti, con riferimento alle condizioni favorevoli alla vita.

Scienze della Terra: struttura e caratteristiche fisiche della Terra

1. Descrivere la struttura e le caratteristiche fisiche della crosta terrestre, del mantello e del nucleo; utilizzare ed interpretare le carte topografiche; descrivere la formazione, le caratteristiche e gli usi dei suoli, dei minerali e dei tipi fondamentali di rocce.
2. Confrontare lo stato fisico, il movimento, la composizione e la relativa distribuzione dell'acqua sulla Terra (per es. oceani/mari, fiumi, falde idriche, ghiacciai, calotte di ghiaccio, nubi).
3. Riconoscere che l'atmosfera terrestre è una miscela di gas e identificare la relativa abbondanza dei suoi componenti principali; porre in relazione i cambiamenti delle condizioni atmosferiche (temperatura, pressione, composizione) con l'altitudine.

Scienze della Terra: processi, cicli e storia della Terra

1. Descrivere i processi generali nel ciclo delle rocce (degradazione meteorica/erosione, deposizione, riscaldamento/compressione, fusione/raffreddamento, colata lavica) risultanti nella formazione continua delle rocce ignee, metamorfiche e sedimentarie.
2. Tracciare un grafico o descrivere le fasi del ciclo dell'acqua sulla Terra (evaporazione, condensazione e precipitazione), facendo riferimento al Sole come fonte di energia e al ruolo del movimento delle nubi e dei corsi d'acqua nella circolazione e nel rinnovo dell'acqua dolce sulla superficie terrestre.
3. Interpretare dati o carte meteorologiche e mettere in relazione la sequenza dei cambiamenti meteorologici con fattori globali e locali in termini di: temperatura, pressione, precipitazioni, direzione e velocità del vento, tipi e formazioni di nubi e fronti temporaleschi.

4. Confrontare i climi stagionali delle maggiori regioni della Terra, considerando gli effetti della latitudine, dell'altitudine e della geografia (per es. montagne e oceani/mari); identificare o descrivere i cambiamenti climatici a breve e a lungo termine (per es. ere glaciali, tendenza al riscaldamento globale, eruzioni vulcaniche, cambiamenti nelle correnti oceaniche).
5. Identificare o descrivere i processi fisici e i principali eventi geologici accaduti nel corso di milioni di anni (per es. degradazione meteorica, erosione, deposizione, attività vulcanica, terremoti, formazione di montagne, movimento delle placche, deriva dei continenti); spiegare la formazione di fossili e combustibili fossili.
6. Porre in relazione alcune problematiche ambientali con le possibili cause e i possibili effetti (per es. inquinamento, riscaldamento globale, piogge acide, impoverimento dello strato di ozono, deforestazione, desertificazione); illustrare in che modo le scienze e la tecnologia si possono usare per affrontare queste problematiche.

Scienze della Terra: risorse della Terra, uso e conservazione

1. Fornire esempi comuni di risorse rinnovabili e non rinnovabili; discutere i vantaggi e gli svantaggi delle diverse fonti di energia; descrivere i metodi di conservazione e di gestione dei rifiuti (per es. riciclaggio).
2. Mettere in relazione gli effetti dell'uso delle risorse del suolo da parte dell'uomo (per es. agricoltura, disboscamento, estrazione mineraria) ai metodi usati in agricoltura e nella gestione del territorio (per es. rotazione dei raccolti, fertilizzazione, controllo dei parassiti, rimboschimenti).
3. Discutere i fattori collegati alla disponibilità e alla domanda di acqua dolce e all'uso delle risorse idriche (per es. purificazione, desalinizzazione, irrigazione, uso di dighe, conservazione).

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

1. Spiegare i fenomeni sulla Terra (giorno e notte, maree, anno, fasi lunari, eclissi, stagioni nell'emisfero australe e boreale, aspetto del Sole, della Luna, dei pianeti e delle costellazioni) in termini di moti relativi, di distanze e di dimensioni della Terra, della Luna e degli altri corpi celesti nel sistema solare e nell'Universo.
2. Riconoscere il ruolo della gravità nel sistema solare (per es. maree, orbite dei pianeti e delle lune, forza che attira verso la superficie della Terra).
3. Confrontare e contrapporre le caratteristiche fisiche della Terra rispetto alla Luna e agli altri pianeti (per es. atmosfera, temperatura, acqua, distanza dal Sole, periodo di rivoluzione e rotazione, condizioni favorevoli alla vita).

