

La literacy scientifica



INTRODUZIONE

La valutazione della *literacy scientifica* riveste una particolare importanza in PISA 2006, visto che le scienze costituiscono l'ambito principale di indagine. Poiché è la prima volta che viene valutato così in profondità, l'ambito delle competenze scientifiche è stato considerevolmente sviluppato e la definizione di che cosa venga rilevato risulta ampliata rispetto all'indagine del 2003. Questo ha comportato non soltanto una descrizione più dettagliata di cosa s'intenda per *literacy scientifica*, ma anche un'importante innovazione nell'approccio alla rilevazione, che si rifletterà anche sui futuri cicli di PISA. Per la prima volta, infatti, il principale strumento di rilevazione comprende quesiti di atteggiamento accanto a quelli volti a rilevare capacità cognitive e conoscenze. Queste domande consentono di rilevare in quale misura gli argomenti proposti nel *test* suscitino l'interesse degli studenti e in tal modo consentono anche di valutare gli atteggiamenti e le motivazioni che saranno importanti per il futuro impegno degli studenti nei confronti della scienza. Nei precedenti cicli di PISA, le domande relative a tali aspetti erano incluse in un distinto questionario, volto a rilevare in termini più generali aspetti quali l'interesse e la motivazione degli studenti.

Una adeguata comprensione di come 'funzionino' la scienza e la tecnologia è fondamentale perché un giovane sia preparato alla vita nella società odierna. È questa comprensione che consente a ciascun individuo di partecipare pienamente ad una società in cui scienza e tecnologia rivestono un ruolo particolarmente importante. Questa comprensione, inoltre, mette gli individui in condizione di partecipare in modo consapevole alla determinazione di quelle decisioni politiche in cui i problemi scientifici e tecnologici abbiano un impatto diretto sulla loro esistenza. La comprensione della scienza e della tecnologia contribuisce, dunque, in modo significativo alla vita personale, sociale, professionale e culturale di ciascuno.

Gran parte delle situazioni, dei problemi e dei temi con cui un individuo si trova a confrontarsi nella propria vita quotidiana richiedono una qualche comprensione della scienza e della tecnologia per poter essere compresi pienamente e affrontati. I problemi legati alla scienza e alla tecnologia pongono gli individui di fronte a sfide su più piani: personale, della comunità, nazionale e perfino globale. È per questo motivo che i responsabili politici nazionali dovrebbero essere incoraggiati a domandarsi in che misura i cittadini dei loro paesi siano preparati ad affrontare tali problemi. In questa prospettiva, acquista una particolare rilevanza indagare come i giovani siano in grado di rispondere a domande di tipo scientifico al momento di lasciare scuola. Una rilevazione condotta sugli studenti quindicenni fornisce un'indicazione precoce di come essi potrebbero in futuro reagire di fronte ad un ventaglio di situazioni diversificate che richiedono il ricorso alla scienza e alla tecnologia.

A fondamento di una rilevazione internazionale condotta sugli studenti quindicenni sembra quindi ragionevole porre la seguente domanda: "Che cosa è importante che un cittadino conosca, a che cosa è importante che dia valore e che cosa è importante che sia in grado di fare in situazioni che richiedono il ricorso alla scienza e alla tecnologia o che sono in qualche modo da esse determinate?". Dare una risposta a questa domanda significa stabilire le basi per una valutazione degli studenti, nella consapevolezza che le loro conoscenze, i loro valori e le loro capacità attuali sono connesse a ciò che servirà loro nel futuro. Le competenze che costituiscono il nucleo centrale della de-



finizione di *literacy scientifica* di PISA 2006 sono fondamentali per rispondere a questa domanda. Esse si riferiscono a quanto gli studenti sappiano:

- individuare questioni di carattere scientifico;
- dare una spiegazione scientifica dei fenomeni;
- usare prove fondate su dati scientifici.

Tali competenze richiedono agli studenti di affrontare i problemi legati alla scienza e alla tecnologia e di dar loro risposta, dimostrando sia di possedere conoscenze e abilità cognitive sia di essere portatori di atteggiamenti, valori e motivazioni.

Scoprire che cosa un cittadino debba sapere, a che cosa debba dare valore e che cosa debba essere in grado di fare, di fronte a situazioni che coinvolgono la scienza e la tecnologia, sembra una questione semplice e diretta. All'atto pratico, tuttavia, essa solleva domande sul cosa si intenda per comprensione scientifica dei fatti e non implica che vengano padroneggiate tutte le conoscenze scientifiche. Alla base di questo quadro di riferimento ci sono i bisogni dei cittadini: quali conoscenze sono più necessarie ad un cittadino? I concetti base delle diverse discipline scientifiche costituiscono sicuramente una risposta a questa domanda, ma anche il saper utilizzare tali conoscenze in contesti legati alla propria vita quotidiana. Le situazioni che le persone si trovano ad affrontare richiedono inoltre, spesso, anche di comprendere la scienza come un processo che produce conoscenza e propone spiegazioni sul mondo naturale¹. Non solo, ma sarebbe anche necessario essere consapevoli dei rapporti di complementarietà che legano scienza e tecnologia e di come la tecnologia pervada e influenzi la natura stessa della vita contemporanea.

A quali aspetti della scienza e della tecnologia è importante che un cittadino attribuisca valore? Una risposta a questo interrogativo dovrebbe includere sia il ruolo della scienza e della tecnologia, e il loro contributo alla società, sia la loro importanza in molti contesti, personali, sociali e globali. Ci si aspetta quindi che i cittadini dimostrino un interesse per la scienza, che sostengano l'avanzare della ricerca scientifica e che si comportino responsabilmente nei confronti delle risorse naturali e dell'ambiente.

Che cosa è importante che le persone siano in grado di fare coerentemente con un approccio scientifico? Accade spesso di dover trarre conclusioni compatibili con gli elementi di prova e le informazioni che vengono fornite, di dover valutare criticamente le affermazioni fatte da altri fondandosi sui dati di fatto disponibili e di dover distinguere fra opinioni e affermazioni sostenute dai fatti. Spesso gli elementi di prova disponibili sono anche stati costruiti scientificamente, ma il ruolo della scienza è un ruolo più generale, che riguarda il processo razionale attraverso cui idee e teorie vengono sottoposte alla prova dei dati empirici. Ciò non significa, ovviamente, che la scienza escluda la creatività e l'immaginazione, le quali, anzi, hanno sempre rivestito un ruolo fondamentale nel far progredire la comprensione che l'uomo ha del mondo.

¹ In questo testo, l'espressione "mondo naturale" comprende anche i cambiamenti apportati dall'attività umana, incluso il "mondo materiale" progettato e modellato dalle tecnologie.



Un cittadino è in grado di distinguere fra affermazioni che sono scientificamente fondate e affermazioni che non lo sono? Il cittadino comune di solito non è chiamato a giudicare del valore delle teorie o dei potenziali progressi della scienza. E tuttavia, ogni cittadino prende decisioni, ad esempio rispetto alla pubblicità, basandosi sui dati di fatto, rispetto a questioni di carattere legale basandosi su prove, rispetto alla sua salute e a temi legati al territorio e alle risorse naturali basandosi sulle informazioni che ha. Una persona mediamente istruita dovrebbe saper distinguere il tipo di domande alle quali gli scienziati possono dare risposta e il tipo di problemi che scienza e tecnologia possono risolvere, da quelli che richiedono un altro tipo di risposte.

DEFINIZIONE DELL'AMBITO

L'opinione corrente circa i risultati attesi dall'insegnamento scientifico pone l'accento sulle conoscenze – ivi inclusa la conoscenza dell'approccio scientifico alla ricerca – e sul riconoscimento del contributo dato dalla scienza alla società. Simili risultati richiedono una comprensione dei concetti e delle spiegazioni scientifiche più importanti e delle potenzialità e dei limiti della scienza nel mondo reale, e presuppongono quindi una posizione critica e un approccio riflessivo nei confronti della scienza (Millar e Osborne, 1998).

Questi obiettivi orientano e connotano un insegnamento delle scienze che si rivolga a tutti (Fensham, 1985). Le competenze rilevate in PISA 2006 sono ampie e comprendono aspetti legati all'utilità della conoscenza scientifica per la singola persona, alla responsabilità sociale della scienza e al suo valore intrinseco ed estrinseco.

Quanto detto finora individua uno dei nodi centrali della rilevazione delle competenze scientifiche in PISA 2006: la rilevazione, infatti, dovrebbe concentrarsi su quelle competenze che mostrano che cosa uno studente quindicenne sa, a che cosa dà valore e che cosa è in grado di fare all'interno di contesti – personali, sociali e globali – ragionevoli e appropriati alla sua età. Questa impostazione si differenzia da quella fondata esclusivamente su programmi scolastici e su una visione disciplinare e propone, invece, i problemi situandoli in contesti sia educativi sia professionali e dà il dovuto riconoscimento alle conoscenze, ai metodi, agli atteggiamenti e ai valori che sono propri delle discipline scientifiche. Il termine che meglio descrive l'obiettivo complessivo della rilevazione delle competenze scientifiche di PISA 2006 è *literacy scientifica* (Bybee, 1997b; Fensham, 2000; Graber e Bolte, 1997; Mayer, 2002; Roberts, 1993; UNESCO, 1993).

PISA 2006 mira a rilevare sia le componenti cognitive sia quelle affettive della *literacy scientifica* degli studenti. Per componenti cognitive s'intendono sia le conoscenze degli studenti sia la loro capacità di servirsi efficacemente di tali conoscenze, nel momento in cui quei processi cognitivi che sono caratteristici delle scienze e dell'indagine scientifica vengono posti in atto in contesti di rilevanza personale, sociale o globale. Nel rilevare le competenze scientifiche, PISA si occupa di quelle questioni alle quali le conoscenze scientifiche possono dare un contributo e che, ora o nel futuro, chiameranno in causa gli studenti richiedendo loro di prendere decisioni. Dal punto di vista delle competenze scientifiche, gli studenti reagiscono a queste questioni sulla base della propria comprensione delle conoscenze scientifiche pertinenti, della propria capacità di accedere alle informa-



zioni e di valutarle, della propria capacità di interpretare gli elementi di prova che hanno rapporto diretto con il problema e della propria capacità di individuarne gli aspetti scientifici e tecnologici (Koballa, Kemp e Evans, 1997; Law, 2002). PISA, inoltre, rileva anche aspetti non cognitivi relativi alla dimensione affettiva. Gli atteggiamenti indagati all'interno di questa dimensione sono quelli che influenzano l'interesse degli studenti per la scienza, ne rafforzano il sostegno nei suoi confronti e li motivano all'azione (Schibeci, 1984). La definizione del quadro strutturale per la *literacy scientifica* di PISA 2006 si fonda su questo tipo di considerazioni.

Riquadro 1.1 ■ Conoscenze scientifiche: la terminologia di PISA 2006

L'espressione "conoscenze scientifiche" è sempre usata nel quadro di riferimento per designare contemporaneamente la *conoscenza della scienza* e la *conoscenza sulla scienza*. Per *conoscenza della scienza* s'intende una conoscenza del mondo naturale che attraverso gli ambiti principali della fisica, della chimica, delle scienze biologiche, delle scienze della Terra e dell'Universo, nonché della tecnologia. Per *conoscenza sulla scienza*, invece, s'intende la conoscenza dei mezzi (indagine scientifica) e dei fini (spiegazioni di carattere scientifico) della scienza.

