

**MINISTERO DELLA PUBBLICA ISTRUZIONE
DIREZIONE GENERALE PER GLI AFFARI INTERNAZIONALI
DELL'ISTRUZIONE SCOLASTICA**

INDIRE – Unità Italiana di Eurydice

L'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa

Politiche e Ricerca

I QUADERNI DI EURYDICE

N. 26



Pubblicazione originale in inglese e francese: *Science Teaching at School in Europe - Policies and Research; L'enseignement des sciences dans les établissements scolaires en Europe - État des lieux des politiques et de la recherche*, Unità europea di Eurydice, Bruxelles, 2006. Disponibile anche in versione elettronica (www.eurydice.org).

© Eurydice, 2006.

Il contenuto di questa pubblicazione può essere riprodotto parzialmente, escluso per fini commerciali, con citazione della fonte all'inizio dell'estratto del documento «Eurydice, la rete di informazione sull'istruzione in Europa», seguito dalla data di pubblicazione del documento.

Le richieste di riproduzione dell'intero documento devono essere indirizzate all'Unità europea di Eurydice.

Unità europea Eurydice
Avenue Louise 240
B-1050 Brussels
Tel. +32 2 600 53 53
Fax +32 2 600 53 63
E-mail: info@eurydice.org
Internet: www.eurydice.org

Traduzione in italiano a cura di Silvia Vecci.

La traduzione italiana delle pubblicazioni originali summenzionate è pubblicata nella collana "I Quaderni di Eurydice", in accordo con l'Unità europea di Eurydice.

Il presente testo è stato curato da Simona Baggiani, Unità italiana di Eurydice.

INDIRE
Via Buonarroti, 10 - 50122 – Firenze
Tel. 0039/055/2380325-384
tel/fax 0039/055/2380515
e-mail: eurydice.italia@indire.it
Sito web: <http://www.indire.it/eurydice>

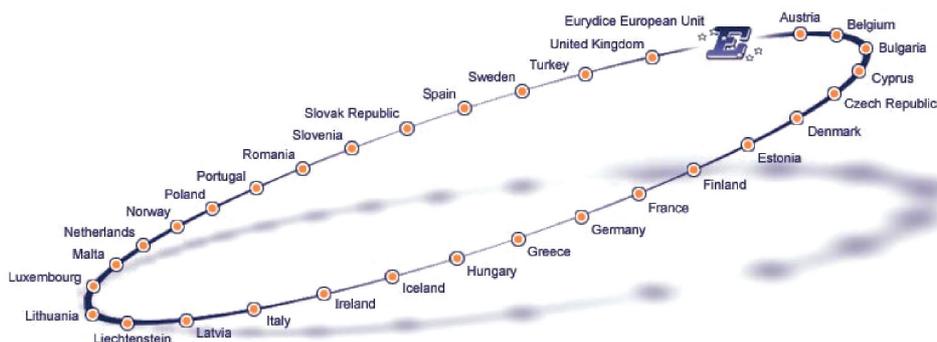


Presentazione di Eurydice

Il principale compito di Eurydice, rete di informazione sull'istruzione in Europa, è quello di offrire a tutti gli attori del mondo dell'educazione e ai loro decisori politici, informazioni e analisi adeguate alle loro esigenze. Eurydice, è uno degli strumenti istituzionali strategici creato dalla Commissione europea e dagli Stati membri, nel 1980, per incrementare la cooperazione nel settore educativo, migliorando la conoscenza dei sistemi e delle politiche. Dal 1995, Eurydice è anche parte integrante di Socrates, il programma di azione comunitaria in materia di educazione; e dal 2007, è parte del nuovo Programma di azione comunitaria per l'apprendimento permanente.

1) La rete Eurydice

La rete Eurydice è costituita da una Unità europea, con sede a Bruxelles, e da Unità nazionali operanti nei 27 paesi dell'Unione europea e nei tre paesi dell'AELS/SEE,¹ in genere situate presso i ministeri dell'istruzione o presso organi strettamente collegati a questi. Inoltre, l'Unità europea di Eurydice è di supporto alla Commissione per il lavoro intrapreso in ambito educativo assieme ad altre organizzazioni internazionali, in particolare il Consiglio d'Europa, l'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE) e l'Organizzazione delle nazioni unite per l'educazione, la scienza e la cultura (Unesco).



¹ Norvegia, Liechtenstein, Islanda.

I lavori della rete si fondano sulla raccolta di dati a livello di ciascun ministero. La procedura per la preparazione degli studi si basa sull'armonizzazione delle definizioni e sulla predisposizione di questionari per la raccolta di dati. Le analisi comparative svolte dalla Unità europea sono verificate e validate dalle Unità nazionali in modo da assicurare che le informazioni in esse contenute siano corrette ed accurate.

2) Pubblicazioni

Al fine di venire incontro alla varietà di esigenze dei suoi utenti, Eurydice elabora e pubblica essenzialmente:

- Monografie comparabili e regolarmente aggiornate sull'organizzazione dei sistemi educativi;
- studi comparativi su specifiche tematiche di interesse comunitario;
- indicatori sui diversi livelli di istruzione.

Eurydice mette inoltre a disposizione dei suoi utenti *Eurybase*, una banca dati unica e dettagliata su tutti i sistemi educativi coperti dalla rete. In cooperazione con Eurostat (Ufficio statistico delle Comunità europee), Eurydice elabora *Le cifre chiave dell'istruzione in Europa*, una pubblicazione della Commissione europea contenente una serie di indicatori generali aggiornati ogni due anni.

Eurydice lavora anche a stretto contatto con il Cedefop (Centro europeo per lo sviluppo della formazione professionale) e con l'ETF (Fondazione europea per la formazione), in particolare per la preparazione delle *Structures of education, initial training and adult education systems in Europe* (Strutture dei sistemi di istruzione, formazione iniziale ed educazione degli adulti in Europa).

Recentemente Eurydice ha pubblicato:

- *L'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa – Politiche e Ricerca*, 2006
- *L'assicurazione di qualità nella formazione degli insegnanti in Europa*, 2006
- *Apprendimento integrato di lingua e contenuto (Content and Language Integrated Learning - CLIL) nella scuola in Europa*, 2006
- *Le Cifre chiave dell'istruzione 2005*, 2005

3) Contatti

Capo dell'Unità europea: **Patricia Wastiau-Schlüter**

Vice Capo: **Arlette Delhaxhe**

*Coordinatore
per le strategie
di promozione:* **Pascale Balcon** (pascale.balcon@eurydice.org)

Sito web di Eurydice: <http://www.eurydice.org>

Premessa

Lo sviluppo scientifico e tecnologico è determinante per una società della conoscenza che sia al contempo coesa e competitiva.

Sotto questo aspetto, l'Europa fornisce al mondo intero un elevato numero di qualificati laureati in materie scientifiche e tecnologiche... ma non basta. La scienza è in continuo movimento e come afferma il Commissario Figel, occorre fare di più per creare condizioni che incoraggino un maggior numero di giovani a intraprendere la carriera scientifica.

Se l'Europa ha bisogno di accrescere la sua capacità e le sue conoscenze nei settori scientifici e tecnologici, il numero di giovani europei che scelgono studi a carattere scientifico non è invece adeguato a queste nuove esigenze.

Perché? Se in genere i giovani guardano alla scienza e alla tecnologia con interesse, se c'è motivazione nel loro approccio alla scienza in genere, che cosa poi li allontana dagli studi scientifici? Le ragioni sembrano essere diverse ma ruotano essenzialmente attorno al modo in cui le scienze sono insegnate e ai fattori di resistenza che chi apprende incontra per discipline per le quali non sono percepiti significati e utilità.

Eppure, la scienza, oltre a sviluppare senso critico e capacità di giudizio e analisi, è elemento costante del nostro vivere quotidiano: viviamo immersi in una realtà nella quale i prodotti della scienza ci accompagnano senza che se ne abbia piena consapevolezza.

Il rischio è quello di concepire la scienza come attività astratta, lontana dai bisogni e dagli interessi che propongono la vita di ogni giorno; quasi occorre riflettere per ricordare quanto sia invece importante la ricerca scientifica per la creazione degli oggetti ad alta tecnologia, o per riconoscere la dimensione sociale degli studi scientifici, per ricordare come la nostra società tragga vantaggio dai progressi nel campo della medicina, della qualità ambientale, degli alimenti, delle comunicazioni.

Non è un caso che nel programma di lavoro, approvato dai Ministri dell'Istruzione nell'ambito del Consiglio di Lisbona, siano stati inclusi specifici obiettivi volti ad attrarre più studenti verso gli studi scientifici e tecnologici e a garantire l'accesso alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione a tutti.

Al riguardo l'Unione Europea individua quattro tematiche chiave: stimolare un interesse precoce nei confronti della matematica, della scienza e della tecnologia; motivare maggiormente alla scelta verso studi e carriere in queste aree; ridurre la differenza di genere nella scelta di tali studi; garantire un numero sufficiente di insegnanti qualificati.

In merito, l'Unione ha definito anche degli indicatori tra i quali l'aumento del numero di laureati in matematica, scienze e tecnologie almeno del 15% entro il 2010.

L'obiettivo 1.4 dell'Unione Europea ci ricorda come lo sviluppo scientifico e tecnologico sia un fattore fondamentale per lo sviluppo della nostra società. Conoscenze sia generali che specializzate in campo scientifico e tecnologico sono sempre più necessarie nella vita professionale di tutti i giorni e nel processo di sviluppo e di governo.

Se l'Europa vuole mantenere la sua posizione a livello mondiale e realizzare gli obiettivi di Lisbona “deve fare di più per incoraggiare i bambini ed i giovani a manifestare maggiore interesse per la scienza e la matematica e garantire che coloro che hanno già intrapreso una carriera nel settore scientifico e della ricerca trovino prospettive, motivazioni e retribuzioni sufficientemente soddisfacenti per non cambiare settore”.

Questa pubblicazione di Eurydice, nel ribadire ancora una volta la centralità che assume l'istruzione per il futuro dell'Europa, offre un'analisi comparativa riguardante l'insegnamento delle scienze nelle scuole europee, individuando alcuni fattori: la formazione degli insegnanti, il contenuto dei programmi, la valutazione degli alunni.

Uno sguardo “europeo” potrà contribuire a scelte coerenti per lo sviluppo e il miglioramento qualitativo della cultura scientifica e tecnica.

Antonio Giunta La Spada
Direttore Generale per gli Affari
Internazionali dell'Istruzione Scolastica

Prefazione



La scienza fornisce agli studenti gli strumenti per comprendere meglio il mondo che li circonda. Incoraggia la curiosità e lo spirito critico. Sottolinea la relazione tra l'uomo e la natura e ci ricorda che le risorse naturali non sono illimitate.

La scienza fa anche parte integrante del mondo attuale: siamo circondati dai suoi prodotti, dai lettori MP3 agli strumenti medici, ai computer nascosti nelle nostre macchine. Dipendiamo sempre più dalla scienza. Ascoltiamo gli "esperti" che ci consigliano su argomenti di interesse generale come il cambiamento climatico o gli OGM negli alimenti. Traggono la loro esperienza

dalla scienza. Se dobbiamo apprezzare quello che ci dicono e comprendere il loro ragionamento, abbiamo bisogno di una "cultura scientifica": dobbiamo essere in grado di valutare quello che ci viene detto.

Inoltre l'Europa ha bisogno di giovani scienziati capaci di innovazione in una società competitiva fondata sulla conoscenza. Aumentare le iscrizioni negli indirizzi scientifici e tecnici è uno degli obiettivi che i ministri dell'educazione si sono prefissati nel 2001 nell'ambito del loro contributo al processo di Lisbona.

L'acquisizione, da parte dei giovani europei, di competenze e conoscenze nelle materie scientifiche costituisce una sfida cruciale per l'Europa.

Questo studio di Eurydice sull'insegnamento delle scienze nelle scuole si integra pienamente nel dibattito sullo sviluppo di questo insegnamento in Europa. Propone un'analisi comparativa delle direttive ufficiali in vigore relative all'insegnamento delle scienze nei 30 paesi europei presi in esame e si focalizza in particolare sui programmi di formazione degli insegnanti, sui programmi scolastici e sulle valutazioni standardizzate degli alunni. Queste informazioni sono inoltre confrontate a una sintesi dei principali risultati della ricerca nella didattica delle scienze.