■ Domini cognitivi di scienze – Classi quarta primaria e terza secondaria di I grado

Per rispondere correttamente agli item delle prove TIMSS, gli studenti devono avere familiarità con i contenuti di scienze oggetto di valutazione, ma devono anche usare una serie di abilità cognitive. La descrizione di queste abilità gioca un ruolo cruciale nello sviluppo di una indagine come il TIMSS 2007; esse, infatti, sono essenziali nell'assicurare che l'indagine comprenda una serie appropriata di abilità cognitive attraverso i domini dei contenuti già descritti.

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

La dimensione cognitiva è divisa in tre domini basati su quello che gli studenti devono conoscere e saper fare quando rispondono ai vari quesiti sviluppati per l'indagine TIMSS 2007. Il primo dominio, la *conoscenza*, riguarda fatti, procedure e concetti che gli studenti devono conoscere, mentre il secondo dominio, *l'applicazione*, è incentrato sull'abilità dello studente di applicare nozioni e conoscenze concettuali in una situazione problematica. Il terzo dominio, il *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 in entrambe le classi, tuttavia le percentuali variano tra la quarta primaria e la terza secondaria di I grado conformemente alla maggiore abilità cognitiva, maturità, istruzione, esperienza, ed estensione e profondità di comprensione degli studenti della classe più elevata (vedere la figura 9). Pertanto, la percentuale di quesiti che implicano la conoscenza è maggiore nella quarta primaria, mentre la percentuale di quesiti che chiedono agli studenti di impegnarsi nel ragionamento è maggiore nella terza secondaria di I grado. Per entrambe le classi, ciascun dominio dei contenuti includerà quesiti sviluppati per valutare ciascuno dei tre domini cognitivi. Ad esempio, il dominio dei contenuti di scienze della vita conterrà quesiti di conoscenza, di applicazione e di ragionamento, così come per gli altri domini dei contenuti.

Figura 9: Percentuali dei tempi per le prove di scienze nel TIMSS 2007 dedicate ai domini cognitivi nelle classi quarta primaria e terza secondaria di I grado

Domini cognitivi	Percentuali	
	Classe quarta primaria	Classe terza sec. I grado
Conoscenza	40%	30%
Applicazione	35%	35%
Ragionamento	25%	35%

Mentre per quanto riguarda la divisione dei comportamenti nei tre domini cognitivi occorre osservare una certa gerarchia, per gli item sviluppati per ciascun dominio cognitivo si prevede una serie di livelli di difficoltà. Le sezioni seguenti descrivono ulteriormente le abilità e le competenze degli studenti che definiscono i domini cognitivi. Le descrizioni generali sono seguite da elenchi di comportamenti specifici sollecitati dai quesiti, conformati a ciascun dominio.

Conoscenza

Il dominio, *conoscenza*, fa riferimento alla conoscenza di base di fatti, informazioni, concetti, strumenti e procedure scientifiche da parte degli studenti. Una conoscenza di fatto ampia e precisa consente agli studenti di impegnarsi con successo nelle attività cognitive più complesse, essenziali per l'impresa scientifica. Gli studenti dovrebbero ricordare o riconoscere precise affermazioni scientifiche; possedere la conoscenza del vocabolario, dei fatti, delle informazioni, dei simboli, delle unità e delle procedure; nonché selezionare le apparecchiature adatte, le attrezzature, i dispositivi per le misurazioni e le operazioni di laboratorio necessarie per condurre indagini scientifiche. Questo dominio cognitivo include inoltre la selezione di esempi chiarificatori a sostegno delle affermazioni su fatti o concetti.

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. Ricordare/
Riconoscere | Formulare o identificare affermazioni precise su fatti, relazioni, processi e concetti scientifici; identificare le caratteristiche o le proprietà di organismi, materiali e processi specifici. |
|--------------------------------------|--|

2. Definire	Fornire o identificare definizioni di termini scientifici; riconoscere e usare vocabolari specifici, simboli, abbreviazioni, unità e scale in scienze in contesti rilevanti.
3. Descrivere	Descrivere organismi, materiali fisici e processi scientifici che dimostrano la conoscenza di proprietà, strutture, funzioni e relazioni.
4. Illustrare con esempi	Sostenere o chiarire affermazioni inerenti fatti o concetti con esempi appropriati; identificare o fornire esempi specifici per illustrare la conoscenza di concetti generali.
5. Uso di strumenti e procedure	Dimostrare di conoscere l'uso di apparecchiature scientifiche, di attrezzature, di procedure, di dispositivi per le misurazioni, e di strumenti con scale.