Si è scelto di adottare il termine *literacy scientifica* in quanto: esprime quegli obiettivi dell'insegnamento scientifico che dovrebbero essere validi per la totalità degli studenti, suggerisce un'ampiezza di significato e una natura applicativa dell'insegnamento scientifico, presenta le conoscenze scientifiche in un *continuum* con le abilità cognitive associate all'indagine scientifica, incorpora una molteplicità di dimensioni e include il rapporto fra scienza e tecnologia. Nel loro insieme, le competenze che costituiscono il nucleo della definizione rappresentano le fondamenta della *literacy scientifica* e lo scopo ultimo della rilevazione delle competenze scientifiche di PISA 2006, valutare cioè in quale misura le competenze stesse siano state sviluppate (Bybee, 1997a; Fensham, 2000; Law, 2002; Mayer e Kumano, 2002).

Riquadro 1.2 ■ La *literacy scientifica* in PISA 2006

Nell'ambito di PISA 2006, per *literacy scientifica*² di un individuo s'intende:

- l'insieme delle sue conoscenze scientifiche e l'uso di tali conoscenze per identificare domande scientifiche, per acquisire nuove conoscenze, per spiegare fenomeni scientifici e per trarre conclusioni basate sui fatti riguardo a questioni di carattere scientifico;
- la sua comprensione dei tratti distintivi della scienza intesa come forma di sapere e d'indagine propria degli esseri umani;
- la sua consapevolezza di come scienza e tecnologia plasmino il nostro ambiente materiale, intellettuale e culturale;
- la sua volontà di confrontarsi con temi e problemi legati alle scienze, nonché con le idee della scienza, da cittadino che riflette.

² Per quel che riguarda le scienze in PISA, il concetto di "*literacy*" può essere accostato a quello espresso nella definizione di "competenza" nel DeSeCo (OECD, 2003b), in quanto comprende, accanto a conoscenze e abilità, anche atteggiamenti e valori.



Le note che seguono chiariscono ulteriormente il significato della definizione.

Literacy scientifica

L'aver adottato il termine "*literacy scientifica*" piuttosto che un più generico "scienze" intende sottolineare l'importanza che la rilevazione delle competenze scientifiche di PISA 2006 attribuisce all'applicazione delle conoscenze scientifiche nel contesto di reali situazioni di vita piuttosto che alla mera riproposizione delle tradizionali conoscenze scientifiche di tipo scolastico. L'utilizzo funzionale delle conoscenze, infatti, comporta l'applicazione dei processi caratteristici della scienza e dell'indagine scientifica (le competenze scientifiche, appunto) e dipende dall'interesse, dai valori e dalle esperienze dell'individuo per quel che riguarda le questioni di carattere scientifico e dall'importanza che ad esse viene attribuita. La capacità di uno studente di mettere in campo le proprie competenze scientifiche presuppone non solo conoscenze di scienze, ma anche una comprensione di quali siano le caratteristiche proprie della scienza intesa come mezzo per acquisire conoscenze (cioè una conoscenza *sulla* scienza). La definizione tiene anche conto del fatto che la disponibilità a mettere in campo tali competenze dipende dagli atteggiamenti di un individuo nei confronti della scienza e dalla sua volontà di confrontarsi con questioni di carattere scientifico. Si noti che alcuni aspetti non cognitivi, quali ad esempio la motivazione, sono considerati essi stessi parte integrante delle competenze.

Conoscenze e uso delle conoscenze per identificare domande scientifiche, per acquisire nuove conoscenze, per spiegare fenomeni scientifici e per trarre conclusioni basate sui fatti

Secondo la definizione, le conoscenze scientifiche implicano assai più che non la semplice capacità di richiamare alla mente fatti e nomi. La definizione racchiude in sé sia la conoscenza della scienza (conoscenza del mondo naturale) sia la conoscenza sulla scienza in quanto tale. La prima comporta la comprensione di concetti scientifici e di teorie fondamentali, mentre la seconda comporta la comprensione della natura della scienza, intesa come attività umana, e del potere e dei limiti della conoscenza scientifica. Le domande che devono essere identificate sono quelle alle quali è possibile rispondere attraverso l'indagine scientifica e, ancora una volta, ciò presuppone, oltre alla conoscenza degli specifici argomenti toccati, anche conoscenze sulla scienza. Nell'ambito di questa definizione di *literacy scientifica*, inoltre, è importante tenere presente che spesso gli individui acquisiscono nuove conoscenze non attraverso indagini scientifiche condotte in prima persona, ma attraverso fonti quali le biblioteche o Internet. Trarre conclusioni basate sui fatti significa dunque conoscere, selezionare e valutare informazioni e dati, riconoscendo che spesso le informazioni non sono sufficienti per trarre conclusioni certe, il che rende necessario avanzare ipotesi, in modo prudente e consapevole, sulla base delle informazioni disponibili.

Tratti distintivi della scienza intesa come forma di sapere e d'indagine propria degli esseri umani

Nella accezione adottata, la *literacy scientifica* implica che gli studenti siano in grado di comprendere per sommi capi in che modo gli scienziati acquisiscano i dati e propongano spiegazioni e di riconoscere gli aspetti fondamentali delle metodologie scientifiche di ricerca e il tipo di risposte che è ragionevole attendersi dalla scienza. Quando, ad esempio, gli scienziati ricorrono alle osserva-



zioni e agli esperimenti per raccogliere dati su oggetti, organismi ed eventi del mondo naturale, tali dati vengono poi usati per proporre spiegazioni che diventano di pubblico dominio e possono essere utilizzate in diverse aree dell'attività umana. Tratti distintivi della scienza sono allora: la raccolta e l'uso dei dati – tenendo presente che la raccolta dei dati è guidata da idee e da concetti (talvolta dichiarati sotto forma di ipotesi) e solleva questioni di pertinenza, di contesto e di accuratezza; la natura provvisoria delle conoscenze dichiarate; l'apertura a un riesame critico; il ricorso ad argomentazioni logiche; l'obbligo di collegare le nuove conoscenze con quelle esistenti e storicamente acquisite e quello di rendere noti metodi e procedure usati per acquisire i dati.

Come scienza e tecnologia plasmano il nostro ambiente materiale, intellettuale e culturale

In questa frase il punto chiave è l'idea di scienza come impresa umana collettiva che influenza sia la società sia noi stessi in quanto individui. Anche lo sviluppo tecnologico d'altronde è un'impresa umana (Fleming, 1989) e sebbene scienza e tecnologia differiscano quanto a obiettivi, processi e prodotti, in questo caso appaiono come strettamente legate e, sotto molti aspetti, complementari. Da questo punto di vista, la definizione di *literacy scientifica* proposta qui racchiude tanto la natura della scienza e della tecnologia quanto il loro rapporto di complementarietà. In quanto individui, prendiamo decisioni che si esprimono attraverso politiche pubbliche che, a loro volta, influenzano il cammino della scienza e della tecnologia. La scienza e la tecnologia rivestono nella nostra società un ruolo paradossale visto che, da una parte, offrono risposte a domande e soluzioni a problemi esistenti e, dall'altra, sollevano nuove domande e nuovi problemi.

Volontà di confrontarsi con temi legati alle scienze e con le idee della scienza, da cittadino che riflette

La prima parte di questo enunciato veicola significati più ampi che non il semplice prendere atto e agire di conseguenza: si tratta di mantenere vivo l'interesse per la scienza, di avere opinioni in proposito e di essere partecipi dei problemi, presenti e futuri, legati alla scienza. La seconda parte dell'enunciato, poi, copre vari aspetti dei valori e degli atteggiamenti che un individuo potrebbe avere nei confronti della scienza. L'asserzione presuppone una persona che nutre interesse per argomenti scientifici, che ragiona su temi di carattere scientifico, che si preoccupa per i problemi legati alla tecnologia, per le risorse e per l'ambiente e che riflette sull'importanza della scienza da un punto di vista personale e sociale.

La *literacy scientifica* richiede inevitabilmente anche una *literacy in lettura* e una *literacy matematica* (Norris e Philips, 2003). La *literacy in lettura*, ad esempio, si rende necessaria quando uno studente deve dimostrare di comprendere la terminologia scientifica. Analogamente, in contesti che richiedono una interpretazione dei dati, entra in gioco la *literacy matematica*. Evitare che queste altre *literacy* si vadano a intersecare con la definizione e l'accertamento della *literacy scientifica* di PISA 2006 è impossibile e tuttavia il nucleo di ciascuna prova dovrebbe essere costituito da elementi che rimandino inequivocabilmente alla *literacy scientifica*.

La definizione di *literacy scientifica* di PISA 2006 risulta sviluppata e perfezionata rispetto alle versioni del 2000 e del 2003. Nelle due precedenti rilevazioni, nelle quali le scienze non erano l'ambito principale, la *literacy scientifica* era definita come segue:



La *literacy scientifica* è la capacità di utilizzare conoscenze scientifiche, di identificare domande e di trarre conclusioni basate sui fatti, per comprendere il mondo della natura e i cambiamenti ad esso apportati dall'attività umana e aiutare a prendere decisioni al riguardo. (OECD, 1999, 2000, 2003a)

Le affermazioni iniziali, contenute nelle definizioni del 2000, del 2003 e del 2006, sono sostanzialmente analoghe e fanno riferimento al modo in cui l'individuo si serve delle conoscenze scientifiche per trarre conclusioni. Le definizioni del 2000 e del 2003, tuttavia, facevano rientrare sia la conoscenza della scienza sia la conoscenza sulla scienza nell'espressione "conoscenze scientifiche", mentre la definizione del 2006 separa e sviluppa questo aspetto della *literacy scientifica*, adottando una terminologia che evidenzia la conoscenza da parte degli studenti delle caratteristiche distintive della scienza. Le definizioni si riferiscono tutte all'utilizzazione delle conoscenze scientifiche per la comprensione del mondo della natura, con il fine di arrivare a prendere decisioni fondate a riguardo. PISA 2006 amplia questa parte della definizione e aggiunge la conoscenza delle relazioni tra scienza e tecnologia – un aspetto della *literacy scientifica* implicito ma non sviluppato nelle prime definizioni – dato che, nel mondo odierno, scienza e tecnologia non solo sono strettamente legate ma hanno spesso una relazione sinergica.

In contrasto con le precedenti definizioni, inoltre, la definizione di *literacy scientifica* adottata in PISA 2006 è stata ampliata così da menzionare esplicitamente gli aspetti relativi agli atteggiamenti degli studenti verso questioni di carattere scientifico e tecnologico. Insomma, la definizione 2006 è concettualmente coerente con quelle del 2000 e del 2003, eccezion fatta per l'aggiunta degli aspetti relativi agli atteggiamenti. Tuttavia, visto che i risultati relativi agli atteggiamenti saranno presentati in un rapporto separato, il loro inserimento non avrà alcun impatto sulla comparabilità diacronica dell'aspetto cognitivo. Altri cambiamenti, poi, come ad esempio l'ulteriore elaborazione relativa alla conoscenza sulla scienza o alla tecnologia fondata sulla scienza, costituiscono soltanto una specificazione di particolari aspetti che erano già presenti, in forma più o meno implicita, nelle precedenti definizioni.