Frutto di una stretta collaborazione tra l'Unità europea di Eurydice e le unità nazionali, questo studio sottolinea che la formazione degli insegnanti merita un'attenzione particolare da parte dei responsabili politici. Una maggiore attenzione ai diversi approcci delle ragazze e dei ragazzi nei confronti delle materie scientifiche, in particolare in termini di interesse, potrebbe migliorare l'equilibrio della loro rispettiva partecipazione negli indirizzi matematico, scientifico e tecnologico.

Sono convinto che i responsabili in materia di istruzione siano più che mai consapevoli delle problematiche legate all'insegnamento delle materie scientifiche. Spero che trovino in questo rapporto un supporto ai loro sforzi in favore di un insegnamento delle scienze di qualità per tutti i cittadini europei.

Handwritten signature of Ján Figel in blue ink.

Ján Figel
Commissario responsabile dell'istruzione,
della formazione, della cultura e del multilinguismo

Indice

Presentazione di Eurydice	pag.	3
Premessa	pag.	7
Prefazione	pag.	9
Introduzione	pag.	13
Oggetto e campo dello studio	pag.	13
Metodologia	pag.	14
Struttura del rapporto	pag.	14
Capitolo 1 – Programmi di formazione degli insegnanti di scienze	pag.	17
Introduzione	pag.	17
1.1. Conoscenze e competenze pedagogico-didattiche generali	pag.	19
1.2. Conoscenze e competenze pedagogico-didattiche applicate alle scienze	pag.	24
1.3. Conoscenze e competenze scientifiche	pag.	27
1.4. Criteri specifici di accreditamento	pag.	31
Capitolo 2 – Formatori degli insegnanti di scienze	pag.	35
Introduzione	pag.	35
2.1. Formatori responsabili negli istituti di formazione iniziale	pag.	35
2.2. Formatori responsabili negli istituti scolastici	pag.	41
Capitolo 3 – Programmi scolastici di scienze	pag.	45
3.1. Dimensioni contestuali dell'insegnamento delle scienze	pag.	46
3.2. Programmi scolastici di scienze: attività e obiettivi di apprendimento	pag.	49
3.3. Dibattiti e riforme	pag.	54
Capitolo 4 – Valutazione standardizzata degli alunni	pag.	59
4.1. Esami e test standardizzati di scienze	pag.	60
4.2. Tipi di competenze e conoscenze valutate	pag.	61
4.3. Attività relative a progetti scientifici	pag.	66
4.4. Dibattiti in corso sulla valutazione	pag.	68
Ricerche nella didattica e nella formazione degli insegnanti di scienze	pag.	73
Introduzione	pag.	73
A. Ricerche sull'apprendimento delle discipline scientifiche	pag.	75
B. Ricerche sulle pratiche e la formazione degli insegnanti di scienze	pag.	86
Conclusione	pag.	92
Bibliografia	pag.	95
Sintesi e conclusioni	pag.	103
Glossario	pag.	109
Indice delle figure	pag.	117
Ringraziamenti	pag.	119

Introduzione

Oggetto e campo dello studio

La maniera in cui le scienze sono insegnate dipende da molti fattori. La formazione ricevuta dagli insegnanti, il contenuto dei programmi scolastici e quello dei test o degli esami standardizzati ne costituiscono i principali elementi. Influenzano, direttamente o meno, i contenuti, gli approcci e le attività scientifiche organizzate nelle classi.

L'obiettivo di questo studio è duplice: proporre un'analisi comparativa delle direttive e delle raccomandazioni ufficiali relative all'insegnamento delle scienze e presentare una sintesi dei principali risultati della ricerca nella didattica delle scienze. La prima parte permette di fare un quadro della situazione delle politiche educative adottate attualmente in questo ambito in Europa. La rassegna della letteratura scientifica ha lo scopo di presentare uno stato dell'arte delle conoscenze disponibili oggi sugli approcci riconosciuti come più efficaci per l'apprendimento delle scienze. Attraverso questa complementarietà di prospettive, speriamo che le informazioni contenute in questo studio apportino un chiarimento utile ai decisori politici che devono sviluppare politiche per migliorare la qualità dell'insegnamento delle scienze.

L'anno di riferimento per i dati dell'analisi comparativa è il 2004/2005; sono comunque menzionate le riforme in corso nell'anno scolastico 2005/2006. Questo studio interessa 30 paesi membri della rete Eurydice².

I livelli di istruzione presi in esame sono il primario (CITE 1)³ e il secondario inferiore (CITE 2) e solo le scuole pubbliche sono trattate in questo studio. Belgio, Irlanda e Paesi Bassi rappresentano un'eccezione. In questi tre paesi, le scuole private sovvenzionate sono, infatti, prese in considerazione poiché frequentate dalla maggior parte degli alunni.

Per limitare l'ampiezza della raccolta di informazioni e garantirne la fattibilità, questa raccolta si è incentrata sulle scienze insegnate come materia unica e integrata o sulla biologia e la fisica quando sono oggetto di un insegnamento distinto e separato nei programmi scolastici. Questa ultima situazione si incontra soprattutto a livello secondario inferiore mentre la modalità di organizzazione integrata è presente quasi ovunque a livello primario. Dato che la fisica e la biologia sono materie scientifiche ben distinte, questa scelta permette di raccogliere le informazioni più ampie possibili in materia di

² La Turchia, membro della rete Eurydice, non ha partecipato a questo studio.

³ Classificazione Internazionale Tipo dell'educazione (cfr p. 111.).

obiettivi e di approcci metodologici. Ciò non implica che venga data maggior importanza a queste due materie scientifiche rispetto ad altre, come ad esempio la chimica.

Metodologia

Le informazioni presentate nell'analisi comparativa sono state raccolte tramite un questionario posto alle unità nazionali della rete Eurydice, accompagnato da una lista di termini e di definizioni specifiche. Questi strumenti di raccolta sono disponibili sul sito di Eurydice (www.eurydice.org).

Oltre ai contributi delle unità nazionali della rete, l'unità europea si è avvalsa della collaborazione di due esperti in didattica delle scienze: essi hanno partecipato alla stesura del questionario di raccolta dei dati, hanno redatto alcune parti del rapporto, tra cui la sintesi dei risultati della ricerca, ed effettuato una lettura critica dell'insieme.

Per garantire la qualità e l'affidabilità delle informazioni presentate, l'analisi comparativa è stata inoltre oggetto di una verifica approfondita da parte delle unità nazionali della rete.

Tutti coloro che hanno contribuito a questo rapporto vengono ringraziati alla fine del presente volume.

Struttura del rapporto

La prima parte di questo rapporto comprende un'analisi comparativa delle direttive e delle raccomandazioni ufficiali relative all'insegnamento delle scienze.

Il **primo capitolo** prende in esame il contenuto degli standard di qualifica, delle linee guida relative ai programmi di formazione iniziale degli insegnanti e dei criteri di accreditamento delle scuole e dei programmi di istruzione superiore. L'obiettivo è quello di individuare i tipi di competenze e di conoscenze che i futuri insegnanti di scienze devono sviluppare durante la loro formazione iniziale, indipendentemente dal fatto che siano didattico - pedagogiche o che riguardino direttamente la materia scientifica da insegnare.

Il **secondo capitolo** tratta delle qualifiche e dell'esperienza professionale richieste ai formatori che seguono i futuri insegnanti qualificati per insegnare le scienze durante la loro formazione professionale iniziale. Prende in esame sia i formatori nell'ambito degli istituti di formazione iniziale sia gli insegnanti che, presso le scuole, seguono i futuri insegnanti durante il periodo di tirocinio pratico.

Il **terzo capitolo** presenta gli approcci raccomandati nei programmi scolastici di scienze e nello specifico gli obiettivi da raggiungere e le attività da svolgere nelle classi. L'analisi si incentra in particolare sui seguenti aspetti: la presenza di riferimenti alle di-

menzioni contestuali dell'insegnamento delle scienze come la storia delle scienze e i problemi contemporanei della società; la sperimentazione; le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) e la comunicazione. Viene anche presentato un quadro d'insieme dei dibattiti e delle riforme in corso relativi ai programmi scolastici.

Il **quarto capitolo** si incentra sui test e gli esami standardizzati di scienze. Dopo aver identificato i paesi in cui tali test esistono, prende in esame i tipi di conoscenze e di competenze valutate. Questo capitolo tratta anche della valutazione standardizzata di un tipo particolare di lavori: i progetti scientifici. Come nel capitolo 3, si offre un quadro generale delle riforme e dei dibattiti che riguardano la valutazione dei risultati dell'insegnamento delle scienze.

La sintesi dei principali risultati delle ricerche nella didattica delle scienze costituisce la seconda parte. In questa sezione, vengono affrontate una serie di problematiche di grande importanza per la formazione degli insegnanti e più in generale per la pratica dell'insegnamento. Sono raccolti gli elementi più significativi delle recenti ricerche svolte per rispondere a domande come: Quali apprendimenti favorire? Come motivare gli alunni? Quali sono gli apporti specifici delle TIC? Quale concezione delle scienze e del loro insegnamento hanno gli insegnanti? Quali esperienze professionali devono mettere in campo per insegnare le scienze? Come si appropriano di approcci e procedure innovative?

Un glossario è disponibile alla fine del volume.

Capitolo 1

Programmi di formazione degli insegnanti di scienze

Introduzione

Questo primo capitolo è dedicato alla formazione dei futuri insegnanti di scienze, generalisti o specialisti. La questione alla base delle informazioni qui presentate riguarda le direttive definite a livello nazionale relativamente alle conoscenze degli insegnanti e alla loro capacità di insegnare le scienze. Un buon insegnante di scienze deve conoscere ed essere capace di mettere in pratica tutti gli elementi legati all'insegnamento di questa disciplina: deve avere una solida conoscenza dei concetti e delle teorie scientifiche, e aver seguito una formazione nelle attività sperimentali, in laboratorio o altrove. Inoltre, deve anche avere una certa padronanza della psicologia, della pedagogia e della didattica, oltre alla conoscenza dei metodi di insegnamento e una competenza pedagogica-didattica.

Gli insegnanti del livello primario (CITE 1) possono insegnare tutte le materie del programma scolastico o la maggior parte di esse. Non hanno necessariamente una conoscenza scientifica specializzata. La formazione degli insegnanti generalisti dovrebbe quindi avere una base più ampia in termini di conoscenza delle materie rispetto alla formazione degli insegnanti del livello secondario (CITE 2) in cui la maggior parte degli insegnanti sono specializzati in scienze. La figura 3.1. mostra la maniera in cui le scienze sono insegnate a questi due livelli educativi in Europa. Una seconda differenza evidente tra i livelli CITE 1 e 2 è che, a livello primario, le scienze sono insegnate come materia integrata e, a livello secondario inferiore, come materie separate. È quindi probabile che la formazione degli insegnanti del livello primario rifletta un approccio meno specialistico all'insegnamento delle scienze.

Questi due aspetti dell'insegnamento delle scienze – conoscenze scientifiche da una parte, conoscenze e competenze didattiche e pedagogiche dall'altra – costituiscono il filo conduttore di questo capitolo. La prima sezione prende in esame quali sono gli elementi che contribuiscono a preparare i futuri insegnanti di scienze al mestiere di insegnante. Si tratta di una problematica molto ampia, dato che le caratteristiche di un buon insegnamento sono comuni alle diverse materie scolastiche. Sempre più importanza viene data alla dimensione didattica dell'insegnamento delle scienze in modo da aumentare l'attrattiva e l'efficacia dell'insegnamento scientifico nelle scuole. In Germania, ad esempio, una parte delle riforme educative attualmente in corso riguarda una ridefinizione degli obiettivi della formazione degli insegnanti di scienze, per riconosce-

re più importanza alla psicologia dell'educazione e alle conoscenze e competenze didattiche. In precedenza, la formazione degli insegnanti era incentrata sulla conoscenza della materia propriamente detta.

La seconda sezione di questo capitolo prende in esame le competenze didattiche specifiche del contesto dell'insegnamento delle scienze. La terza sezione affronta la formazione degli insegnanti in termini di conoscenze e competenze scientifiche, e dà informazioni supplementari sulle competenze degli insegnanti in materia di sperimentazione e ricerca scientifica. Si focalizza quindi di più sulle competenze scientifiche degli insegnanti in formazione che non sulle loro competenze in materia di insegnamento e apprendimento.

Infine, l'ultima sezione considera se esistono criteri di accreditamento specifici per i programmi di formazione iniziale degli insegnanti qualificati per insegnare le scienze. Essa precisa in particolare gli aspetti della formazione iniziale che sono oggetto di tali criteri.