Applicazione

I quesiti di questo dominio cognitivo implicano l'applicazione diretta della conoscenza e della comprensione in situazioni semplici. Per misurare l'*applicazione*, l'indagine TIMSS 2007 includerà quesiti che richiedono agli studenti di confrontare, contrapporre e classificare, di interpretare informazioni scientifiche in base ad un concetto o ad un principio scientifico, nonché di usare e applicare, da parte degli studenti, la comprensione dei concetti e dei principi scientifici per individuare una soluzione o per sviluppare una spiegazione. I quesiti, conformati a questo dominio cognitivo, implicano l'applicazione o la dimostrazione diretta di relazioni, di equazioni e di formule in contesti che sono probabilmente familiari nell'insegnamento e nell'apprendimento dei concetti scientifici. Sono inclusi sia problemi quantitativi che richiedono una soluzione numerica, che problemi qualitativi che richiedono una risposta scritta di tipo descrittivo. Nel fornire le spiegazioni, gli studenti dovrebbero saper utilizzare grafici o modelli per illustrare strutture e relazioni, e dovrebbero dimostrare di conoscere i concetti scientifici.

1. Confrontare/ Contrapporre/ Classificare	Identificare o descrivere somiglianze e differenze tra gruppi di organismi, di materiali o di processi; distinguere, classificare od ordinare singoli oggetti, materiali, organismi e processi in base a determinate caratteristiche e proprietà.
2. Utilizzare modelli	Utilizzare un diagramma o un modello per dimostrare la comprensione di un concetto, di una struttura, di una relazione, di un processo di scienze, di un sistema biologico o fisico, o di un ciclo (per es. catena alimentare, circuito elettrico, ciclo dell'acqua, sistema solare, struttura atomica).
3. Mettere in relazione	Collegare la conoscenza di un concetto biologico o fisico sottostante ad una proprietà, ad un comportamento o all'uso di oggetti, di organismi o di materiali, che siano stati osservati o dedotti.
4. Interpretare informazioni	Interpretare informazioni pertinenti in un testo, in una tabella o in un grafico, alla luce di un concetto o di un principio di scienze.
5. Trovare soluzioni	Identificare o usare una relazione, un'equazione o una formula scientifica per trovare una soluzione qualitativa o quantitativa che implica l'applicazione o la dimostrazione diretta di un concetto.
6. Spiegare	Fornire o identificare una spiegazione per un'osservazione o un fenomeno naturale, che dimostri la comprensione del concetto, del principio, della legge o della teoria di scienze che ne sta alla base.

Ragionamento

Si richiede il dominio "*ragionamento*" nei compiti più complessi riguardanti le scienze. Uno degli obiettivi principali dell'insegnamento delle scienze è quello di preparare gli studenti ad usare il ragionamento scientifico per risolvere problemi, per sviluppare spiegazioni, per trarre conclusioni, per prendere decisioni e per estendere la conoscenza acquisita a nuove situazioni. Oltre a richiedere la diretta applicazione dei concetti scientifici esemplificata nel dominio "*applicazione*", alcune situazioni di risoluzione dei problemi, implicando contesti non noti o più complicati, richiedono agli studenti di ragionare, partendo da principi scientifici, per fornire una risposta. Le soluzioni possono prevedere di scomporre il problema nelle parti che lo compongono, e ciascuna può richiedere l'applicazione di un concetto scientifico o di una relazione. Agli studenti si può richiedere di analizzare un problema per determinare i principi coinvolti sottintesi; di ideare e di spiegare strategie per la risoluzione dei problemi; di selezionare e di applicare equazioni, formule, relazioni o tecniche analitiche appropriate; nonché di valutare le relative soluzioni. Le soluzioni corrette per tali problemi possono derivare da diversi approcci o strategie. Sviluppare la capacità di considerare strategie alternative è un obiettivo educativo importante nell'insegnamento e nell'apprendimento delle scienze.

Agli studenti si può richiedere di trarre conclusioni da dati e da fatti scientifici, dimostrando così il ragionamento sia induttivo che deduttivo e una comprensione dell'indagine di causa ed effetto. Essi dovrebbero valutare e prendere decisioni, soppesare i vantaggi e gli svantaggi di materiali e di processi alternativi, considerare l'impatto di diversi tentativi scientifici e valutare le soluzioni dei problemi. In particolare dalla classe terza secondaria di I grado, gli studenti dovrebbero considerare e valutare le spiegazioni alternative, estendere le conclusioni a nuove situazioni e giustificare le spiegazioni basandosi su prove e sulla comprensione scientifica. Inoltre si richiede un notevole ragionamento scientifico per sviluppare ipotesi e per progettare indagini scientifiche che le comprovino, nonché per analizzare e interpretare i dati. Le abilità previste in quest'area vengono introdotte ad un livello molto elementare nella scuola primaria e poi sviluppate ulteriormente durante tutto l'insegnamento delle scienze nella scuola secondaria di I e II grado.