ORGANIZZAZIONE DELL'AMBITO

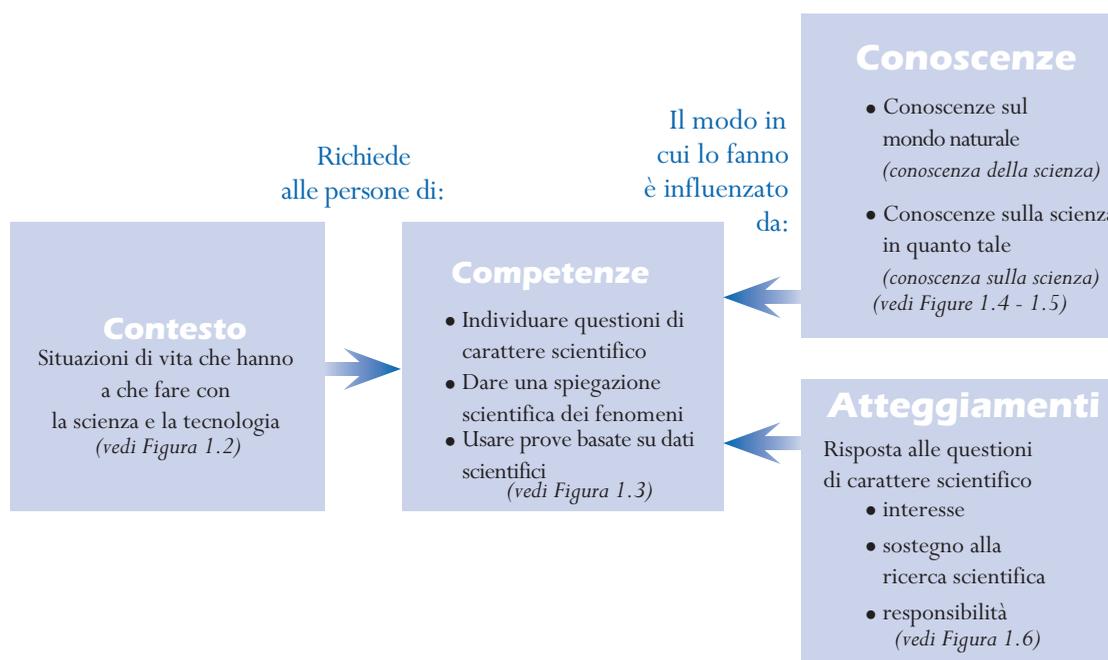
La definizione di *literacy scientifica* qui proposta si caratterizza come un *continuum* che va da una *literacy scientifica* meno sviluppata ad una più sviluppata: in altri termini, le persone sono giudicate più o meno scientificamente competenti e non scientificamente competenti o incompetenti *tout court*. Uno studente dotato di una competenza scientifica limitata, ad esempio, potrebbe essere capace di richiamare alla mente semplici conoscenze scientifiche di carattere concreto e di servirse-ne per trarre o per valutare conclusioni. Uno studente con un livello di competenza scientifica più elevato, a sua volta, sarà in grado di elaborare o di utilizzare semplici modelli concettuali per fare previsioni o per fornire spiegazioni, di analizzare indagini di carattere scientifico, di riportare i dati utilizzandoli come elementi di prova, di valutare spiegazioni alternative dei medesimi fenomeni e di comunicare le proprie conclusioni con precisione.



Per quel che attiene alla rilevazione, la definizione di *literacy scientifica* adottata da PISA può essere vista come caratterizzata da quattro aspetti fra loro interconnessi:

- il *contesto*, ovvero la capacità di riconoscere situazioni di vita che coinvolgono la scienza e la tecnologia;
- le *conoscenze*, ovvero la comprensione del mondo naturale fondata su conoscenze scientifiche nelle quali confluiscono tanto le conoscenze sul mondo naturale quanto le conoscenze sulla scienza in quanto tale;
- le *competenze*, ovvero la dimostrazione di competenze che comprendono il saper identificare questioni scientifiche, lo spiegare i fenomeni in modo scientifico e il trarre conclusioni basate sui fatti;
- gli *atteggiamenti*, che indicano interesse per la scienza, sostegno nei confronti della ricerca scientifica e motivazione ad agire responsabilmente nei confronti, ad esempio, delle risorse naturali e dell'ambiente.

Figura 1.1 ■ Quadro di riferimento per la valutazione delle competenze scientifiche in PISA 2006



Nei prossimi paragrafi questi aspetti interconnessi verranno presentati in modo più dettagliato. Mettendoli in evidenza, il quadro di riferimento per la *literacy scientifica* di PISA 2006 ha garantito



che la rilevazione si incentrasse sui risultati dell'insegnamento scientifico considerato nel suo insieme. Alla base dell'organizzazione di questa parte del quadro di riferimento si trovano molte domande che derivano dalla visione di *literacy scientifica* proposta da PISA 2006.

Tali domande sono:

- Quali sono i *contesti* più adatti a rilevare le competenze di studenti quindicenni?
- Quali *competenze* possiamo ragionevolmente aspettarci da parte di studenti quindicenni?
- Quali *conoscenze* possiamo ragionevolmente aspettarci da parte di studenti quindicenni?
- Quali *atteggiamenti* possiamo ragionevolmente aspettarci da parte di studenti quindicenni?

SITUAZIONI E CONTESTO

Un aspetto importante della *literacy scientifica* è dato dal confrontarsi con le tematiche scientifiche in una molteplicità di situazioni. Nell'affrontare questioni di carattere scientifico, infatti, la scelta dei metodi e delle rappresentazioni dipende spesso dalle situazioni in cui i problemi stessi si presentano.

La situazione è quella parte del mondo dello studente all'interno della quale le prove vengono presentate. I quesiti vengono proposti all'interno di situazioni di vita in generale e non soltanto in ambito scolastico. Nella rilevazione delle competenze scientifiche di PISA 2006, gli *item* si riferiscono a situazioni legate al sé, alla famiglia e al gruppo dei pari (*personale*), alla comunità (*sociale*) e al vivere nel mondo (*globale*). Un ulteriore tipo di situazione, coerente con alcune tematiche, è quella *storica*, attraverso la quale è possibile rilevare la comprensione dei progressi compiuti dal sapere scientifico.

Il contesto di un *item*, invece, è la specifica ambientazione all'interno della situazione e comprende nel dettaglio tutti gli elementi adoperati nel formulare il quesito.

PISA 2006 rileva importanti conoscenze scientifiche pertinenti ai curricula scolastici dei paesi partecipanti senza tuttavia essere limitato dal dover considerare solo gli aspetti comuni ai diversi curricula nazionali. Lo fa ricercando elementi che provino che le competenze scientifiche sono state usate con successo in situazioni che riflettono la realtà e che sono coerenti con l'idea di *literacy scientifica* proposta da PISA. Ciò, a sua volta, presuppone l'applicazione di specifiche conoscenze sul mondo naturale – e sulla scienza in quanto tale – e la valutazione degli atteggiamenti rispetto alle tematiche di carattere scientifico.

Nella Figura 1.2 si trovano elencati i principali campi di applicazione delle scienze usati come contesti nelle prove di rilevazione e suddivisi per situazione (personale, sociale, globale), sebbene vengano utilizzati anche altri tipi di situazioni – ad esempio tecnologica e/o storica – e altri campi di applicazione. I campi di applicazione sono tratti da un ampio ventaglio di situazioni di vita e sono in genere coerenti con i campi di applicazione adottati per la *literacy scientifica* nei quadri di riferi-



mento del 2000 e del 2003. I campi di applicazione sono: “salute”, “risorse naturali”, “ambiente”, “rischi” e “frontiere della scienza e della tecnologia”. Si tratta di quelle aree nelle quali la *literacy scientifica* si rivela di particolare valore – sia per l’individuo sia per la comunità – nel mantenimento e nel miglioramento della qualità della vita e nello sviluppo delle politiche pubbliche.

La rilevazione della *literacy scientifica* in PISA non è una rilevazione di contesti. Ad essere rilevate, infatti, sono competenze, conoscenze e atteggiamenti presentati all’interno di contesti o ad essi riferiti. Nello scegliere i contesti, è importante tenere presente che scopo dell’indagine è quello di rilevare competenze, livelli di comprensione e atteggiamenti che gli studenti hanno acquisito al termine del percorso scolastico obbligatorio.

I contesti utilizzati per gli *item* usati nella rilevazione sono stati scelti alla luce della loro rilevanza rispetto agli interessi e alla vita degli studenti. I quesiti sono stati costruiti tenendo presente le differenze linguistiche e culturali dei paesi partecipanti.

Figura 1.2 ■ Contesti per la rilevazione delle competenze scientifiche in PISA 2006

	Personale (Sé, famiglia e gruppo dei pari)	Sociale (La comunità)	Globale (Vivere nel mondo)
Salute	Mantenersi in salute, incidenti, alimentazione	Controllo delle malattie e loro trasmissione, scelte alimentari, salute nelle comunità	Epidemie, diffusione delle malattie infettive
Risorse naturali	Consumo personale di materie prime e di energia	Sostentamento della popolazione umana, qualità della vita, sicurezza, produzione e distribuzione del cibo, rifornimento di energia	Risorse rinnovabili e non rinnovabili, sistemi naturali, crescita demografica, uso sostenibile delle specie
Ambiente	Comportamento rispettoso dell’ambiente, uso e smaltimento dei materiali	Distribuzione della popolazione, smaltimento dei rifiuti, impatto ambientale, clima locale	Biodiversità, sostenibilità ecologica, controllo dell’inquinamento, produzione agricola e depauperamento del suolo
Rischi	Naturali o causati dall’uomo, decisioni sull’edilizia	Cambiamenti improvvisi (terremoti, condizioni climatiche estreme), cambiamenti lenti e progressivi (erosione delle coste, sedimentazione), valutazione del rischio	Cambiamenti climatici, impatto della moderna guerra tecnologica
Frontiere della scienza e della tecnologia	Interesse per la spiegazione scientifica di fenomeni naturali, hobby di carattere scientifico, sport e tempo libero, musica e tecnologia per uso individuale	Nuovi materiali, apparecchiature e procedimenti, modificazione genetica, tecnologia militare, trasporti	Estinzione delle specie, esplorazione dello spazio, origine e struttura dell’universo

L’Esempio 1 fa parte di una prova intitolata *Caccia all’assassino*. Lo stimolo è costituito da un articolo di giornale che definisce il contesto della prova. L’area di applicazione è quella di “frontiere della scienza e della tecnologia” in una situazione di tipo sociale.