È importante ricordare che, in questo studio, vengono presentate solo le informazioni disponibili nei documenti ufficiali a livello centrale o superiore in ambito educativo. Esse non forniscono dettagli su ciò che è effettivamente insegnato negli istituti di formazione degli insegnanti, ma riflettono il contenuto delle direttive (o, in alcuni casi, delle raccomandazioni) relative al contenuto dei programmi di formazione degli insegnanti, o ad altre forme di qualifica definite a livello centrale. Queste informazioni permettono di fare un quadro relativamente completo della formazione degli insegnanti in funzione del modo in cui ogni sistema educativo è amministrato. Attualmente solo quattro paesi (Repubblica ceca, Grecia, Irlanda e Paesi Bassi) non dispongono di dati di questo tipo emanati dalle autorità centrali o superiori in materia di istruzione (figure 1.1 – 1.5). Tuttavia, ciò non significa che il contenuto dei programmi di formazione degli insegnanti non sia influenzato da altre indicazioni stabilite a livello centrale, come gli obiettivi di acquisizione di conoscenze da parte degli alunni, o i criteri di accreditamento specifici e, più in generale, il contenuto dei programmi di studi degli alunni nell'ambito scientifico (capitolo 3).

Queste linee guida in materia di programmi o di standard di qualifica definite a livello superiore possono riguardare la formazione di tutti gli insegnanti oppure essere concepite nello specifico per gli insegnanti di scienze.

È necessario sottolineare che questo tipo di linee guida/standard di qualifica concernenti i programmi e definite dalle autorità educative di livello superiore, e nello specifico la definizione di norme relative agli insegnanti, sono state oggetto di discussioni e di azioni svolte dalle autorità educative in diversi paesi. La legge sulle professioni dell'insegnamento, adottata dal Parlamento olandese nel 2004, prevede degli standard di competenza. Il contenuto di questi standard è stato elaborato da organizzazioni professionali (ad esempio l'Associazione per le norme professionali nell'insegnamento). Questa legge è entrata in vigore nel 2006. Nella Repubblica ceca, le proposte di norme professionali minime nella formazione degli insegnanti sono in fase di discussione. Altri paesi discutono della realizzazione o della revisione dei profili di insegnante definiti a livello centrale. Per esempio, in Estonia, il Piano nazionale di sviluppo della formazio-

ne degli insegnanti è stato realizzato nel 2003, e in Francia, la legge del 2005 sull'*Avenir de l'École* prevede che la formazione degli insegnanti soddisfi criteri specifici definiti dai ministri dell'educazione nazionale e dell'istruzione superiore. Nel Regno Unito (Galles), il governo dell'Assemblea gallese sta esaminando le risposte alla consultazione svolta nel 2005 sulle norme riviste relative allo status di insegnante qualificato (*QTS*) che devono essere soddisfatte dai futuri insegnanti, e sui requisiti rivisti relativi al rendimento dei corsi di formazione iniziale per gli insegnanti. La proposta si avvicina molto ai cambiamenti introdotti in Inghilterra nel 2002 e offrirà una maggiore libertà agli enti organizzatori nella definizione e nell'offerta dei servizi di formazione, pur nei limiti stabiliti. I nuovi requisiti rivisti sono stati pubblicati nel 2006.

1.1. Conoscenze e competenze pedagogico-didattiche generali

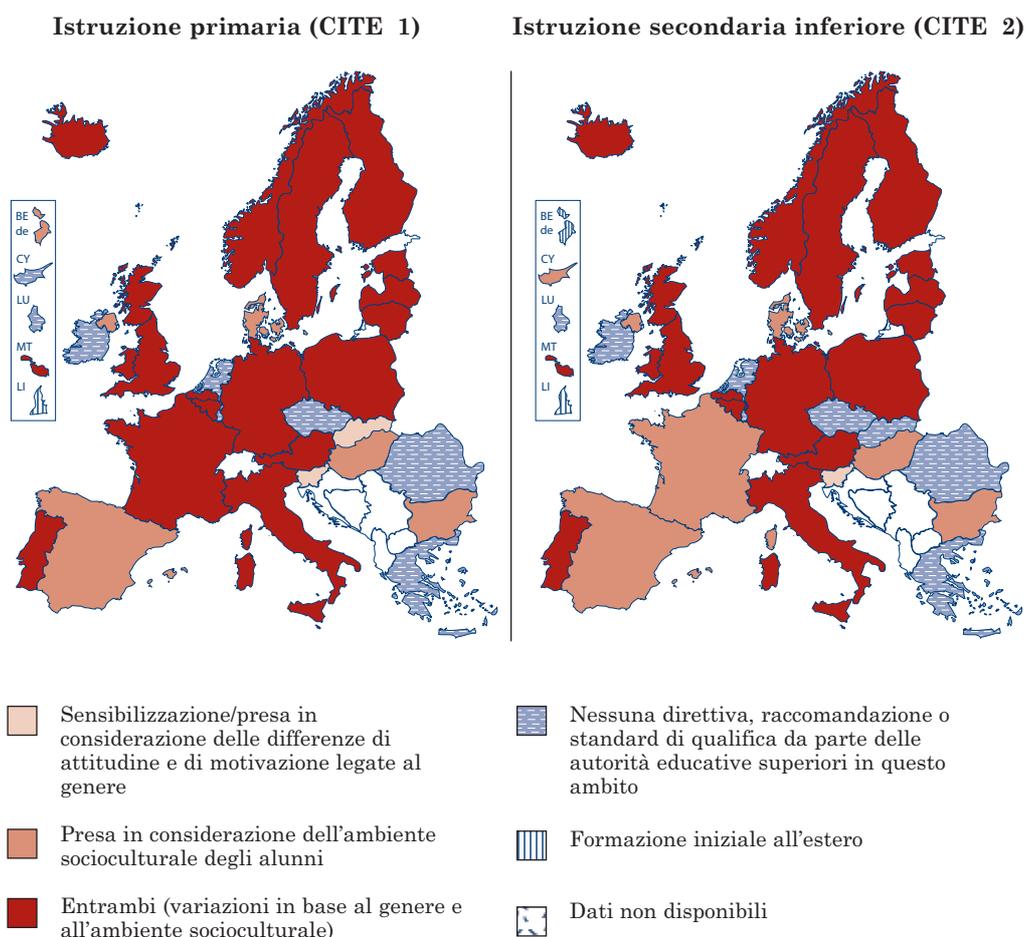
Indipendentemente dalla materia che verrà insegnata, la formazione degli insegnanti sviluppa attitudini di alto livello in una vasta gamma di conoscenze e di competenze didattiche generali, comprese le teorie sullo sviluppo del bambino, la creazione e la gestione delle situazioni di apprendimento, il lavoro con gruppi eterogenei di alunni e gli approcci collaborativi dell'insegnamento. Queste categorie sono state suddivise in competenze specifiche e sono presentate nelle figure 1.2a e 1.2b.

Le linee guida sui programmi e gli standard di qualifica emesse dalle autorità educative di livello superiore prevedono questi tipi di competenze e conoscenze per i futuri insegnanti di scienze, sia a livello primario (CITE 1) che a livello secondario inferiore generale (CITE 2). In particolare, sono interessati i due livelli di istruzione in Belgio (Comunità francese e fiamminga), in Germania, nei tre Stati baltici, a Malta, in Portogallo, in Finlandia, nel Regno Unito (Scozia), in Islanda e in Norvegia.

In generale, viene fatto maggiore riferimento alle conoscenze e alle competenze didattiche e pedagogiche generali nelle linee guida sui programmi e gli standard di qualifica a livello CITE 1 che a livello CITE 2, in particolare per quanto riguarda le teorie dello sviluppo del bambino.

A livello CITE 2, dove le scienze in generale sono insegnate come discipline separate, non si constata quasi nessuna differenza tra la fisica e la biologia per quanto riguarda le conoscenze e le competenze didattiche generali. Le sole eccezioni sono rilevate nella Comunità fiamminga del Belgio, dove le linee guida in materia di programmi e di standard di qualifica emesse dalle autorità educative di livello superiore riguardano solo la biologia, e a Cipro, dove la maggior parte degli aspetti sono coperti solo dalle linee guida relative alla fisica.

Figura 1.1. Direttive nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 1 e 2) che tengono in considerazione le differenze legate al genere e all'ambiente socioculturale. Anno scolastico 2004/2005.



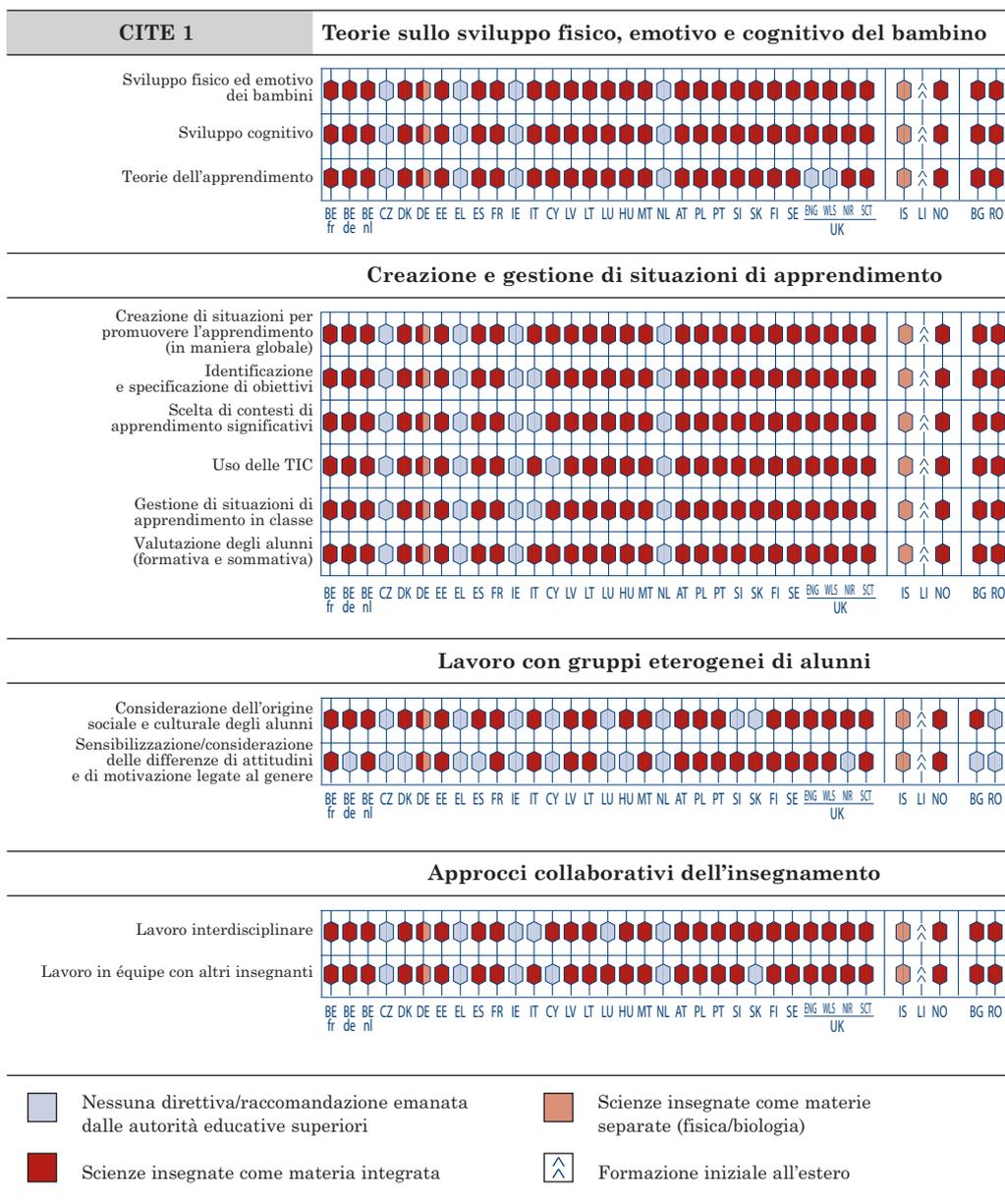
Fonte: Eurydice.

Note supplementari

Cipro: le direttive emesse dalle autorità educative di livello superiore a livello CITE 2 riguardano solo gli insegnanti di fisica (ma non gli insegnanti di biologia).