Alcuni quesiti di questo dominio cognitivo possono essere incentrati su concetti unificati e su temi concettuali importanti, e richiedere agli studenti di mettere insieme la conoscenza e la comprensione di aree diverse per applicarle a situazioni nuove. 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/ Risolvere problemi	Analizzare problemi per determinare le relazioni, i concetti e le fasi rilevanti per la risoluzione di problemi; sviluppare e spiegare le strategie di risoluzione dei problemi.
2. Integrare/ Sintetizzare	Fornire soluzioni ai problemi che richiedono di considerare molti fattori diversi o concetti correlati; fare associazioni o connessioni tra concetti in diverse aree delle scienze; dimostrare di comprendere concetti e temi unificati appartenenti ai vari domini delle scienze; integrare concetti matematici o procedure nelle soluzioni di problemi scientifici.

-
3. **Ipotizzare/Prevedere** Combinare la conoscenza di concetti scientifici con le informazioni ricavate dall'esperienza o dall'osservazione per formulare domande cui si può rispondere indagando; formulare ipotesi come presupposti verificabili usando la conoscenza che deriva dalla osservazione e/o dall'analisi delle informazioni scientifiche e dalla comprensione concettuale; fare previsioni sugli effetti dei cambiamenti nelle condizioni biologiche o fisiche alla luce delle prove e della comprensione scientifica.
-
4. **Progettare/pianificare** Progettare o pianificare indagini appropriate per rispondere a quesiti scientifici o per testare ipotesi sperimentali; descrivere o riconoscere le caratteristiche di indagini ben progettate in termini di variabili da misurare e da controllare e di relazioni causa-effetto; prendere decisioni su misure o su procedure da utilizzare nella conduzione di indagini.
-
5. **Trarre conclusioni** Scoprire sequenze nei dati, descrivere o riassumere andamenti nei dati e interpolare o estrapolare dai dati o dalle informazioni fornite; fare deduzioni valide sulla base di prove e/o della comprensione di concetti scientifici; trarre conclusioni adeguate ai quesiti o alle ipotesi affrontate, nonché dimostrare la comprensione di causa ed effetto.
-

-
- | | |
|-------------------------|--|
| 6. Generalizzare | Trarre conclusioni generali che vadano oltre i presupposti forniti o sperimentali e applicare le conclusioni a situazioni nuove; determinare formule generali per esprimere relazioni fisiche. |
|-------------------------|--|
-
- | | |
|--------------------|---|
| 7. Valutare | Soppesare vantaggi e svantaggi nel prendere decisioni su processi, su materiali e su risorse alternative; considerare fattori scientifici e sociali per valutare l'impatto delle scienze e della tecnologia sui sistemi biologici e fisici; valutare spiegazioni, strategie di risoluzioni dei problemi e soluzioni alternative; valutare i risultati delle indagini con riferimento all'adeguatezza dei dati per sostenere le conclusioni. |
|--------------------|---|
-
- | | |
|------------------------|---|
| 8. Giustificare | Usare le prove e la comprensione scientifica per giustificare le spiegazioni e le soluzioni dei problemi; argomentare per sostenere la ragionevolezza delle soluzioni ai problemi, delle conclusioni derivanti dalle indagini o delle spiegazioni scientifiche. |
|------------------------|---|
-

Indagine scientifica

Attualmente, nei curricula di scienze di molti paesi viene data particolare enfasi al coinvolgimento degli studenti nelle indagini scientifiche, il cui obiettivo è fornire spiegazioni dei fenomeni scientifici per aiutarci a comprendere i principi fondamentali che governano il mondo naturale. Nelle classi quarta primaria e terza secondaria di I grado, non ci si aspetta che gli studenti siano in grado di formulare ed esaminare teorie fondamentali, ma di sollevare domande o ipotesi scientifiche di portata limitata che possano essere oggetto di indagine. In tali classi, l'indagine scientifica coinvolge gli studenti nel processo di formulare domande, di pianificare e di realizzare indagini per raccogliere elementi, nonché di formulare spiegazioni basate su osservazioni e alla luce della compren-

sione scientifica. La comprensione e le capacità richieste per affrontare questo tipo di indagini sono importanti perché contribuiscono alla formazione di cittadini preparati sui metodi, sui processi e sui prodotti della scienza. Tali indagini inoltre sono propedeutiche a ricerche più avanzate rivolte ad approfondire le conoscenze scientifiche, importanti nella preparazione di futuri scienziati. Una volta chiarito che il processo alla base dell'indagine scientifica è parte integrante dell'apprendimento e dell'attività scientifica, si comprende come sia importante valutare la comprensione e le capacità degli studenti necessarie per impegnarsi in questo processo con successo.