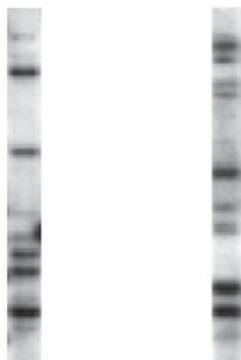


SCIENZE: ESEMPIO 1 – CACCIA ALL'ASSASSINO

IL DNA TROVERÀ L'ASSASSINO

Villabianca, ieri: ieri a Villabianca un uomo è morto in seguito a numerose ferite da coltello. La polizia ha dichiarato che sono stati trovati segni di lotta e che parte del sangue trovato sulla scena del delitto non corrisponde a quello della vittima. Si sospetta che quel sangue provenga dall'assassino.

Per contribuire all'identificazione dell'assassino, la polizia scientifica ha preparato un profilo del DNA a partire dalle macchie di sangue. Il confronto con i profili del DNA di criminali condannati archiviati in una banca dati informatica non ha dato esito.



Individuo A

Individuo B

Foto di tipici profili del DNA di due individui. Le barre scure indicano differenti frammenti del DNA dei due individui. Ciascun individuo ha una diversa combinazione di barre. Come nel caso delle impronte digitali queste combinazioni possono identificare una persona.

La polizia sta chiedendo perciò a tutti i cittadini di Villabianca di farsi avanti per far analizzare il proprio DNA.

Il sergente Esposito della polizia di Villabianca ha dichiarato: "Si tratta solo di passare un tampone all'interno della guancia, non è doloroso. Da quello gli scienziati sono in grado di estrarre il DNA e di costruire un profilo del DNA simile a quello che si vede nella figura".

A parte il caso di gemelli identici, vi è solo 1 possibilità su 100 milioni che due persone abbiano lo stesso profilo del DNA.

Domanda 1: CACCIA ALL'ASSASSINO

Questo articolo di giornale fa riferimento a una sostanza detta DNA. Che cos'è il DNA?

- A. Una sostanza della membrana cellulare che impedisce al contenuto della cellula di uscire.
- B. Una molecola che contiene le istruzioni che servono a costruire il nostro corpo.
- C. Una proteina del sangue che contribuisce a portare ossigeno ai tessuti.
- D. Un ormone che si trova nel sangue e aiuta a regolare i livelli di glucosio nelle cellule.

Domanda 2: CACCIA ALL'ASSASSINO

A quale di queste domande non si può rispondere per mezzo di prove scientifiche?

- A. Qual è stata la causa medica o fisiologica della morte della vittima?
- B. Perché la vittima è stata pugnalata molte volte?
- C. Passare un tampone sulla guancia è un modo sicuro per raccogliere campioni di DNA?
- D. Tutti i gemelli identici hanno esattamente il medesimo profilo del DNA?



COMPETENZE SCIENTIFICHE

La rilevazione delle competenze scientifiche di PISA 2006 dà la priorità alle competenze elencate nella Figura 1.3, ovvero alle capacità di individuare questioni di carattere scientifico, di descrivere, spiegare o predire fenomeni in base a conoscenze scientifiche, di interpretare i dati e le conclusioni che ne derivano, di prendere e comunicare decisioni basandosi su prove scientifiche. Tali competenze chiamano in causa le conoscenze scientifiche, sia la conoscenza della scienza sia la conoscenza sulla scienza in sé, in quanto forma di conoscenza e in quanto approccio all'indagine.

Taluni processi cognitivi hanno un significato e una rilevanza speciale all'interno della *literacy scientifica*. Fra i processi cognitivi che le competenze scientifiche presuppongono ci sono: il ragionare induttivo/deduttivo, il pensare in modo critico e integrato, il trasformare rappresentazioni (ad esempio i dati in tabelle e le tabelle in grafici), l'elaborare e il comunicare argomentazioni e spiegazioni fondate sui dati, il pensare in termini di modelli e l'utilizzo della matematica.

L'enfasi posta in PISA 2006 sulle competenze illustrate nella Figura 1.3 è giustificata dall'importanza che tali competenze rivestono per la ricerca scientifica. Esse, infatti, affondano le radici nella logica, nel ragionamento e nell'analisi critica e verranno approfondite nel seguito.

Figura 1.3 ■ Le competenze scientifiche in PISA 2006

Individuare questioni di carattere scientifico

- Riconoscere questioni che possono essere indagate in modo scientifico
- Individuare le parole chiave che occorrono per cercare informazioni scientifiche
- Riconoscere le caratteristiche essenziali della ricerca scientifica

Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni

- Applicare conoscenze scientifiche in una situazione data
- Descrivere e interpretare scientificamente fenomeni e predire cambiamenti
- Individuare descrizioni, spiegazioni e previsioni appropriate

Usare prove basate su dati scientifici

- Interpretare dati scientifici e prendere e comunicare decisioni
- Individuare i presupposti, gli elementi di prova e il ragionamento che giustificano determinate conclusioni
- Riflettere sulle implicazioni sociali degli sviluppi della scienza e della tecnologia



Individuare questioni di carattere scientifico

È importante saper distinguere questioni e tematiche scientifiche da altri tipi di questioni. L'importante, infatti, è riconoscere che i problemi di carattere scientifico devono prestarsi a risposte basate su dati empirici. La competenza definita come *individuare questioni di carattere scientifico* comprende sia il saper riconoscere, in una determinata situazione, le domande cui è possibile dare risposta attraverso l'indagine scientifica, sia il saper individuare le parole chiave che occorrono per cercare informazioni su un certo argomento. Essa prevede anche la capacità di riconoscere le caratteristiche essenziali della ricerca scientifica come, ad esempio, gli aspetti da mettere a confronto, le variabili da modificare o da controllare, le informazioni ulteriori necessarie o, ancora, le azioni da compiere per poter raccogliere i dati rilevanti.

Per *individuare questioni di carattere scientifico* occorre che gli studenti possiedano una certa conoscenza sulla scienza in quanto tale, ma potrebbe anche implicare il ricorso, a vari livelli, alla conoscenza della scienza. La domanda 2 di *Caccia all'assassino* (Esempio 1) chiede agli studenti di individuare una domanda cui non è possibile dare una risposta scientifica. L'*item* serve principalmente a valutare se gli studenti sappiano distinguere a quali domande è possibile dare una risposta scientifica (Conoscenza sulla scienza, categoria "indagine scientifica"), ma presuppone anche quel tanto di conoscenza della scienza (categoria "sistemi viventi") che è ragionevole ipotizzare che uno studente quindicenne possieda.

Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni

Gli studenti dimostrano di possedere la competenza definita come *dare una spiegazione scientifica dei fenomeni* quando applicano le conoscenze scientifiche in una data situazione. Tale competenza comporta anche il saper descrivere o interpretare scientificamente fenomeni e predire cambiamenti e potrebbe richiedere la capacità di riconoscere e individuare descrizioni, spiegazioni e previsioni appropriate. La domanda 1 di *Caccia all'assassino* (Esempio 1) chiede agli studenti di fare ricorso alla propria conoscenza della scienza (categoria "sistemi viventi") per riconoscere la giusta descrizione del DNA.

Usare prove basate su dati scientifici

La competenza definita come *usare prove basate su dati scientifici* richiede che gli studenti riconoscano nei dati raccolti scientificamente gli elementi a sostegno di affermazioni o di conclusioni. La risposta attesa può chiamare in causa la conoscenza sulla scienza, la conoscenza della scienza o entrambe. La domanda di *La malaria* (Esempio 2) chiede agli studenti di giungere a determinate conclusioni sulla base delle informazioni presentate e dei fatti riguardanti il ciclo vitale della zanzara presentati nello schema. L'*item* rileva principalmente se gli studenti sappiano interpretare una rappresentazione standard (un modello) di un ciclo vitale. Si tratta, dunque, di conoscenza sulla scienza (categoria "spiegazioni scientifiche". Vedi Figura 1.5).

Usare prove basate su dati scientifici significa anche accedere alle informazioni scientifiche ed elaborare argomentazioni e conclusioni basandosi sugli elementi forniti (Kuhn, 1992; Osborne, Erduran,



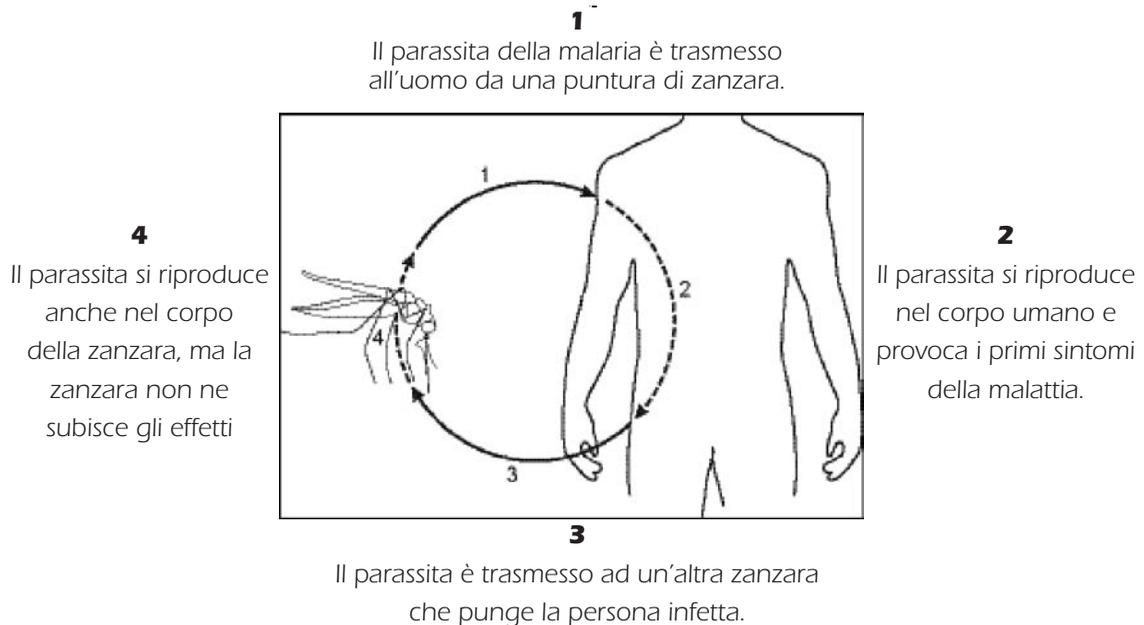
Simon e Monk, 2001). Possono rientrare in questa competenza anche le capacità di scegliere fra conclusioni alternative sulla base degli elementi a disposizione, di fornire motivazioni pro o contro una determinata conclusione in base al processo con il quale le conclusioni sono state tratte dai dati a disposizione, e di individuare i presupposti che sono a monte delle conclusioni cui si è giunti. Anche la capacità di riflettere sulle implicazioni sociali degli sviluppi della scienza e della tecnologia rientra in questa competenza.

In *item* che rilevano questa competenza, può essere richiesto agli studenti di presentare a un determinato uditorio gli elementi di prova e le decisioni prese, usando parole proprie, grafici o altre rappresentazioni appropriate. In breve, gli studenti dovrebbero essere in grado di illustrare in modo chiaro e consequenziale i nessi che legano gli elementi di prova alle conclusioni o alle decisioni.