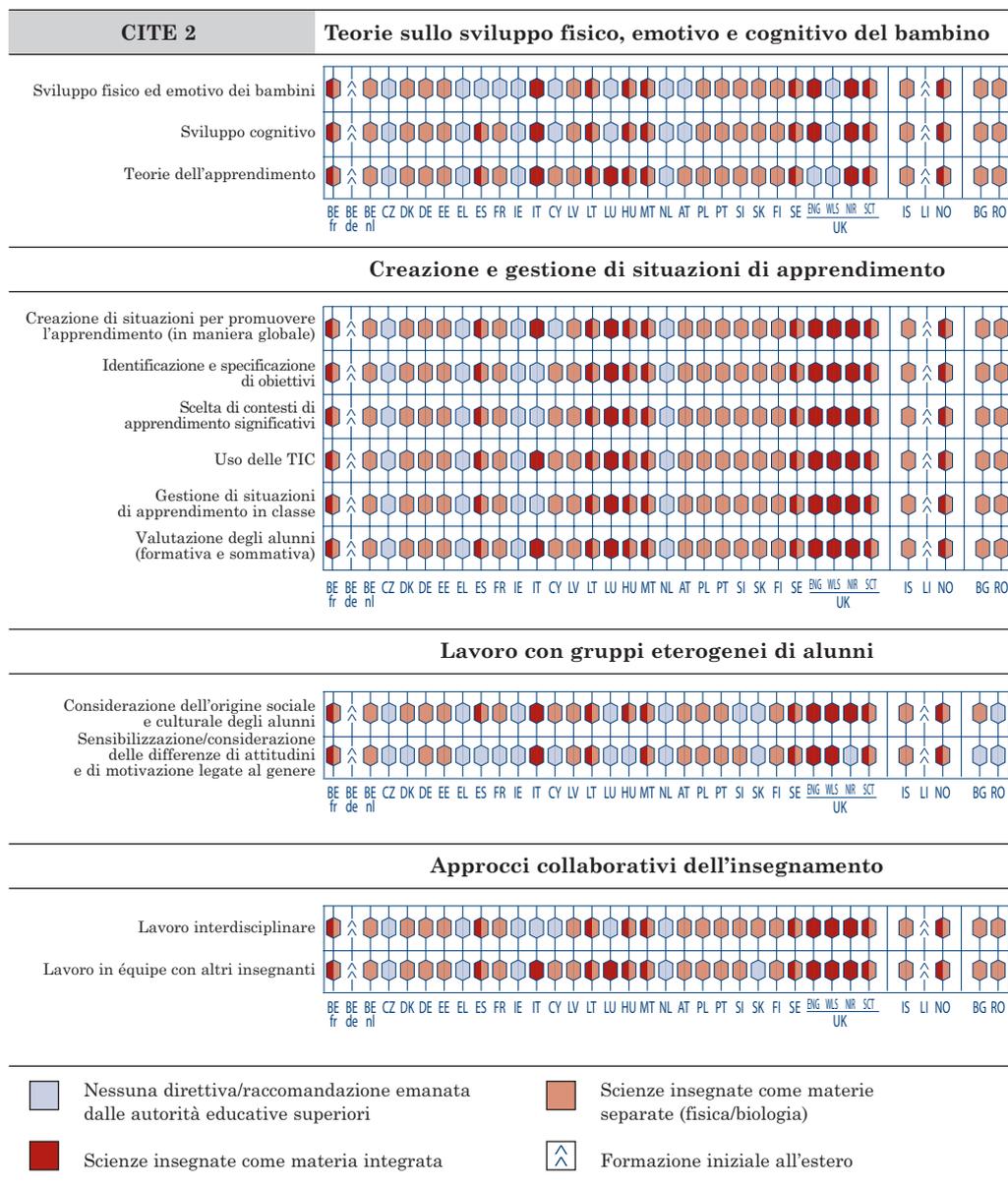
Malta: non vi sono direttive/raccomandazioni ufficiali. La situazione presentata riguarda la facoltà di educazione (Università di Malta), responsabile della formazione iniziale degli insegnanti.

Figura 1.2a. Direttive sulle conoscenze e competenze pedagogico-didattiche generali nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 1). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice.

Figura 1.2b. Direttive sulle conoscenze e competenze pedagogico-didattiche generali nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 2). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice.

Note supplementari (figure 1.2a e 1.2b)

Belgio (BE de): non esiste una formazione degli insegnanti per il CITE 2 (studi nella Comunità francese del Belgio o all'estero).

Belgio (BE nl): le direttive emanate dalle autorità educative superiori a livello CITE 2 riguardano solo gli insegnanti di biologia.

Repubblica ceca, Grecia, Irlanda, Paesi Bassi: non esistono linee guida relative ai programmi, né standard di qualifica definiti dalle autorità educative centrali o superiori in questo ambito per la formazione degli insegnanti. L'offerta di formazione può essere influenzata da obiettivi stabiliti dal curriculum degli alunni o da altri criteri.

Germania: i dati si basano in parte sulle direttive di ognuno dei 16 *Länder*.

Cipro: le direttive delle autorità educative superiori per il CITE 2 riguardano gli insegnanti di fisica (ma non gli insegnanti di biologia) e solo per le «teorie di apprendimento», l'«uso delle TIC», la «gestione di situazioni di apprendimento in classe», la «valutazione degli alunni», la «considerazione dell'origine sociale e culturale degli alunni» e il «lavoro in équipe».

Malta: non vi sono direttive/raccomandazioni ufficiali. La situazione presentata riguarda la facoltà di educazione (Università di Malta), responsabile della formazione iniziale degli insegnanti.

Austria: i dati relativi al CITE 2 si riferiscono alla formazione offerta nelle *Pädagogische Akademien* ai futuri insegnanti delle *Hauptschulen*. Non esistono direttive né raccomandazioni in termini qualitativi legate nello specifico alla formazione degli insegnanti nelle università in cui sono formati gli insegnanti delle *Allgemeinbildende höhere Schulen*.

Slovenia, Slovacchia: le direttive nazionali sono, rispettivamente, i Criteri di valutazione dei programmi di formazione degli insegnanti e la Commissione di accreditamento.

Norvegia: a livello CITE 1, le scienze sono integrate alle scienze sociali. Dall'anno scolastico 2005/2006, non c'è più una materia scientifica obbligatoria a livello CITE 1.

Nota esplicitiva (figure 1.2a e 1.2b)

- Le «direttive emanate dalle autorità educative superiori» sono indicazioni previste da leggi, decreti, regolamenti, ecc. di natura prescrittivi.
- Le «raccomandazioni emanate dalle autorità educative superiori» sono linee guida ufficiali, ma non obbligatorie, con valore di raccomandazione.
- Gli «standard di qualifica» sono definiti dalle autorità educative centrali o superiori come l'insieme delle competenze, delle conoscenze pertinenti e delle attitudini di base che un insegnante (profilo dell'insegnante) deve avere per ottenere la qualifica iniziale che dà accesso all'insegnamento.
- I «contesti di apprendimento significativi» sono contesti tali da dare un senso agli apprendimenti degli alunni.
- La «valutazione degli alunni» indica la valutazione volta a misurare l'acquisizione delle conoscenze e delle competenze, effettuata attraverso test ed esami («valutazione sommativa»), o la valutazione volta a «rivalorizzare l'apprendimento come parte integrante dei processi quotidiani di insegnamento e apprendimento» («valutazione formativa»).

Oltre alle direttive emanate dalle autorità educative superiori per la formazione degli insegnanti, altre fonti (non rappresentate in questo studio) possono esercitare un'influenza sull'elaborazione del contenuto dei programmi di formazione degli insegnanti (ad esempio, gli obiettivi di acquisizione di conoscenze da parte degli alunni).

Gli approcci collaborativi dell'insegnamento, che implicano allo stesso tempo la formazione interdisciplinare (cioè l'approccio che copre l'insieme del programma) e le competenze associate al lavoro in équipe con altri insegnanti, sono ampiamente previsti a livello CITE 1 e CITE 2. In particolare per quanto riguarda il lavoro in équipe a livello CITE 2, in cui la sola eccezione è la Slovacchia. A livello CITE 1, il lavoro in équipe non fa parte delle linee guida emanate a livello superiore solo a Cipro e in Svezia. Il lavoro

interdisciplinare non è presente nelle linee guida italiane o lussemburghesi, né nelle linee guida cipriote del livello CITE 2.

La sensibilizzazione alle differenze di attitudine e di motivazione legate al genere, e la loro considerazione in classe hanno una notevole importanza. Le ricerche mettono in evidenza importanti differenze tra ragazzi e ragazze rispetto a ciò che desiderano imparare durante le lezioni di scienze, la maniera in cui preferiscono ricevere tale insegnamento ed essere valutati, e la loro attitudine nei confronti delle scienze (cfr. «Ricerche nella didattica e nella formazione degli insegnanti di scienze»). Si tratta tuttavia degli aspetti citati meno spesso nelle linee guida in materia di programmi e negli standard di qualifica relativi alla formazione degli insegnanti stabiliti dalle autorità educative superiori. Nove sistemi educativi a livello CITE 1 e dieci a livello CITE 2 non citano questo aspetto.

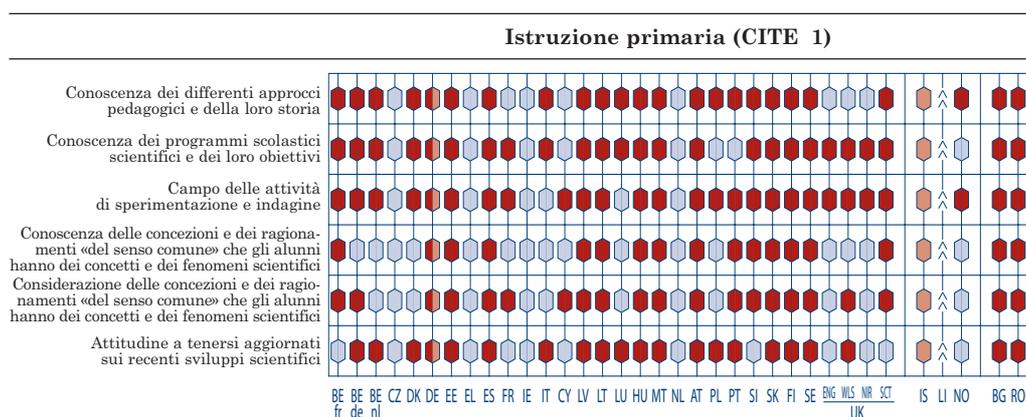
Un maggior numero di paesi tiene conto delle differenze sociali e culturali relative all'ambiente di origine degli alunni. Solo cinque sistemi educativi a livello CITE 1 e quattro a livello CITE 2 non citano questo aspetto nei loro documenti ufficiali.

1.2. Conoscenze e competenze pedagogico-didattiche applicate alle scienze

In confronto alle competenze didattiche e pedagogiche generali trattate in precedenza, i riferimenti a competenze specifiche all'insegnamento delle scienze sono meno frequenti nelle linee guida dei programmi/standard di qualifica (figura 1.3).

Sembra esserci molta poca differenza tra i programmi di formazione degli insegnanti del livello primario e secondario. La situazione quindi è simile a quella delle conoscenze e competenze didattiche generali trattate in precedenza.

Figura 1.3. Direttive sulle conoscenze e competenze pedagogico-didattiche specifiche nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Slovenia, Slovacchia: le direttive nazionali sono, rispettivamente, i Criteri di valutazione dei programmi di formazione degli insegnanti e la Commissione di accreditamento.

Norvegia: a livello CITE 1, le scienze sono integrate alle scienze sociali. Dall'anno scolastico 2005/2006, non c'è più una materia scientifica obbligatoria a livello CITE 1.

Nota esplicativa:

- Le «direttive emanate dalle autorità educative superiori» sono indicazioni previste da leggi, decreti, regolamenti, ecc. di natura prescrittiva.
- Le «raccomandazioni emanate dalle autorità educative superiori» sono linee guida ufficiali, ma non obbligatorie, con valore di raccomandazione.
- Gli «standard di qualifica» sono definiti dalle autorità educative centrali o superiori come l'insieme delle competenze, delle conoscenze pertinenti e delle attitudini di base che un insegnante (profilo dell'insegnante) deve avere per ottenere la qualifica iniziale che dà accesso all'insegnamento.
- Le concezioni e i ragionamenti «del senso comune» che gli alunni hanno dei concetti e dei fenomeni scientifici indicano forme di ragionamento spontanee/prescientifiche che presentano differenze importanti con le forme di ragionamento scientifico. Queste forme di ragionamento possono fornire spiegazioni dei fenomeni, denominate concezioni o rappresentazioni spontanee/del senso comune.
- La «sperimentazione e indagine scientifica» indicano i lavori scientifici che implicano il ricorso a procedimenti sperimentali e che integrano diverse fasi/componenti, formulazione di un problema e di una ipotesi/modello scientifico, ricerca di informazioni, sperimentazioni adeguate, raccolta e analisi di dati e conclusioni.