Nel quadro di riferimento TIMSS 2007, l'indagine scientifica viene considerata l'elemento principale della valutazione. Essa ricopre tutti i campi delle scienze e ha componenti basate sui contenuti e sulle abilità. La valutazione dell'indagine scientifica include quesiti e compiti che richiedono agli studenti di dimostrare la conoscenza degli strumenti, dei metodi e delle procedure necessarie per fare scienza, di applicare questa conoscenza per impegnarsi in ricerche scientifiche e di usare la comprensione scientifica per proporre spiegazioni sulla base di elementi oggettivi. I processi alla base dell'indagine scientifica stimolano una comprensione più ampia dei concetti scientifici, oltre al ragionamento e alla capacità di risolvere problemi.

Gli studenti di entrambe le classi dovrebbero possedere una qualche conoscenza generale della natura della scienza e dell'indagine scientifica (incluso il fatto che la conoscenza scientifica è soggetta a cambiamenti), dell'importanza di usare diversi tipi di indagine per verificare la conoscenza scientifica, dell'uso di "metodi scientifici" di base, della comunicazione dei risultati e dell'interazione tra scienze, matematica e tecnologia. Oltre a questa conoscenza di base, gli studenti dovrebbero dimostrare le abilità e le competenze previste per i cinque aspetti più importanti del processo alla base dell'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 entrambe le classi; tuttavia la complessità della comprensione e delle capacità richieste aumenta man mano che si sale di livello scolastico, in relazione allo sviluppo cognitivo degli studenti.

L'apprendimento delle scienze nella classe quarta primaria è focalizzato sull'osservazione e sulla descrizione. Gli studenti di questo livello 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 padroneggiare ciò che costituisce un "test ben fatto", ed essere in grado di descrivere e di condurre un'indagine basata su osservazioni sistematiche o su misurazioni usando semplici strumenti, dispositivi e procedure. Essi inoltre dovrebbero illustrare i risultati con semplici grafici e diagrammi, applicare calcoli matematici di routine ai valori misurati, identificare semplici relazioni e descrivere brevemente i risultati delle loro indagini. In quarta primaria agli studenti verrà richiesto di scrivere le conclusioni ricavate dalle indagini sotto forma di risposta ad una specifica domanda.

Gli studenti della classe terza secondaria di I grado dovrebbero dimostrare un approccio più quantitativo e formale all'indagine scientifica, che preveda una maggiore capacità decisionale e valutativa. Essi dovrebbero essere in grado di formulare un'ipotesi o una previsione basata su osservazioni o su conoscenze scientifiche che si possano testare con un'indagine sperimentale. Essi dovrebbero dimostrare di comprendere il rapporto "causa ed effetto" e l'importanza di specificare le variabili da controllare e da modificare in indagini "ben progettate". Inoltre, si può richiedere loro di decidere quali misurazioni eseguire e quali strumenti e procedure utilizzare. In più, a questo livello scolastico gli studenti dovrebbero utilizzare la terminologia, le unità, la precisione, il formato e le scale appropriate. Essi dovrebbero dimostrare abilità di analisi dei dati più avanzate nel selezionare e nell'applicare tecniche matematiche appropriate e nel descrivere sequenze di dati. Gli studenti della terza secondaria di I grado dovrebbero valutare i risultati della loro indagine rispetto all'adeguatezza dei dati ottenuti a soste-

gno delle conclusioni relative alla domanda o all'ipotesi in esame.

La valutazione della capacità degli studenti di entrambe le classi di fornire dalle indagini scientifiche spiegazioni basate su prove, costituisce un'altra misurazione del grado di comprensione e di applicazione dei concetti di scienze correlati. Gli studenti della terza secondaria di I grado dovrebbero essere in grado di formulare spiegazioni in termini di relazioni "causa-effetto" tra le variabili e basate sulla comprensione scientifica. A questo livello scolastico gli studenti possono anche iniziare a considerare spiegazioni alternative e ad applicare o ad estendere le proprie conclusioni a nuove situazioni.