SCIENZE: ESEMPIO 2 – LA MALARIA

La malaria causa più di un milione di morti ogni anno. La lotta contro la malaria attraversa attualmente una crisi. Sono le zanzare a trasmettere il parassita della malaria da persona a persona. La zanzara portatrice della malaria è diventata resistente a molti insetticidi. Inoltre, le medicine contro il parassita della malaria diventano sempre meno efficaci.

Il ciclo vitale del parassita della malaria



DOMANDA 1: LA MALARIA

Qui sotto vengono presentati tre metodi per impedire la diffusione della malaria. Quale fra le fasi (1, 2, 3 e 4) del ciclo vitale del parassita della malaria sono quelle direttamente in-



fluenzate da ciascuno dei metodi? Fai un cerchio intorno alla fase o alle fasi pertinente/i per ciascuno dei metodi proposti (ciascun metodo può influenzare più di una fase).

Metodo per impedire la diffusione della malaria	Fasi del ciclo vitale del parassita che ne sono influenzate			
Dormire sotto una zanzariera.	1	2	3	4
Prendere medicine contro la malaria.	1	2	3	4
Utilizzare insetticidi contro le zanzare.	1	2	3	4

CONOSCENZE SCIENTIFICHE

Come si è già detto, quando si parla di conoscenze scientifiche ci si riferisce sia alla *conoscenza della scienza* (ovvero alle conoscenze sul mondo naturale) sia alla *conoscenza sulla scienza* in quanto tale.

Conoscenza della scienza

Poiché PISA 2006 può rilevare soltanto una piccola porzione dell'insieme delle conoscenze scientifiche degli studenti, è importante che i criteri utilizzati per selezionare le conoscenze che verranno rilevate siano chiari. Visto inoltre che l'obiettivo di PISA è quello di descrivere in che misura gli studenti siano in grado di applicare le proprie conoscenze in contesti che abbiano rilevanza per la loro vita, le conoscenze rilevate saranno tratte dai principali campi della fisica, della chimica, della biologia, delle scienze della Terra e dell'Universo e della tecnologia³ sulla base dei seguenti criteri:

- la loro rilevanza rispetto alle situazioni della vita reale: le conoscenze scientifiche non sono tutte ugualmente utili nella vita degli individui;
- il fatto che esse rappresentino importanti concetti scientifici e, pertanto, abbiano un'utilità duratura;
- il fatto che esse siano appropriate al livello di uno studente quindicenne.

La Figura 1.4 illustra le categorie secondo le quali la *conoscenza della scienza* è stata suddivisa e alcuni esempi di contenuti scelti sulla base dei criteri appena esposti. Si tratta di conoscenze necessarie per comprendere il mondo naturale e per capire il senso delle proprie esperienze in contesti *personali*, *sociali* e *globali*. Il quadro di riferimento adotta il termine "sistemi" piuttosto che il termine "scienze" nei descrittori dei principali campi delle diverse discipline scientifiche proprio per questa ragione; l'intenzione è quella di trasmettere l'idea che i cittadini devono comprendere i concetti delle scienze fisiche e biologiche, delle scienze della Terra e dell'Universo e della tecnologia nell'ambito di molti contesti differenti.

³ La conoscenza di come si progettino o di come funzionino artefatti tecnologici (ad esempio, aeroplani, motori e computer) non viene data per scontata.



Gli esempi illustrati nella Figura 1.4 servono a dare il senso dell'organizzazione delle categorie e non hanno la pretesa di esaurire tutti gli argomenti che potrebbero rientrare in ciascuna delle categorie medesime. La domanda 1 di *Caccia all'assassino* (Esempio 1) rileva la *conoscenza della scienza* degli studenti riguardo alla categoria "sistemi viventi".

Figura 1.4 ■ Le categorie della *conoscenza della scienza* in PISA 2006

Sistemi chimici e fisici

- Struttura della materia (ad esempio, modello particellare, legami)
- Proprietà della materia (ad esempio, cambiamenti di stato, conduttività termica ed elettrica)
- Cambiamenti chimici della materia (ad esempio, reazioni, trasferimento di energia, acidi e basi)
- Moti e forze (ad esempio, velocità, attrito)
- Energia e sua trasformazione (ad esempio, conservazione, degradazione, reazioni chimiche)
- Interazioni fra energia e materia (ad esempio, onde luminose e onde radio, onde sonore e onde sismiche)

Sistemi viventi

- Cellule (ad esempio, struttura e funzione, DNA, piante e animali)
- Biologia umana (ad esempio, salute, alimentazione, sottosistemi [digestione, respirazione, circolazione, escrezione e loro relazioni], malattie, riproduzione)
- Popolazioni (ad esempio, specie, evoluzione, biodiversità, variazioni genetiche)
- Ecosistemi (ad esempio, catene alimentari, flussi di materia e di energia)
- Biosfera (ad esempio, servizi degli ecosistemi, sostenibilità)

Sistemi della Terra e dell'Universo

- Struttura del sistema Terra (ad esempio, litosfera, atmosfera, idrosfera)
- Energia nel sistema Terra (ad esempio, fonti energetiche, clima globale)
- Cambiamenti nel sistema Terra (ad esempio, tettonica a placche, cicli geochimici, forze costruttive e distruttive)
- Storia della Terra (ad esempio, fossili, origine ed evoluzione)
- La Terra nello spazio (ad esempio, gravità, sistema solare)

Sistemi tecnologici

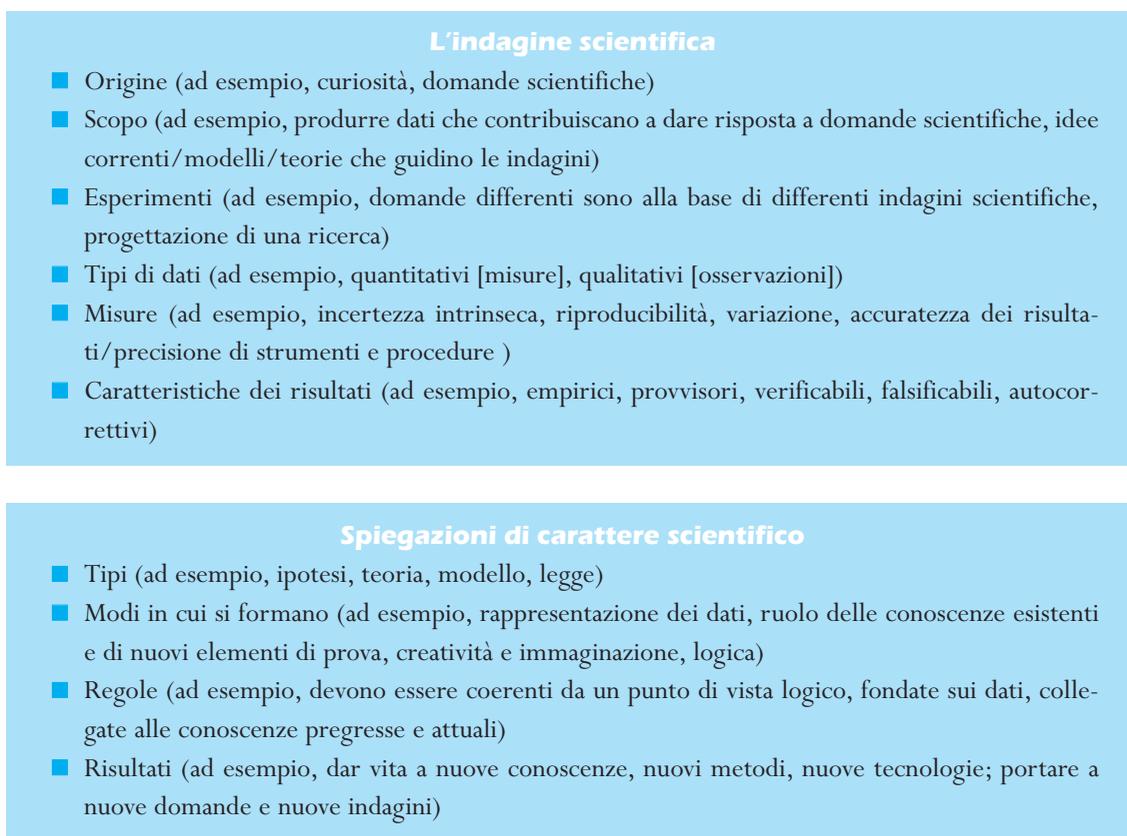
- Ruolo della tecnologia fondata sulla scienza (ad esempio, risolvere problemi, aiutare gli esseri umani a soddisfare bisogni e aspirazioni, pianificare e condurre ricerche)
- Rapporti fra scienza e tecnologia (ad esempio, le tecnologie contribuiscono al progresso della scienza)
- Concetti (ad esempio, ottimizzazione, scelte di compromesso, costi, benefici, rischi)
- Principi importanti (ad esempio, criteri, vincoli, innovazione, invenzione, problem solving)



Conoscenza sulla scienza

La Figura 1.5 mostra invece le categorie e gli esempi di contenuto per quanto riguarda la *conoscenza sulla scienza*. La prima categoria, “l’indagine scientifica”, è imperniata sull’indagine intesa come processo centrale della scienza e sulle diverse componenti di tale processo. La seconda categoria, strettamente legata all’indagine, è quella delle “spiegazioni di carattere scientifico”. Le spiegazioni di carattere scientifico, infatti, non sono che i risultati dell’indagine scientifica. Si può pensare all’indagine come ai mezzi della scienza (cioè al modo in cui gli scienziati si procurano i dati) e alle spiegazioni come ai fini della scienza (cioè al modo in cui gli scienziati si servono dei dati medesimi). Gli esempi riportati nella Figura 1.5 danno il senso generale di tali categorie e non hanno la pretesa di esaurire tutti gli argomenti che potrebbero rientrare in ciascuna delle categorie.

Figura 1.5 ■ Le categorie della *conoscenza sulla scienza* in PISA 2006



L'Esempio 3 fa parte di una prova intitolata *Uno studio sul latte a scuola*, presenta una situazione di carattere storico e ha come area di applicazione la salute. Entrambi i quesiti rilevano la conoscenza sulla scienza degli studenti nella categoria *l'indagine scientifica*. La domanda 1 chiede agli studenti di individuare il possibile obiettivo della ricerca (competenza: *individuare questioni di carattere scientifico*). La classificazione della domanda 2, sotto il profilo delle competenze, è anch'essa quella di



individuare questioni di carattere scientifico (e non già usare prove basate su dati scientifici) poiché l'assunto più ovvio, cioè il fatto che i tre gruppi di scolari non differissero sotto nessun particolare aspetto, è connesso al disegno della ricerca presentato nella domanda.

SCIENZE: ESEMPIO 3 – UNO STUDIO SUL LATTE A SCUOLA

Nel 1930, fu condotto nelle scuole di una regione della Scozia uno studio su larga scala. Per quattro mesi, alcuni studenti ricevettero latte gratis, altri no. Gli insegnanti scelsero quali studenti avrebbero ricevuto il latte. Ecco che cosa accadde:

- 5.000 scolari ricevettero, ogni giorno di scuola, una certa quantità di latte non pastorizzato;
- altri 5.000 scolari ricevettero la stessa quantità di latte pastorizzato;
- 10.000 scolari non ricevettero affatto il latte.

Tutti i 20.000 scolari furono pesati e la loro altezza venne misurata all'inizio e alla fine dello studio.