Oltre alle direttive emanate dalle autorità educative superiori per la formazione degli insegnanti, altre fonti (non rappresentate in questo studio) possono esercitare un'influenza sull'elaborazione del contenuto dei programmi di formazione degli insegnanti (ad esempio, gli obiettivi di acquisizione di conoscenze da parte degli alunni).

Le attività di sperimentazione e di indagine scientifica appaiono spesso nelle linee guida emanate dalle autorità educative superiori e negli standard di qualifica, per entrambi i livelli di istruzione. In Norvegia, è addirittura il solo aspetto menzionato nelle linee guida emanate dalle autorità educative superiori. Italia e Lussemburgo citano questo tipo di attività solo per il livello CITE 1.

Un secondo ambito coperto è la conoscenza di diversi approcci pedagogici (in scienze) e la loro storia, insieme alla conoscenza dei programmi scolastici scientifici e dei loro obiettivi. Le linee guida centralizzate garantiscono che i futuri insegnanti di scienze siano formati in questo ambito in quasi tutti i sistemi educativi.

L'insegnamento delle scienze a scuola deve, per essere efficace, tener conto delle concezioni e dei ragionamenti «del senso comune» che gli alunni hanno dei fenomeni scientifici (cioè le forme di ragionamento spontanee o prescientifiche che possono fornire spiegazioni di fenomeni, denominate concezioni o rappresentazioni spontanee/del senso comune). Ciò è stato dimostrato in maniera inequivocabile in un'ampia gamma di ricerche che mettono in evidenza i diversi modi in cui gli alunni concepiscono e interpretano il mondo che li circonda (cfr. parte II). Ciononostante, la conoscenza delle implicazioni di questo dato di fatto, e l'attitudine a tener conto delle concezioni e dei ragionamenti del «senso comune» nelle lezioni di scienze e nei la-

boratori, sono assenti nelle linee guida emanate dalle autorità educative superiori e negli standard di qualifica di ben tredici sistemi educativi a livello CITE 1 e di undici sistemi educativi a livello CITE 2.

Infine, quasi ovunque, formare gli insegnanti perché si tengano aggiornati sulle evoluzioni scientifiche è molto importante; in genere questo vale per entrambi i livelli di istruzione), se si eccettuano la Comunità francese del Belgio, la Francia, Cipro, la Slovenia e il Regno Unito (Scozia), dove ciò riguarda solo gli insegnanti del livello CITE 2.

1.3. Conoscenze e competenze scientifiche

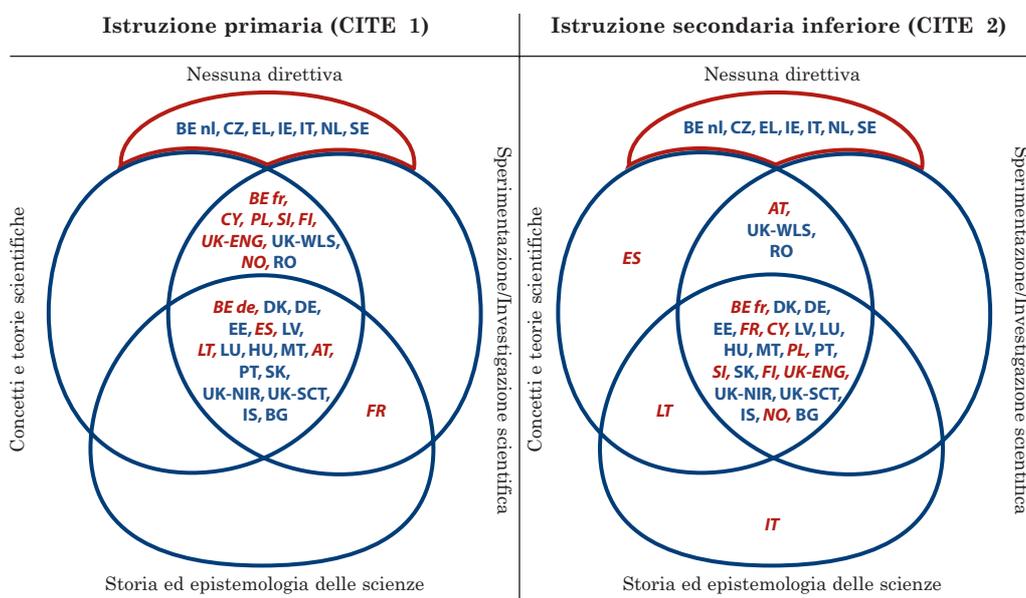
Insegnare le scienze non significa solo avere le competenze didattiche e pedagogiche richieste, ma richiede anche una buona conoscenza di base dell'argomento. In questa sezione, viene posto l'accento più sulle conoscenze scientifiche che sulle competenze pedagogico-didattiche. La figura 1.4 mostra un quadro generale delle linee guida in materia di programmi e di standard di qualifica definiti dalle autorità educative superiori relativamente a tre dimensioni principali (concetti e teorie scientifiche, storia ed epistemologia delle scienze, sperimentazione e indagine scientifica). La figura 1.5 dà invece informazioni più dettagliate sui tipi di attività che implicano sperimentazioni e indagini scientifiche proposte nell'ambito della formazione degli insegnanti.

Quasi tutti i sistemi educativi prevedono nelle proprie linee guida riferimenti alla conoscenza dei concetti e delle teorie scientifiche. Le sole eccezioni sono la Comunità fiamminga del Belgio, la Francia (CITE 1), l'Italia e la Svezia. Questi paesi (tranne la Francia), la Spagna e la Lituania (entrambi i livelli del CITE 2), si trovano nella stessa situazione per quanto riguarda le linee guida relative alle attività di sperimentazione e indagine scientifica. Quindi, i primi due ambiti sono completamente compresi nelle linee guida relative alla formazione degli insegnanti in Europa.

Questo non vale per la conoscenza della storia e dell'epistemologia delle scienze. Quasi la metà dei sistemi educativi fanno riferimento a questo aspetto nelle proprie linee guida emanate dalle autorità educative superiori (è il solo ambito coperto dalle linee guida italiane per il CITE 2). Sottolineiamo anche che a Cipro e in Polonia, dove la fisica e la biologia sono insegnate separatamente a livello CITE 2, la storia e l'epistemologia delle scienze sono previste nella formazione degli insegnanti di fisica, ma non di biologia.

In generale, la situazione è identica, indipendentemente dal fatto che la formazione degli insegnanti sia destinata al livello CITE 1 o CITE 2. In alcuni casi (Comunità francese del Belgio, Italia, Cipro, Polonia, Finlandia, Regno Unito (Inghilterra) e Norvegia (scienze non integrate), la storia e l'epistemologia delle scienze sono previste solo a livello CITE 2. In Spagna e in Austria, invece, la copertura a livello CITE 1 è più completa. In Spagna, ciò è dovuto al fatto che questi ambiti sono stati già affrontati nella componente generale della formazione degli insegnanti (modello consecutivo).

Figura 1.4. Direttive sulle conoscenze e competenze scientifiche nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Direttive diverse tra CITE 1 e CITE 2

Fonte: Eurydice.

Note supplementari

Belgio (BE de): non esiste una formazione degli insegnanti per il CITE 2 (studi nella Comunità francese del Belgio o all'estero).

Repubblica ceca, Grecia, Irlanda, Paesi Bassi: non esistono linee guida relative ai programmi, né standard di qualifica definiti dalle autorità educative centrali o superiori in questo ambito per la formazione degli insegnanti. L'offerta di formazione può essere influenzata da obiettivi stabiliti dal curriculum degli alunni o da altri criteri.

Germania: i dati si basano in parte sulle direttive di ognuno dei 16 Länder.

Lituania: le conoscenze e competenze in materia di sperimentazione e di investigazione a livello CITE 1 valgono solo per la formazione non universitaria degli insegnanti (CITE 5B).

Malta: non vi sono direttive/raccomandazioni ufficiali. La situazione presentata riguarda la facoltà di educazione (Università di Malta), responsabile della formazione iniziale degli insegnanti.

Austria: i dati relativi al CITE 2 si riferiscono alla formazione offerta nelle *Pädagogische Akademien* ai futuri insegnanti delle *Hauptschulen*. Non esistono direttive né raccomandazioni in termini qualitativi legate nello specifico alla formazione degli insegnanti nelle università in cui sono formati gli insegnanti delle *Allgemeinbildende höhere Schulen*.

Slovenia, Slovacchia: le direttive nazionali sono, rispettivamente, i Criteri di valutazione dei programmi di formazione degli insegnanti e la Commissione di accreditamento.

Liechtenstein: la formazione degli insegnanti si svolge all'estero.

Norvegia: a livello CITE 1, le scienze sono integrate alle scienze sociali. Dall'anno scolastico 2005/2006, non c'è più una materia scientifica obbligatoria a livello CITE 1.

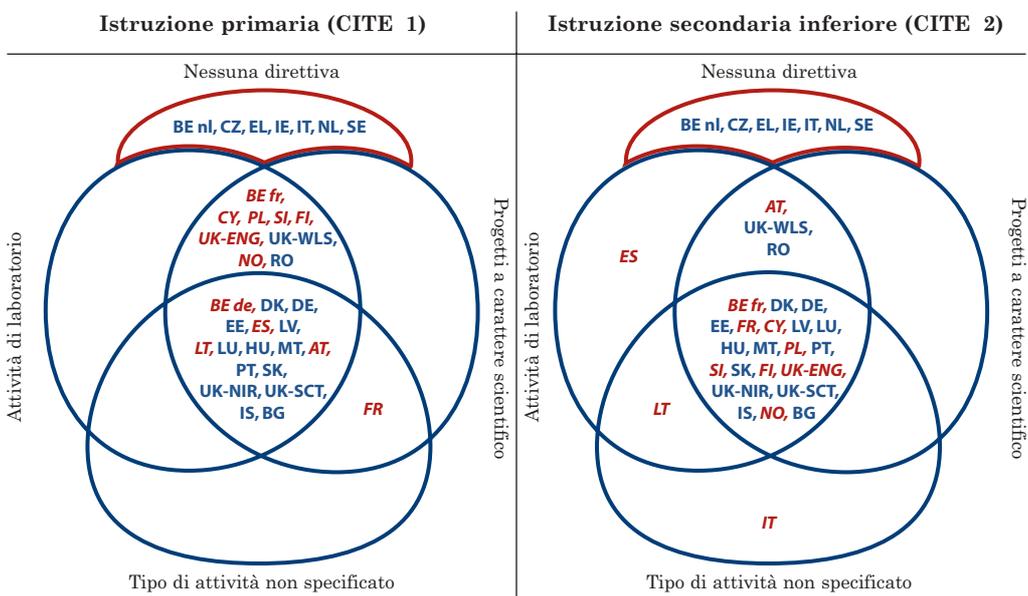
Nota esplicativa

- Le «direttive emanate dalle autorità educative superiori» sono indicazioni previste da leggi, decreti, regolamenti, ecc. di natura prescrittiva.
- Le «raccomandazioni emanate dalle autorità educative superiori» sono linee guida ufficiali, ma non obbligatorie, con valore di raccomandazione.
- Gli «standard di qualifica» sono definiti dalle autorità educative centrali o superiori come l'insieme delle competenze, delle conoscenze pertinenti e delle attitudini di base che un insegnante (profilo dell'insegnante) deve avere per ottenere la qualifica iniziale che dà accesso all'insegnamento.
- La «sperimentazione e indagine scientifica» indicano i lavori scientifici che implicano il ricorso a procedimenti sperimentali e che integrano diverse fasi/componenti, formulazione di un problema e di una ipotesi/modello scientifico, ricerca di informazioni, sperimentazioni adeguate, raccolta e analisi di dati e conclusioni.

Oltre alle direttive emanate dalle autorità educative superiori per la formazione degli insegnanti, altre fonti (non rappresentate in questo studio) possono esercitare un'influenza sull'elaborazione del contenuto dei programmi di formazione degli insegnanti (ad esempio, gli obiettivi di acquisizione di conoscenze da parte degli alunni).

La questione di sapere se la formazione iniziale degli insegnanti trasmette agli insegnanti specialisti e generalisti competenze in materia di sperimentazione e indagine scientifica è stata presa in esame più avanti, in modo da esaminare i tipi di attività scientifica svolta dagli insegnanti in corso di formazione (figura 1.5).

Figura 1.5. Direttive sullo sviluppo delle competenze in materia di sperimentazione e indagine scientifica nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Direttive diverse tra CITE 1 e CITE 2

Fonte: Eurydice.

Note supplementari

Belgio (BE de): non esiste una formazione degli insegnanti per il CITE 2 (studi nella Comunità francese del Belgio o all'estero).

Repubblica ceca, Grecia, Irlanda, Paesi Bassi: non esistono linee guida relative ai programmi, né standard di qualifica definiti dalle autorità educative centrali o superiori in questo ambito per la formazione degli insegnanti. L'offerta di formazione può essere influenzata da obiettivi stabiliti dal curriculum degli alunni o da altri criteri.

Germania: i dati si basano in parte sulle direttive di ognuno dei 16 *Länder*.

Lituania: i dati si riferiscono solo alla formazione non universitaria degli insegnanti (CITE 5B).

Lussemburgo: dati non disponibili.

Malta: non vi sono direttive/raccomandazioni ufficiali. La situazione presentata riguarda la facoltà di educazione (Università di Malta), responsabile della formazione iniziale degli insegnanti.

Austria: i dati relativi al CITE 2 si riferiscono alla formazione offerta nelle *Pädagogische Akademien* ai futuri insegnanti delle *Hauptschulen*. Non esistono direttive né raccomandazioni in termini qualitativi legate nello specifico alla formazione degli insegnanti nelle università in cui sono formati gli insegnanti delle *Allgemeinbildende höhere Schulen*.

Slovenia, Slovacchia: le direttive nazionali sono, rispettivamente, i Criteri di valutazione dei programmi di formazione degli insegnanti e la Commissione di accreditamento.

Regno Unito (ENG/WLS/NIR): coloro che offrono formazione iniziale degli insegnanti devono garantire che gli insegnanti conoscano e comprendano il programma scolastico obbligatorio, comprese le indicazioni scientifiche in materia di sperimentazione o di ricerca.

Liechtenstein: la formazione degli insegnanti si svolge all'estero.

Norvegia: a livello CITE 1, le scienze sono integrate alle scienze sociali. Dall'anno scolastico 2005/2006, non c'è più una materia scientifica obbligatoria a livello CITE 1.

Nota esplicativa (figura 1.5)

- Le «direttive emanate dalle autorità educative superiori» sono indicazioni previste da leggi, decreti, regolamenti, ecc. di natura prescrittiva.
- Le «raccomandazioni emanate dalle autorità educative superiori» sono linee guida ufficiali, ma non obbligatorie, con valore di raccomandazione.
- L'attività di laboratorio: attività svolta in un laboratorio o altrove, facente parte integrante dell'insegnamento scientifico. Si può trattare di un'attività di routine (ad esempio, fare semplici osservazioni o misurazioni) e/o attuare certe procedure di carattere scientifico.
- Attività relative a progetti scientifici: attività che comportano un lavoro sperimentale o documentario in laboratorio o altrove e che hanno sempre carattere di ricerca.

Oltre alle direttive emanate dalle autorità educative superiori per la formazione degli insegnanti, altre fonti (non rappresentate in questo studio) possono esercitare un'influenza sull'elaborazione del contenuto dei programmi di formazione degli insegnanti (ad esempio, gli obiettivi di acquisizione di conoscenze da parte degli alunni).

Le attività relative a progetti scientifici costituiscono un elemento spesso presente nella formazione degli insegnanti di scienze. In quasi la metà dei sistemi educativi, le linee guida in materia di programmi o di standard di qualifica emanati dalle autorità educative superiori prevedono progetti di tipo scientifico nella formazione degli insegnanti del livello primario. Un secondo tipo di attività di natura scientifica previsto a volte nella formazione di questi insegnanti è l'attività di laboratorio, anche se questa attività è un po' meno frequente (dieci sistemi educativi prevedono questo tipo di attività accanto ai progetti scientifici). Altri sei sistemi educativi menzionano il requisito

di partecipare ad attività di sperimentazione e investigazione scientifica, senza però specificare qual è l'attività richiesta. Ciò significa che, in base alle linee guida in materia di programmi o agli standard di qualifica emanati dalle autorità educative superiori, alcuni futuri insegnanti di scienze del livello CITE 1 non devono svolgere formazione pratica relativa alla sperimentazione e all'indagine scientifica (circa la metà dei sistemi educativi non cita questo tipo di formazione nelle linee guida e negli standard di qualifica emanati dalle autorità educative superiori). Ciò probabilmente riflette il fatto che molti insegnanti del primario sono generalisti. Essi sono formati per insegnare tutte le materie o quasi tutte quelle presenti nel programma di studi e non hanno necessariamente una specializzazione in scienze.

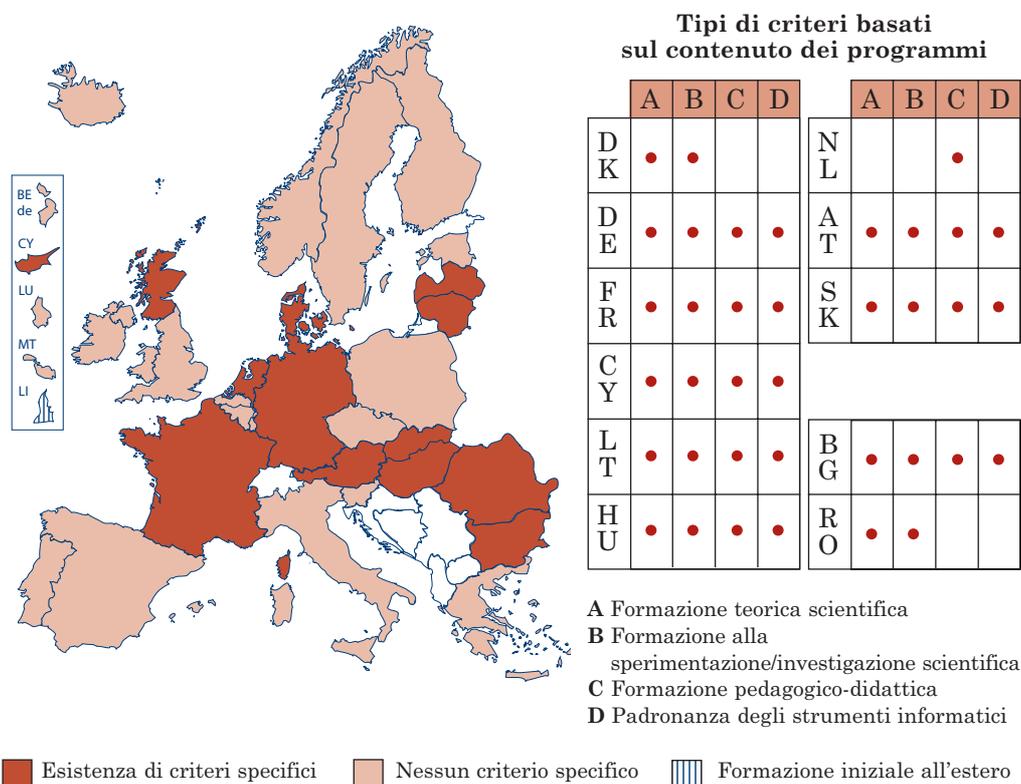
A livello secondario, molti insegnanti di scienze sono specialisti, cosa che appare evidente nei requisiti stabiliti dalle autorità superiori relativamente alle attività di sperimentazione e indagine scientifica. L'attività di laboratorio è richiesta in 15 sistemi educativi. A Cipro e in Polonia, i futuri insegnanti di fisica devono svolgere attività di laboratorio e uno stage in laboratorio di ricerca. Quest'ultima attività è opzionale in Bulgaria e Romania. In 13 sistemi educativi sono richiesti progetti scientifici, mentre alcuni paesi non specificano il tipo di attività richiesta.

Le informazioni presentate in queste tre sezioni mostrano che le direttive, le raccomandazioni o gli standard di qualifica definiti dalle autorità educative superiori forniscono molte informazioni sugli elementi che dovrebbero essere presenti nella formazione degli insegnanti di scienze, non solo in termini di competenze pedagogico-didattiche generali, ma anche di conoscenze più specifiche alle scienze come disciplina. Ciò vale per entrambi i livelli di istruzione (più a livello CITE 2 che CITE 1) e per le tre materie scientifiche – scienze come materia integrata, fisica e biologia – interessate dalla raccolta dati. Le linee guida in materia di programmi o gli standard di qualifica emanati dalle autorità educative superiori sono quindi caratterizzati da una notevole uniformità di trattamento. Ciò non stupisce se si considera che le linee guida definiscono un quadro generale per la formazione degli insegnanti, che è completato in seguito e al quale viene data forma nei programmi elaborati da ogni istituto di formazione degli insegnanti.

1.4. Criteri specifici di accreditamento

In molti paesi europei, gli istituti di istruzione superiore hanno un'ampia autonomia di gestione, in alcuni casi addirittura un'autonomia completa. L'accREDITAMENTO costituisce dunque uno degli strumenti di cui si sono dotate le autorità educative centrali o superiori per garantire il rispetto di alcuni standard di qualità delle formazioni nell'istruzione superiore. L'accREDITAMENTO è infatti un processo con il quale le autorità legislative e professionali giudicano se un istituto o un programma soddisfa gli standard di qualità predefiniti autorizzandolo a offrire una formazione e a rilasciare i diplomi corrispondenti.

Figura 1.6. Criteri di accreditamento specifici per i programmi di formazione iniziale destinati agli insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice.

Note supplementari

Belgio (BE de): non esiste una formazione degli insegnanti per il CITE 2 (studi nella Comunità francese del Belgio o all'estero).

Lituania: l'informazione riguarda solo i programmi offerti dagli istituti di istruzione superiore non universitaria. Non esistono criteri di accreditamento specifici per i programmi universitari di formazione degli insegnanti.

Austria: i criteri A, B, C e D riguardano solo i programmi di formazione nelle *Pädagogische Akademien*.

Romania: l'informazione riguarda solo la formazione degli insegnanti offerta a livello CITE 5. Per la formazione a livello CITE 3 (*Liceu pedagogic*), i criteri si riferiscono al contenuto dei programmi di formazione, che devono rispettare le norme nazionali, e alla qualità dell'insegnamento offerto. Si incentrano anche sulla valutazione degli alunni.

Nota esplicativa

Accreditamento: processo attraverso il quale le autorità legislative e professionali giudicano se un istituto o un programma soddisfa gli standard di qualità predefiniti autorizzandolo a offrire una formazione (per l'insegnamento) e a rilasciare i diplomi corrispondenti.

Lo scopo di questa sezione non è quello di trattare i criteri di accreditamento in generale, ma di esaminare se esistono criteri specifici alla formazione iniziale degli insegnanti qualificati per insegnare le scienze a livello primario e secondario inferiore.

Tredici sistemi educativi hanno criteri di accreditamento specifici per i programmi di formazione iniziale (compresa la fase iniziale qualificante sul lavoro) dei futuri insegnanti di scienze. Questi criteri si basano su aspetti diversi: il contenuto dei programmi, l'inquadramento degli studenti o anche questioni più specificamente organizzative.

In tutti i paesi, tranne in Lettonia e nel Regno Unito (Scozia), i criteri si basano sul contenuto dei programmi di formazione. In Francia, ad esempio, gli *Instituts Universitaires de Formation des Maitres* (IUFM) devono rispettare delle regole che coprono i tre elementi della formazione (stage, insegnamento, lavoro personale).

I criteri di accreditamento relativi al contenuto dei programmi si basano su aspetti fondamentali della formazione iniziale degli insegnanti di scienze, cioè la formazione scientifica teorica, la formazione alla sperimentazione/indagine scientifica, la formazione pedagogico-didattica, e in misura inferiore, la padronanza degli strumenti informatici.

Capitolo 2

Formatori degli insegnanti di scienze

Introduzione

La componente professionale della formazione iniziale degli insegnanti è volta a fornire i saperi e le competenze teoriche e pratiche della loro professione. Essa comporta non solo corsi di metodologia e psicologia garantiti da dei formatori, ma anche delle simulazioni di insegnamento in classe. Queste sono supervisionate dall'insegnante responsabile della classe in questione e valutate periodicamente da formatori dell'istituto di formazione.

Questo capitolo prende in esame le direttive/raccomandazioni specifiche emanate dalle autorità educative centrali o superiori, relativamente alle qualifiche e all'esperienza professionale delle persone responsabili della componente professionale della formazione iniziale degli insegnanti qualificati per insegnare le scienze.