DOMANDA 1: UNO STUDIO SUL LATTE A SCUOLA

È probabile che le seguenti domande fossero le domande di ricerca per questo studio? Fai un cerchio intorno a «Sì» o a «No» per ciascuna delle domande proposte.

È probabile che questa domanda fosse una delle domande di ricerca di questo studio?	Sì o No?
Che cosa bisogna fare per pastorizzare il latte?	Sì / No
Quale effetto ha sugli scolari bere una razione supplementare di latte?	Sì / No
Quale effetto ha la pastorizzazione del latte sulla crescita dei bambini?	Sì / No
Quale effetto ha sulla salute degli scolari vivere in regioni diverse della Scozia?	Sì / No

DOMANDA 2: UNO STUDIO SUL LATTE A SCUOLA

In media, i bambini che hanno ricevuto il latte durante lo studio sono cresciuti di più di peso e di altezza rispetto ai bambini che non hanno ricevuto il latte.

Una delle possibili conclusioni di questo studio è, dunque, che i bambini che bevono molto latte crescono più velocemente di quelli che non bevono molto latte.

Indica una condizione che deve essere rispettata dai due gruppi di studenti esaminati affinché si possa aver fiducia in questa conclusione.



ATTEGGIAMENTI NEI CONFRONTI DELLA SCIENZA

Gli atteggiamenti delle persone rivestono un ruolo importante rispetto al loro interesse, alla loro attenzione e al loro modo di rapportarsi alla scienza e alla tecnologia, in generale e nelle questioni che le riguardano da vicino. Uno degli obiettivi dell'insegnamento scientifico è quello di far sì che gli studenti sviluppino atteggiamenti che li avvicinano alle questioni di carattere scientifico e che li portino, di conseguenza, ad acquisire e ad applicare conoscenze scientifiche e tecnologiche a vantaggio proprio e della società in genere.

La valutazione delle competenze scientifiche di PISA 2006 adotta un approccio innovativo alla rilevazione degli atteggiamenti. Essa non si limita infatti a fare domande all'interno del Questionario studente su che cosa gli studenti pensino della scienza, ma chiede anche nella parte cognitiva del *test* di scienze quali siano i loro atteggiamenti nei confronti dei temi specifici sui quali sono valutati.

L'attenzione che l'indagine pone sugli atteggiamenti nei confronti della scienza si fonda sulla convinzione che la *literacy scientifica* di una persona comprenda anche gli atteggiamenti e le convinzioni, gli orientamenti motivazionali, il senso di autoefficacia, i valori e le azioni che alla fine compie. La scelta di includere una rilevazione degli atteggiamenti e di altre aree specifiche in PISA 2006 è sostenuta e si fonda sulla struttura per l'ambito affettivo proposta da Klopfer (1976) per l'educazione scientifica, nonché da numerosi articoli di ricerca sugli atteggiamenti (ad esempio, Gardner, 1975, 1984; Gauld e Hukins, 1980; Blosser, 1984; Laforgia, 1988; Schibeci, 1984).

La rilevazione delle competenze scientifiche di PISA 2006 ha valutato gli atteggiamenti degli studenti in tre aree: *interesse per la scienza*, *sostegno alla ricerca scientifica* e *responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente* (Vedi Figura 1.6). Tali aree sono state scelte poiché offrono un quadro, a livello internazionale, dell'idea che gli studenti hanno della scienza, di quali siano i loro atteggiamenti e i loro valori rispetto alla scienza in particolare e di quale responsabilità dimostrino nei confronti di specifici problemi che presentano ramificazioni a livello nazionale e internazionale. Non si è trattato, dunque, di una rilevazione degli atteggiamenti degli studenti nei confronti dei programmi scolastici di scienze o nei confronti degli insegnanti e i risultati potrebbero anche fornire informazioni sul problema emergente della diminuzione delle iscrizioni alle facoltà scientifiche.

L'interesse per la scienza è stato scelto per il rapporto ormai riconosciuto che lo lega al rendimento, alla scelta dei corsi, alle scelte professionali e all'apprendimento lungo l'arco della vita. Il rapporto che esiste fra interesse (individuale) per le scienze e rendimento è stato oggetto di ricerca per più di quarant'anni, sebbene l'esistenza di un legame di tipo causale sia ancora materia di dibattito (vedi, ad esempio, Baumert e Köller, 1998; Osborne, Simon e Collins, 2003). L'interesse degli studenti per la scienza viene rilevato, in Pisa 2006, raccogliendo informazioni sul loro impegno nei confronti di problemi sociali legati alla scienza, sulla loro disponibilità ad acquisire conoscenze e abilità di tipo scientifico e sul loro prendere in considerazione una professione in ambito scientifico.

Il sostegno alla ricerca scientifica è comunemente considerato un obiettivo fondamentale dell'insegnamento scientifico e fa quindi parte della rilevazione. Si tratta di un costrutto simile a quello



dell'“adozione di atteggiamenti scientifici” definito da Klopfer (1971). Apprezzamento e sostegno nei confronti della ricerca scientifica presuppongono, infatti, che lo studente, nel momento in cui si trova ad affrontare situazioni reali connesse alla scienza, dia valore alle modalità scientifiche di raccogliere dati, al pensiero creativo, al ragionamento logico, al rispondere in modo critico e al comunicare le conclusioni a cui si arriva. In PISA 2006, quest'area comprende anche il fare ricorso a dati di fatto (e a conoscenze) per prendere decisioni e il considerare importanti la logica e la razionalità per arrivare a formulare conclusioni.

La responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente non soltanto è causa di preoccupazione a livello internazionale ma riveste anche un'importanza di tipo economico. Gli atteggiamenti in tale area sono stati materia di approfondite ricerche sin dagli anni '70 (vedi, ad esempio, Bogner e Wiseman, 1999; Eagles e Demare, 1999; Weaver 2002; Rickinson 2001). Nel Dicembre 2002, l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha adottato la risoluzione 57/254, che ha proclamato, a partire dal 1 gennaio 2005, il Decennio dell'Educazione allo Sviluppo Sostenibile dell'ONU (UNESCO 2003). Lo *Schema Internazionale d'Implementazione per il Decennio delle Nazioni Unite dell'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile* (UNESCO, settembre 2005) individua l'ambiente come una delle tre sfere della sostenibilità (accanto alla società – ivi compresa la cultura – e all'economia) che dovrebbero entrare a far parte di tutti i programmi per lo sviluppo sostenibile.

PISA 2006 raccoglie dati sugli atteggiamenti degli studenti nelle tre aree descritte sia attraverso domande poste nel Questionario studente sia attraverso *item* contestualizzati nel *test*, ovvero quesiti sugli atteggiamenti nei confronti di determinati temi posti immediatamente dopo i quesiti cognitivi su quegli stessi temi. Il Questionario studente raccoglie informazioni sugli atteggiamenti degli studenti in maniera non contestualizzata in tutte e tre le aree: interesse per la scienza, sostegno alla ricerca scientifica e responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente. Il questionario raccoglie, inoltre, i dati che riguardano il coinvolgimento degli studenti nelle discipline scientifiche (ad esempio, autoefficacia, il piacere di studiare le scienze e la frequenza di attività scientifiche extra-scolastiche), nonché il punto di vista degli studenti sul valore che le scienze assumono nella loro vita (ad esempio, rispetto alle scelte future di studio o di lavoro) e nella società (ad esempio, vantaggi di carattere sociale ed economico).

Gli *item* contestualizzati, invece, sono utilizzati per rilevare l'interesse a sapere qualcosa di più sugli argomenti scientifici proposti e il sostegno nei confronti della ricerca scientifica. Gli *item* contestualizzati costituiscono un valore aggiunto per la rilevazione in quanto forniscono dati riguardo a eventuali differenze fra gli atteggiamenti degli studenti rilevati in un determinato contesto o al di fuori di un contesto, a possibili differenze fra un contesto e un altro e all'eventuale correlazione tra atteggiamenti e prestazioni relativi alla stessa prova. Un aspetto dell'*interesse per la scienza* (e più precisamente l'interesse a saperne di più sugli argomenti trattati) e del *sostegno alla ricerca scientifica* è stato rilevato nel *test* grazie agli *item* inseriti nelle prove e relativi a temi di carattere *personale, sociale e globale*.

I risultati di PISA 2006 forniranno informazioni importanti per i responsabili delle politiche educative dei paesi partecipanti. La ricca messe di informazioni ricavata combinando i dati ottenuti attraverso i questionari con quelli derivanti dagli *item* di atteggiamento contestualizzati dovrebbe



produrre nuove conoscenze riguardo alla disposizione degli studenti nei confronti di comportamenti coerenti con una *literacy scientifica*. Inoltre, visto che in letteratura esistono tesi contrastanti circa l'esistenza di una correlazione fra atteggiamenti e rendimento nelle scienze, resta da vedere come i dati riguardanti gli atteggiamenti degli studenti (ovvero riguardanti il loro *interesse per la scienza*, il loro *sostegno alla ricerca scientifica* e la loro *responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente*) raccolti per mezzo del test e del questionario correlino con le prestazioni degli studenti. Gli altri dati ottenuti attraverso il questionario, quali quelli sull'impegno nelle scienze e i comportamenti legati alla scienza, saranno comunque pubblicati e messi in correlazione con le prestazioni.

Figura 1.6 ■ Le aree per la rilevazione degli atteggiamenti in PISA 2006

Interesse per la scienza

- Esprimere curiosità nei confronti della scienza e di questioni e sfide di carattere scientifico
- Dimostrare la volontà di acquisire ulteriori conoscenze e abilità scientifiche, servendosi di una pluralità di metodi e di risorse
- Dimostrare la volontà di andare in cerca di informazioni e di avere un interesse non sporadico per le scienze, anche prendendo in considerazione una futura professione in ambito scientifico

Sostegno alla ricerca scientifica

- Riconoscere l'importanza di prendere in considerazione prospettive e argomentazioni scientifiche differenti
- Sostenere il ricorso a informazioni fattuali e a spiegazioni razionali
- Manifestare la necessità di adottare processi logici e rigorosi per trarre conclusioni

Responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente

- Mostrare di sentirsi responsabili in prima persona del mantenimento di un ambiente sostenibile
- Dimostrare consapevolezza rispetto alle conseguenze sull'ambiente delle azioni individuali
- Dimostrare la volontà di agire per conservare le risorse naturali

RILEVARE LA LITERACY SCIENTIFICA

Caratteristiche del test cognitivo

In conformità con la definizione di *literacy scientifica* adottata da PISA, ogni singolo quesito (*item*) del test chiama in causa competenze scientifiche (vedi Figura 1.3) all'interno di un contesto (vedi Figura 1.2). Ciò implica l'applicazione di conoscenze scientifiche (vedi Figure 1.4 e 1.5) e riflette aspetti degli atteggiamenti dei rispondenti nei confronti di temi e problemi di carattere scientifico (vedi Figura 1.6).