La prima sezione riguarda i formatori che lavorano negli istituti di formazione iniziale degli insegnanti qualificati per insegnare le scienze, e che offrono i corsi teorici della formazione professionale. La seconda si riferisce alle persone che, all'interno delle scuole, sono responsabili dell'orientamento/della supervisione dei futuri insegnanti nell'ambito della loro formazione pratica organizzata in forma di stage durante la formazione iniziale e/o di una fase finale qualificante sul lavoro.

In quasi tutti i paesi, i futuri insegnanti di scienze devono svolgere uno stage pratico in una scuola durante la loro formazione iniziale e/o durante la fase finale qualificante sul lavoro. In Grecia, dove gli istituti di formazione degli insegnanti hanno completa autonomia in materia, questo stage non è obbligatorio.

2.1. Formatori responsabili negli istituti di formazione iniziale

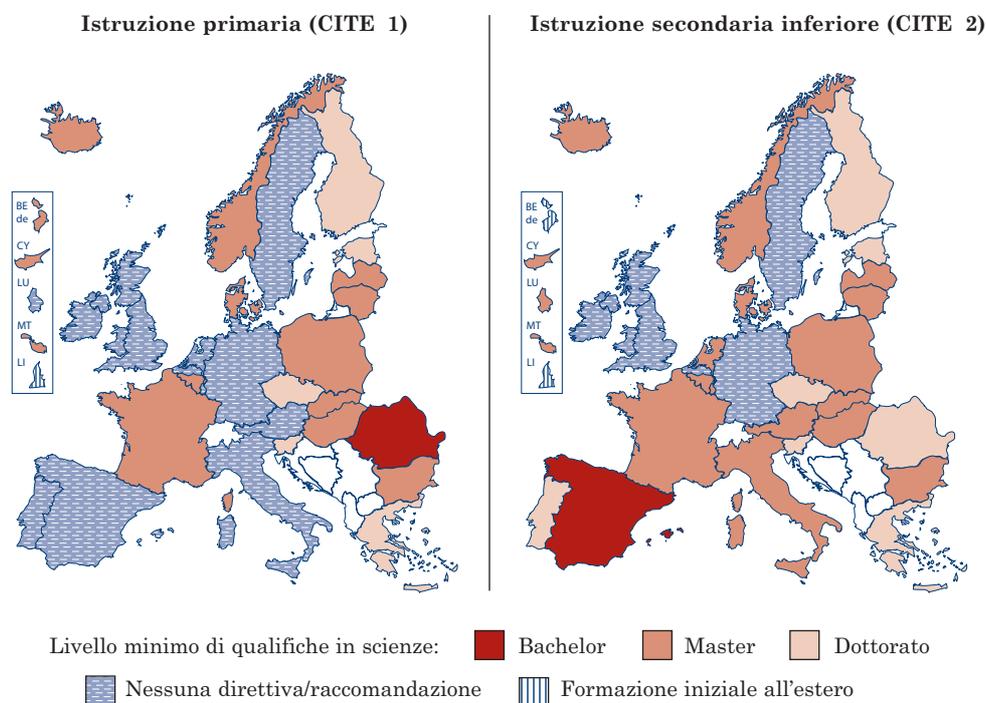
Livelli di qualifica in scienze

In una ventina di sistemi educativi, le direttive/raccomandazioni precisano il livello del diploma di istruzione superiore in scienze che devono avere i formatori responsabili della componente professionale della formazione degli insegnanti di scienze. Di solito è richiesto un diploma di livello «master». Tuttavia, un diploma in scienze di tipo «bachelor» è richiesto in Spagna (CITE 2) e Romania (CITE 1), mentre in Estonia, Grecia, Por-

together, Romania (CITE 2), Czech Republic, Slovenia and Finland, teachers must have a doctorate in a scientific subject.

In Spain, Italy, Luxembourg, Netherlands, Austria and Portugal, there is no regulation relative to qualifications in sciences for teachers of the primary level while there are provisions in matter for those of the secondary level. In Spain a diploma of level «bachelor», in Italy, Luxembourg, Netherlands and Austria a «master», and in Portugal a doctorate.

Figura 2.1. Livello minimo di qualifiche in scienze richiesto ai formatori responsabili della formazione professionale iniziale degli insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice.

Note supplementari

Belgio (BE de): la formazione iniziale degli insegnanti del secondario è offerta al di fuori della Comunità tedesca. La maggior parte degli insegnanti segue la formazione nella Comunità francese del Belgio.

Lettonia: la legge autorizza una persona in possesso di un diploma di livello «bachelor», con un'esperienza sufficiente nell'ambito scientifico o come insegnante di scienze, a coprire un posto di formatore responsabile della formazione professionale iniziale degli insegnanti di scienze.

Malta: non vi sono direttive/raccomandazioni ufficiali. La situazione presentata riguarda la facoltà di educazione (Università di Malta), responsabile della formazione iniziale degli insegnanti. L'università obbliga tutti gli insegnanti a conseguire un dottorato se non ne hanno uno.

Portogallo: negli istituti politecnici, non esistono direttive/raccomandazioni relative al livello minimo di qualifica in scienze richiesto per i formatori (CITE 1). Nelle università è richiesto un dottorato.

Romania: per il livello CITE 1, le informazioni riguardano solo il personale che lavora negli istituti di formazione del livello secondario superiore (CITE 3). Per il CITE 2, riguardano il personale insegnante degli istituti di formazione degli insegnanti (CITE 5B) e quello degli istituti di istruzione superiore di livello CITE 5A.

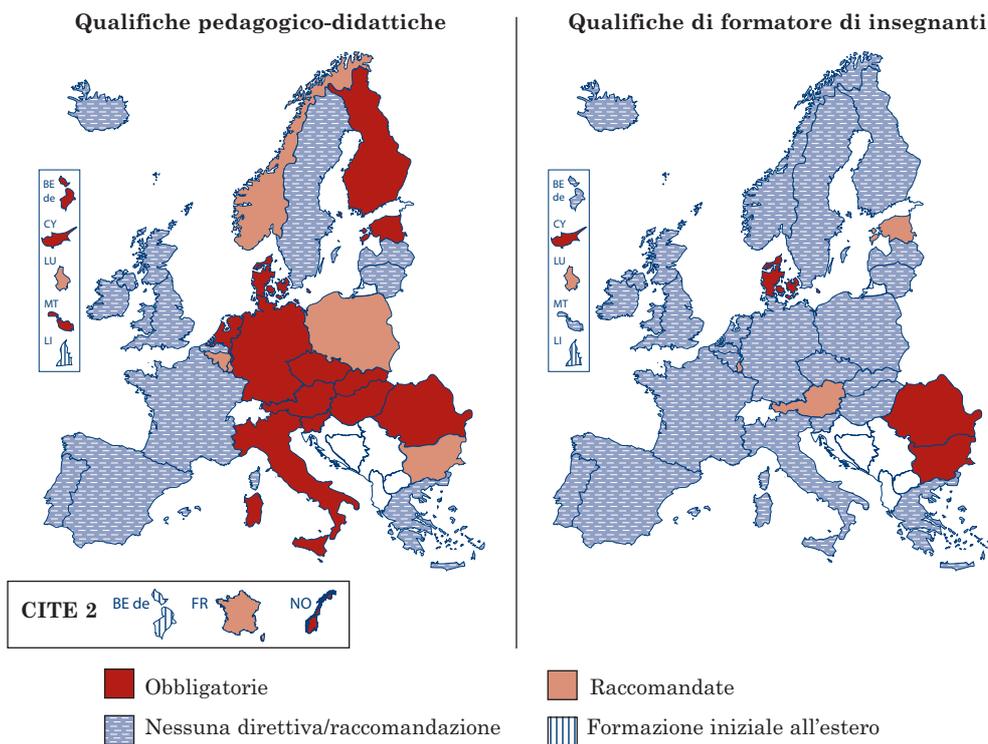
Nota esplicativa

Qualifica: diploma/certificato rilasciato da un istituto di formazione e/o dalle autorità educative centrali o superiori, che riconosce ufficialmente le competenze e le conoscenze di chi lo possiede.

Qualifiche di tipo pedagogico-didattico

Le qualifiche di tipo pedagogico-didattico sono oggetto di direttive o di raccomandazioni nella maggior parte dei paesi. I formatori della componente professionale responsabili degli insegnanti qualificati a insegnare le scienze a livello primario hanno l'obbligo di avere tali qualifiche in 14 sistemi educativi. Sono raccomandate in altri cinque.

Figura 2.2. Qualifiche pedagogico-didattiche e di formatore di insegnanti dei responsabili della formazione professionale iniziale degli insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice.

Note supplementari

Belgio (BE de): la formazione iniziale degli insegnanti del secondario è offerta al di fuori della Comunità tedesca. La maggior parte degli insegnanti segue la formazione nella Comunità francese del Belgio.

Lettonia: i formatori devono seguire formazioni continue durante le quali sviluppano le proprie conoscenze in psicologia, pedagogia e scienze dell'educazione in generale. Queste formazioni danno loro anche la possibilità di accrescere le loro competenze in un ambito a scelta della ricerca scientifica.

Malta: non vi sono direttive/raccomandazioni ufficiali. La situazione presentata riguarda la facoltà di educazione (Università di Malta), responsabile della formazione iniziale degli insegnanti

Austria: per il livello CITE 2 i dati si riferiscono alle raccomandazioni relative alle qualifiche dei formatori degli insegnanti delle *Hauptschulen*. Non esistono direttive né raccomandazioni relative alle qualifiche didattiche dei formatori della componente professionale della formazione iniziale degli insegnanti delle *Allgemeinbildende höhere Schulen*.

Romania: per il livello CITE 1, le informazioni riguardano solo il personale che lavora negli istituti di formazione del livello secondario superiore (CITE 3). Per il CITE 2, riguardano il personale insegnante degli istituti di formazione degli insegnanti (CITE 5B) e quello degli istituti di istruzione superiore di livello CITE 5A.

Nota esplicativa

Qualifiche pedagogiche-didattiche: diploma/certificato in materia di educazione e insegnamento. Viene rilasciato da un istituto e/o dalle autorità educative centrali o superiori, e riconosce ufficialmente le competenze e le conoscenze di chi lo possiede.

Qualifiche di formatore di insegnanti: diploma/certificato che riconosce a chi lo possiede le competenze e le conoscenze necessarie per formare degli insegnanti. Viene rilasciato da un istituto e/o dalle autorità educative centrali o superiori in materia di istruzione.

Contrariamente a ciò che si osserva per le qualifiche scientifiche e didattiche, solo una minoranza di paesi dispone di direttive relative alle qualifiche specifiche di formatore di insegnanti. Queste sono obbligatorie solo in due paesi dell'Europa centrale (Bulgaria e Romania), in Danimarca e a Cipro per i formatori di insegnanti del livello primario e secondario inferiore. Altri tre paesi raccomandano che i formatori abbiano tali qualifiche.

Nella comunità tedesca del Belgio, un decreto del giugno 2005 permette agli insegnanti del primario che hanno almeno 10 anni di esperienza di diventare formatori in un istituto di istruzione superiore non universitaria, nel settore delle scienze dell'educazione, dove vengono formati gli insegnanti del primario. Anche nella Comunità francese agli insegnanti del livello primario e secondario è offerta la possibilità di insegnare in un istituto superiore non universitario, a certe condizioni. Nella Repubblica ceca, da gennaio 2005, i formatori devono avere un dottorato in scienze dell'educazione.

Nella Repubblica ceca, in Estonia e Lituania, le direttive esistenti riguardano i programmi di formazione. In questi paesi, le direttive precisano la percentuale di corsi (Repubblica ceca e Estonia) o il numero di materie (Lituania) che devono essere garantiti dai professori in possesso di un dottorato e/o attivi nella ricerca.