La Figura 1.7 è una variazione della Figura 1.1 e presenta le componenti base del quadro di riferimento di PISA per la rilevazione della *literacy scientifica* del 2006 in modo da consentire la messa in relazione del quadro di riferimento medesimo con la struttura e con il contenuto delle prove. La Figura 1.7 potrebbe essere utilizzata tanto, in modo sintetico, come strumento per progettare i quesiti per la rilevazione, quanto, in modo analitico, come strumento per analizzare criticamente i risultati ottenuti attraverso la somministrazione di tali quesiti. Per costruire le prove di rilevazione si possono infatti assumere come punto di partenza sia i contesti utilizzabili come materiale-stimolo, sia le competenze richieste per rispondere alle domande o ai problemi, oppure le conoscenze e gli atteggiamenti che l'esercizio comporta.

Ciascuna prova comprende un materiale-stimolo che può essere costituito da un breve testo o dalle note scritte che accompagnano una tabella, una figura, un grafico o un diagramma, cui segue un insieme di quesiti di vario tipo a ciascuno dei quali è assegnato un punteggio indipendente, come illustrato nei tre esempi già presentati (*Caccia all'assassino*, *La malaria* e *Uno studio sul latte a scuola*) e dagli esempi aggiuntivi dell'Appendice A.

PISA adotta una tale struttura delle prove per far sì che i contesti impiegati siano il più possibile realistici e riflettano la complessità delle situazioni reali, ottimizzando, nel contempo, i tempi della rilevazione. Ricorrere a situazioni rispetto alle quali sia possibile porre più quesiti piuttosto che porre domande isolate riferite a un maggior numero di situazioni diverse riduce, infatti, il tempo di cui gli studenti hanno bisogno per "entrare" nell'argomento relativo a ciascun quesito. Tuttavia, occorre tenere conto che la risposta a ciascun quesito deve essere indipendente da quelle degli altri quesiti della stessa prova. È necessario inoltre avere presente che, poiché un simile approccio diminuisce il numero di contesti nella rilevazione, diventa importante assicurarsi che vi sia una varietà di contesti adeguata, cosicché la distorsione dovuta alla scelta del contesto venga minimizzata.

Le prove del test di PISA 2006 incorporano fino a un massimo di quattro *item* cognitivi che rilevano le competenze scientifiche degli studenti. Ciascun *item* implica il ricorso privilegiato a una delle competenze scientifiche descritte e chiama in causa in maniera predominante ora la conoscenza della scienza ora la conoscenza sulla scienza. Nella maggior parte dei casi, in una sola prova, vengono rilevate, attraverso *item* diversi, più di una competenza e più di una categoria di conoscenza.

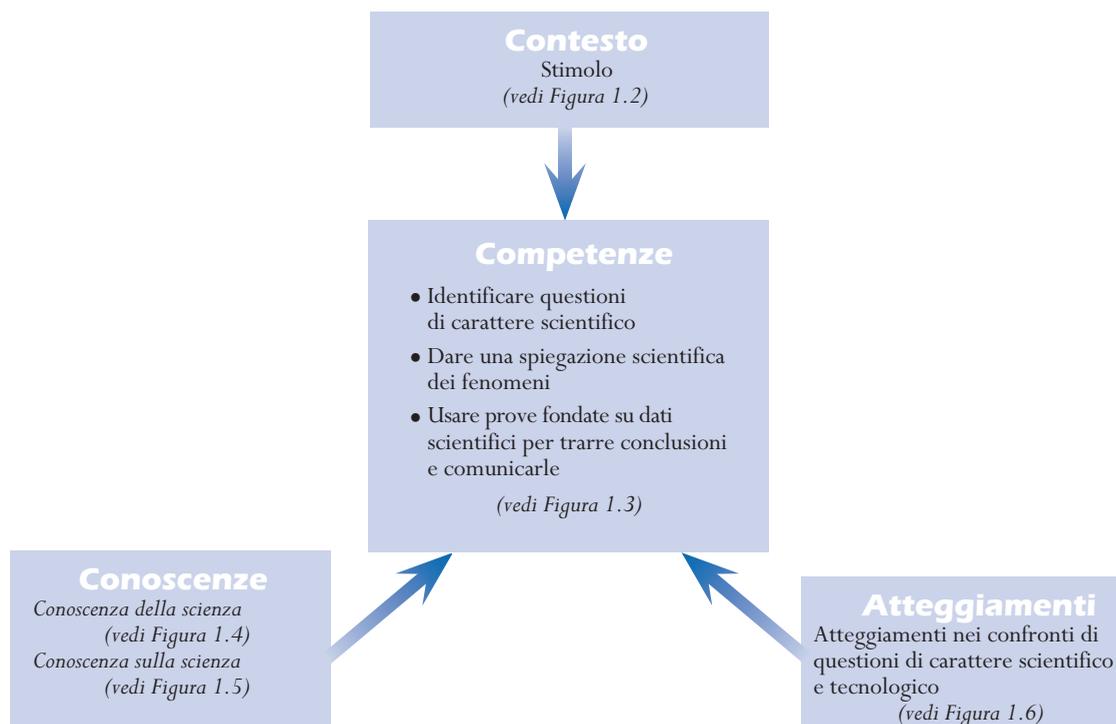
Per rilevare le competenze e le conoscenze scientifiche individuate dal quadro di riferimento vengono utilizzati quattro tipi di *item*. Un terzo circa degli *item* è costituito da quesiti a scelta multipla (semplici) che richiedono la scelta di un'unica risposta fra le quattro proposte. Un ulteriore terzo richiede risposte aperte univoche, come nel caso della domanda 2 di *La malaria* (Esempio 2), oppure è costituito da quesiti a scelta multipla complessi. La domanda 1 di *Uno studio sul latte a scuola* (Esempio 3) che chiede allo studente di rispondere a una serie di domande "Sì/No" collegate fra loro è un tipico esempio di quesito a scelta multipla complesso. L'ultimo terzo degli *item* proposti è costituito invece da quesiti a risposta aperta articolata, come nel caso della domanda 2 di *Uno studio sul latte a scuola* (Esempio 3) e richiede allo studente una risposta relativamente estesa per iscritto o in formato grafico.



I quesiti a scelta multipla, così come quelli a risposta aperta univoca, possono essere validamente utilizzati per rilevare gran parte dei processi cognitivi che le tre competenze scientifiche comportano, mentre i quesiti a risposta aperta articolata offrono l'opportunità di rilevare l'abilità di comunicazione.

Sebbene la maggioranza dei quesiti abbiano punteggio dicotomico (ovvero risposta corretta o non corretta), alcuni dei quesiti a scelta multipla complessa o a risposta aperta prevedono anche un punteggio parziale, ovvero un punteggio per lo studente che fornisca non l'intera risposta corretta ma solo parte di essa. Per ciascun *item* con punteggio parziale viene fornita una guida dettagliata alla codifica che spiega come assegnare “punteggio pieno”, “punteggio parziale” e “nessun punteggio”. Le categorie “punteggio pieno”, “punteggio parziale” e “nessun punteggio” suddividono le risposte degli studenti in tre gruppi a seconda dell'abilità dimostrata dagli studenti nel rispondere alla domanda. Una risposta da “punteggio pieno”, sebbene possa anche non essere, in senso assoluto, corretta da un punto di vista scientifico, prevede che lo studente dimostri un livello di comprensione dell'argomento appropriato a uno studente quindicenne competente nel campo. Risposte meno elaborate o corrette potrebbero comunque ricevere un “punteggio parziale”, mentre a risposte del tutto scorrette, non pertinenti o mancanti viene assegnato “nessun punteggio”. La domanda 1 di *La malaria* (Esempio 2) è un *item* a punteggio parziale e il suo schema di correzione (guida alla codifica) è illustrato nell'Esempio 4.

Figura 1.7 ■ Uno strumento per costruire e analizzare le prove e gli *item*





SCIENZE: ESEMPIO 4 – LA MALARIA (Indicazioni per la correzione: Domanda 1)

Punteggio pieno

Codice 2: Tutte e tre le risposte sono corrette. [1 e 3]; [2] e [1, 3 e 4] in quest'ordine.

Punteggio parziale

Codice 1: Due risposte corrette su tre OPPURE un numero corretto per ogni riga.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

La maggior parte delle nuove prove, entrate a far parte della rilevazione delle competenze scientifiche di PISA 2006, contiene un *item* che rileva l'interesse dello studente per l'apprendimento delle scienze o un *item* che rileva il sostegno che egli manifesta per la ricerca scientifica oppure entrambi e la domanda 3 della prova *Caccia all'assassino*, di seguito riportata come Esempio 5, ne è un esempio. Allo scopo di rilevare l'interesse degli studenti a saperne di più riguardo l'applicazione delle scienze alla soluzione dei crimini, questo *item* richiede loro di indicare il proprio livello di interesse rispetto a tre diversi compiti. In questo esempio si è scelto di adottare un formato di risposta unipolare ("Molto interessato", "Mediamente interessato", "Poco interessato" e "Per niente interessato") piuttosto che il tradizionale formato bipolare ("Molto d'accordo", "D'accordo", "In disaccordo" e "Molto in disaccordo") per limitare il condizionamento delle risposte dovuto alla desiderabilità sociale.

SCIENZE: ESEMPIO 5 – CACCIA ALL'ASSASSINO (QUESITO DI ATTEGGIAMENTO)

DOMANDA 1.3

Quanto sei interessato/a alle seguenti informazioni?

Barra una sola casella per ogni riga.

	Molto interessato/a	Abbastanza interessato/a	Poco interessato/a	Per niente interessato/a
a) Saperne di più su come si usa il DNA per risolvere i crimini.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Imparare di più su come funziona la costruzione dei profili genetici.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Comprendere meglio come sia possibile risolvere i crimini servendosi della scienza.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄



Nel test effettivamente somministrato, gli *item* di atteggiamento sono contraddistinti da un riquadro grigio per ricordare allo studente di contassegnare, per ciascuna affermazione, la casella che meglio corrisponde alla sua opinione riguardo all'affermazione stessa. Inoltre le "Istruzioni generali" all'inizio di ogni fascicolo contengono la seguente raccomandazione:

In alcune domande si chiede il vostro atteggiamento o la vostra opinione rispetto ad alcuni argomenti. Queste domande sono state inserite in un riquadro grigio, per ricordarvi che NON prevedono una risposta giusta o sbagliata e che NON concorrono al risultato della prova, ma è importante che voi rispondiate sinceramente.

Il fatto che lo studente debba possedere un certo grado di *literacy in lettura* per poter comprendere quesiti scritti attinenti alla *literacy scientifica*, e per rispondervi, solleva un problema rispetto al livello di *literacy in lettura* richiesto. Sia il testo-stimolo, tuttavia, sia i quesiti veicolano il significato appropriato usando il linguaggio più chiaro, più semplice e più conciso possibile. Il numero di concetti introdotti in ciascun paragrafo, infatti, è limitato e si evitano i quesiti che rilevano prevalentemente la *literacy in lettura* o la *literacy matematica*.

Struttura della rilevazione delle competenze scientifiche

È importante che nel *test* esista un equilibrio fra i quesiti che rilevano le varie componenti presentate nel quadro di riferimento per la *literacy scientifica*. La Figura 1.8 illustra l'equilibrio desiderato fra i quesiti riguardanti la conoscenza della scienza e quelli riguardanti la conoscenza sulla scienza. Tale equilibrio è espresso in termini di percentuale di punti assegnati a ciascuna categoria in rapporto al punteggio totale. La Figura 1.8 mostra anche la distribuzione desiderata dei punteggi suddivisa a seconda delle diverse categorie della conoscenza della scienza e della conoscenza sulla scienza.

Figura 1.8 ■ Distribuzione desiderata dei punteggi in relazione alle conoscenze

<i>Conoscenza della scienza</i>	Percentuale dei punti assegnati
Sistemi chimici e fisici	15-20
Sistemi viventi	20-25
Sistemi della Terra e dell'Universo	10-25
Sistemi tecnologici	5-10
<i>Totale parziale</i>	60-65
<i>Conoscenza sulla scienza</i>	
Indagine scientifica	15-20
Spiegazioni di carattere scientifico	15-20
<i>Totale parziale</i>	35-40
Totale	100



La distribuzione desiderata, per quel che riguarda le competenze scientifiche è illustrata nella Figura 1.9.

Figura 1.9 ■ Distribuzione desiderata dei punteggi in relazione alle competenze scientifiche

<i>Competenze scientifiche</i>	Percentuale dei punti assegnati
Individuare questioni di carattere scientifico	25-30
Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni	35-40
Usare prove basate su dati scientifici	35-40
Totale	100

I contesti dei quesiti spaziano fra situazioni di tipo personale, sociale e globale secondo un rapporto approssimato di 1:2:1. I campi di applicazione utilizzate nelle prove sono stati i più vari possibili tenendo conto dei diversi vincoli illustrati nei due paragrafi precedenti.

Circa il 60% delle prove contiene uno o due *item* di atteggiamento che rilevano *l'interesse* degli studenti *per lo studio delle scienze* o il loro *sostegno alla ricerca scientifica*. Rispondere a tali *item* richiede circa l'11% del tempo totale di risposta. Allo scopo di facilitare la comparabilità diacronica delle prestazioni, agli *item* di ancoraggio già utilizzati nelle due precedenti rilevazioni non sono stati associati *item* di atteggiamento.

Presentazione dei risultati nella literacy scientifica

Per rispondere agli obiettivi di PISA è essenziale sviluppare scale di rendimento degli studenti. Il processo per giungere a una scala deve avere carattere iterativo. La costruzione di una scala deve essere un processo iterativo, per cui le formulazioni iniziali, basate sui risultati delle prove sul campo e delle rilevazioni di Pisa 2000 e 2003 – così come su precedenti esperienze nella rilevazione del rendimento nelle scienze e sui risultati delle ricerche sull'apprendimento e sullo sviluppo cognitivo in ambito scientifico – sono suscettibili di essere riviste alla luce dei dati progressivamente raccolti nell'indagine in corso e in quelle future.

La costruzione delle scale è resa più semplice dal fatto che gli *item* utilizzati per la rilevazione si differenziano per diversi livelli di difficoltà. Fra i fattori che determinano la difficoltà dei quesiti per verificare il rendimento nelle scienze vi sono:

- la generale complessità del contesto;
- il livello di familiarità con la terminologia, i concetti e i processi scientifici coinvolti;
- la lunghezza della concatenazione logica indispensabile per rispondere alla domanda (ovvero, il numero di passaggi necessari per giungere a una risposta adeguata e il livello di dipendenza che lega ciascun passaggio al passaggio successivo);



- il grado di astrattezza delle idee o dei concetti scientifici indispensabili a formulare una risposta;
- il livello di ragionamento, di intuizione e di generalizzazione richiesto per formulare giudizi, conclusioni e spiegazioni.

In PISA 2000, quando le scienze erano un ambito secondario e il tempo della rilevazione limitato, il rendimento degli studenti nelle scienze era riportato su una scala di competenza con media pari a 500 e deviazione standard pari a 100. Sebbene allora non fossero stati identificati livelli di competenza, era già possibile descrivere quali processi (cioè quali competenze scientifiche) gli studenti fossero in grado di attivare in tre punti della scala (OECD, 2001):

- all'estremo superiore della scala della *literacy scientifica* (attorno ai 690 punti), gli studenti sono generalmente in grado di elaborare o utilizzare semplici modelli concettuali per fare previsioni o per fornire spiegazioni; di analizzare indagini scientifiche per comprenderne, ad esempio, il progetto sperimentale o per identificare l'ipotesi da verificare; di confrontare dati per valutare punti di vista alternativi o prospettive differenti; di comunicare argomentazioni e/o descrizioni di carattere scientifico in maniera dettagliata e precisa;
- intorno ai 550 punti, gli studenti sono solitamente in grado di servirsi di conoscenze scientifiche per fare previsioni o per fornire spiegazioni, di distinguere le domande alle quali è possibile rispondere attraverso l'indagine scientifica e/o di individuare nel dettaglio gli elementi che caratterizzano un'indagine scientifica e sono anche in grado di selezionare le informazioni pertinenti tra più informazioni – o più concatenazioni logiche – tra loro contrapposte per trarre o valutare conclusioni;
- all'estremo inferiore della scala (attorno ai 400 punti) gli studenti sono in grado di richiamare alla mente semplici conoscenze fattuali di carattere scientifico – ad esempio nomi, cifre, termini e semplici regole – e di servirsi di comuni conoscenze scientifiche per trarre o valutare conclusioni.

In PISA 2003, i risultati nella *literacy scientifica* sono stati presentati con modalità analoghe a quelle utilizzate nel 2000 (OECD, 2004). Nel 2006, tuttavia, con le scienze come ambito principale e con il conseguente aumento del tempo di rilevazione dedicato alle scienze, dovrebbe essere possibile costruire scale separate basate sulle competenze scientifiche oppure sulle due componenti delle conoscenze.

In PISA 2000 e 2003 i livelli di prestazione in scienze sono stati presentati su una scala in termini di competenze scientifiche come illustrato nella Figura 1.3. Esaminando le descrizioni possiamo ricavare l'articolazione per ciascuna delle scale di competenza di PISA 2006. Ad esempio, la Figura 1.10 illustra l'articolazione della scala ricavata dalla competenza *Usare prove fondate su dati scientifici*.



Figura 1.10 ■ Esempio di scala basata sulle competenze

Alto	È in grado di confrontare dati per valutare punti di vista alternativi o prospettive differenti; è in grado di comunicare argomentazioni e/o descrizioni di carattere scientifico in maniera dettagliata e precisa.
	È capace di selezionare le informazioni pertinenti tra più informazioni, o più concatenazioni logiche, tra loro contrapposte per trarre o valutare conclusioni.
Basso	È capace di servirsi di comuni conoscenze scientifiche per trarre o valutare conclusioni.

In alternativa, dovrebbe essere possibile presentare i risultati su due scale separate, una per ciascuna delle componenti della conoscenza, conoscenza della scienza e conoscenza sulla scienza. Le competenze diventerebbero dunque centrali nel descrivere i livelli di *prestazione* per le due scale basate sulle conoscenze. Le decisioni riguardo alle scale che saranno effettivamente utilizzate nella presentazione dei risultati e sul numero dei livelli di *competenza* da individuare saranno prese solo a seguito dell'analisi dei dati del 2006.

Grazie ai dati ottenuti attraverso gli *item* di atteggiamento contestualizzati e il Questionario studente, dovrebbe essere possibile preparare scale attendibili anche per *l'interesse per la scienza* e per *il sostegno alla ricerca scientifica*. Una scala per *la responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente* verrà costruita a partire dai dati raccolti con il Questionario studente.

I punteggi riguardanti gli *item* di atteggiamento non verranno inclusi nel punteggio complessivo della *literacy scientifica*, ma andranno piuttosto a delineare una delle componenti del profilo della *literacy scientifica* dello studente.

CONCLUSIONI

Nel 2006, per la prima volta, le scienze hanno costituito l'ambito di rilevazione principale. La definizione di *literacy scientifica* è stata dunque rielaborata e ampliata rispetto a quella utilizzata nel 2000 e nel 2003. L'innovazione principale è stata quella di includere gli atteggiamenti che le questioni di carattere scientifico suscitano negli studenti non soltanto nel questionario di contesto, ma in ulteriori domande sugli atteggiamenti nei confronti di temi di carattere scientifico affiancate agli *item* cognitivi riguardanti gli stessi argomenti. Inoltre, è stata posta una maggiore enfasi sulla comprensione, da parte degli studenti, della natura e dei metodi propri della scienza in quanto tale (ovvero delle loro conoscenze sulla scienza) e del ruolo della tecnologia fondata sulla scienza.

La definizione di *literacy scientifica* adottata da PISA 2006 trae origine da considerazioni relative a che cosa è importante che uno studente quindicenne sappia, a che cosa deve dare valore e che cosa deve essere in grado di fare per essere preparato alla vita nella società contemporanea. Cruciali – per la definizione nonché per la rilevazione della *literacy scientifica* – sono le competenze caratteristiche della scienza e dell'indagine scientifica. La capacità degli studenti di attivare tali compe-



tenze dipende dalle loro conoscenze scientifiche, sia dalle conoscenze sul mondo naturale sia dalle conoscenze sulla scienza in quanto tale, e dai loro atteggiamenti nei confronti delle questioni scientifiche.

Il presente quadro di riferimento descrive e illustra le competenze scientifiche rilevate in PISA 2006 (vedi Figura 1.11) e i contesti utilizzati nei quesiti. Tali quesiti sono raggruppati in prove ciascuna delle quali si apre con uno stimolo che propone il contesto al quale i quesiti si riferiscono. Gli *item* utilizzati sono di vario tipo e alcuni di essi ricevono anche un punteggio parziale. Quesiti di atteggiamento sono stati integrati in più della metà delle prove cognitive per un totale di circa l'11% del tempo totale di rilevazione.

Figura 1.11 ■ Componenti principali della rilevazione della *literacy scientifica* di PISA 2006

Competenze	Conoscenze	Atteggiamenti
Individuare questioni di carattere scientifico. Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni. Usare prove fondate su dati scientifici	Conoscenza della scienza sistemi chimici e fisici sistemi viventi sistemi della Terra e dell'Universo sistemi tecnologici Conoscenza sulla scienza indagine scientifica spiegazioni di carattere scientifico	Interesse per la scienza ¹ Sostegno alla ricerca scientifica Responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente ²

1. Gli item contestualizzati rilevano "l'interesse per lo studio delle scienze".

2. Non viene rilevata attraverso gli item contestualizzati.

Il rapporto fra i quesiti che rilevano la conoscenza della scienza e quelli che rilevano la conoscenza sulla scienza è di circa 3:2, mentre ciascuna delle tre competenze scientifiche viene rilevata da almeno il 25% dei quesiti. Ciò dovrebbe consentire di costruire scale separate – con la descrizione dei livelli di competenza – per ciascuna delle competenze e per i due tipi di conoscenza. Dovrebbero essere costruite scale anche per gli atteggiamenti rilevati attraverso gli item contestualizzati.

Ulteriori esempi che illustrano il quadro di riferimento per la rilevazione delle competenze scientifiche di PISA 2006 si trovano nell'Appendice A.