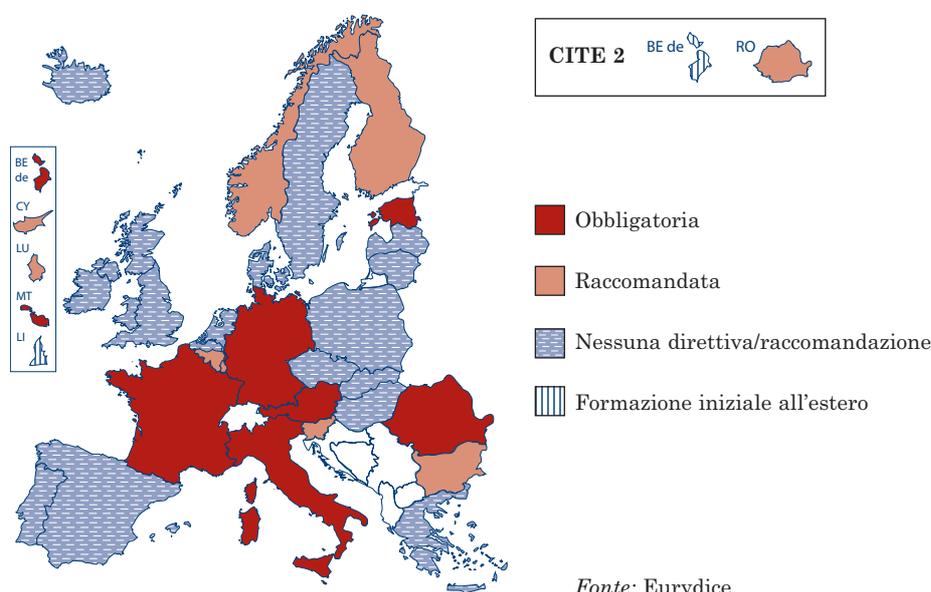
Nei paesi in cui gli istituti di istruzione superiore hanno una certa autonomia e dove esistono relativamente poche direttive concernenti le qualifiche specifiche dei formatori di insegnanti, le autorità educative centrali o superiori possono emettere altre raccomandazioni per garantire la qualità dell'insegnamento offerto. Ad esempio, in Svezia,

una legge cita la necessità di disporre di formatori con esperienza e altamente qualificati. Nel Regno Unito (Inghilterra), la necessità di avere un numero sufficiente di personale qualificato costituisce uno dei criteri di accreditamento che devono rispettare gli organizzatori di formazione degli insegnanti.

Esperienza professionale

Circa quindici paesi hanno direttive che richiedono o raccomandano ai formatori di avere un'esperienza professionale come insegnante. Si osservano poche differenze in questo ambito tra i formatori di insegnanti del livello primario e secondario inferiore.

Figura 2.3. Esperienza richiesta come insegnanti ai formatori responsabili della formazione professionale iniziale degli insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Note supplementari

Belgio (BE de): la formazione iniziale degli insegnanti del secondario è offerta al di fuori della Comunità tedesca. La maggior parte degli insegnanti segue la formazione nella Comunità francese del Belgio.

Lettonia: un'esperienza come insegnante o nel settore scientifico è richiesta ai formatori che hanno solo un diploma di livello «bachelor».

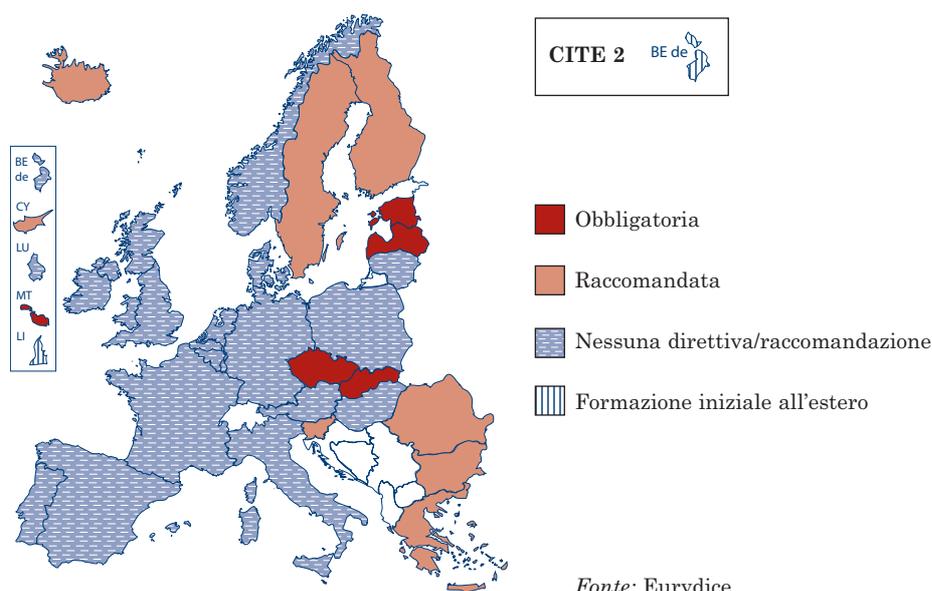
Malta: non vi sono direttive/raccomandazioni ufficiali. La situazione presentata riguarda la facoltà di educazione dell'Università di Malta, responsabile della formazione iniziale degli insegnanti.

Austria: non esistono direttive né raccomandazioni relative all'esperienza professionale come insegnante per i formatori della componente professionale della formazione iniziale degli insegnanti delle *Allgemeinbildende höhere Schulen*. Per il livello CITE 2, i dati si riferiscono alle raccomandazioni relative alle qualifiche dei formatori degli insegnanti delle *Hauptschulen*.

Romania: per il livello CITE 1, le informazioni riguardano solo il personale che lavora negli istituti di formazione del livello secondario superiore (CITE 3). Per il CITE 2, riguardano il personale insegnante degli istituti di formazione degli insegnanti (CITE 5B) e quello degli istituti di istruzione superiore di livello CITE 5A.

Meno della metà dei paesi ha direttive relative alla necessità di avere un'esperienza nella ricerca educativa. È obbligatoria in quattro paesi dell'Europa centrale (Repubblica ceca, Estonia, Lettonia e Slovacchia) e a Malta. In alcuni paesi come Polonia e Norvegia, si raccomanda che i formatori abbiano una certa esperienza nella redazione dei manuali di scienze.

Figura 2.4. Esperienza nella ricerca educativa dei formatori responsabili della formazione professionale iniziale degli insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Note supplementari

Belgio (BE de): la formazione iniziale degli insegnanti del secondario è offerta fuori dalla Comunità tedesca. La maggior parte degli insegnanti segue una formazione nella Comunità francese del Belgio.

Ungheria: la nuova legge sull'istruzione superiore, in vigore dal 1° marzo 2006, rende questa esperienza obbligatoria.

Malta: non vi sono direttive/raccomandazioni ufficiali. La situazione presentata riguarda la facoltà di educazione dell'Università di Malta, responsabile della formazione iniziale degli insegnanti.

Romania: per il livello CITE 1, le informazioni riguardano solo il personale che lavora negli istituti di formazione degli insegnanti (CITE 5B). Non vi sono direttive/raccomandazioni per coloro che lavorano negli istituti di formazione del livello secondario superiore (CITE 3) e che formano una parte degli insegnanti del CITE 1. Per il CITE 2, riguardano il personale insegnante degli istituti di formazione degli insegnanti (CITE 5B) e quello degli istituti di istruzione superiore di livello CITE 5A.

Nota esplicitiva

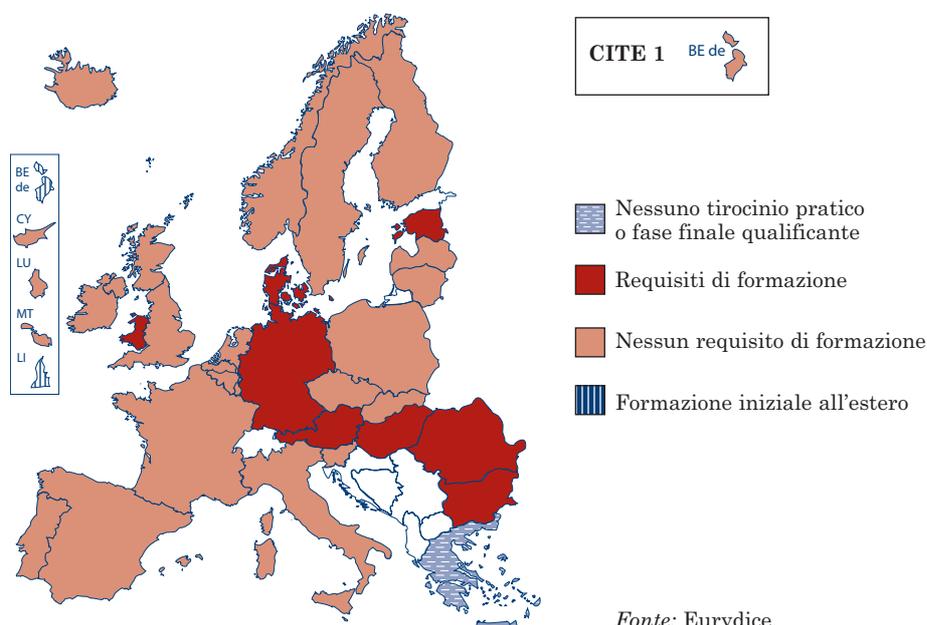
L'esperienza in questione può essere stata acquisita prima di ottenere il posto di formatore o quando i formatori sono già in servizio.

In Estonia, il profilo e le competenze degli insegnanti universitari sono oggetto di un dibattito più generale. Infatti, gli istituti di istruzione superiore stanno sviluppando un profilo di insegnante che integra l'insieme delle competenze che dovrebbe avere il personale accademico, comprese le persone responsabili della componente professionale della formazione iniziale degli insegnanti. In Francia, la legge del 2005 sul futuro della scuola precisa che verrà elaborata una carta dei formatori. Inoltre, entro il 2010, il Comitato nazionale di valutazione degli istituti pubblici a carattere scientifico, culturale e professionale deve procedere a una valutazione delle modalità e dei risultati dell'integrazione degli *Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (IUFM)* all'interno delle università. Questa valutazione dovrebbe avere delle ripercussioni sul profilo delle persone responsabili di garantire la formazione offerta negli *IUFM*.

2.2. Formatori responsabili negli istituti scolastici

Questa sezione tratta di quella tipologia di persone che, all'interno delle scuole, fanno da supervisor agli studenti durante il loro stage pratico e/o durante la loro fase finale qualificante sul lavoro. Due gli obiettivi: da una parte, identificare queste persone e, dall'altra, indicare se, in base alle direttive/raccomandazioni in vigore, devono avere seguito una formazione specifica per garantire questa responsabilità di supervisione.

Figura 2.5. Requisiti per la formazione del personale di supervisione/tutoraggio negli istituti scolastici che organizzano tirocini pratici per i futuri insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Note supplementari

Belgio (BE de): la formazione iniziale degli insegnanti del secondario è offerta al di fuori della Comunità tedesca. La maggior parte degli insegnanti segue una formazione nella Comunità francese del Belgio.

Spagna: la situazione varia a seconda delle Comunità autonome. In alcune, una formazione è raccomandata o obbligatoria e, nella maggior parte di esse, non esiste nessuna direttiva in merito.

Austria: i requisiti di formazione che riguardano il personale di supervisione sono regolamentate a livello dei *länder*. Devono comunque seguire tutti una formazione.

Regno Unito (WLS): la cartina rappresenta la situazione nell'ambito della fase finale qualificante sul lavoro (*induction year*). Nell'ambito dello stage pratico, non ci sono direttive in materia.

Nota esplicativa

La fase finale qualificante sul lavoro (o *induction year*, "anno di formazione" se ci riferiamo alla realtà italiana), che esiste solo in alcuni paesi, è un periodo di transizione obbligatorio tra la formazione iniziale degli insegnanti e la vita professionale. Qui è trattata come la tappa finale della formazione iniziale degli insegnanti. Questa fase di transizione include una parte importante di sostegno, di supervisione e di valutazione formale che accredita la competenza professionale dell'insegnante. Durante questo periodo, gli insegnanti non sono ancora pienamente qualificati e di solito sono considerati come «candidati» o «stagisti». Passano una buona parte del loro tempo in un ambiente di lavoro reale (in un istituto scolastico), nel quale svolgono in tutto o in parte compiti che spettano agli insegnanti pienamente qualificati. Sono remunerati per la loro attività.

In tutti i paesi, tranne Malta, il lavoro degli studenti durante lo stage o tirocinio pratico e/o la fase finale qualificante sul lavoro è seguito dai membri del personale della scuola. A Malta, questa supervisione è garantita dal personale dell'istituto di istruzione superiore in cui lo studente segue la formazione. Quest'ultimo, durante lo stage, riceve semplicemente un sostegno informale dalla scuola.

Nella maggior parte dei paesi, sono gli insegnanti che svolgono questa attività. In alcuni paesi però è il capo del dipartimento di scienze (Comunità fiamminga del Belgio) o il capo di istituto stesso (Repubblica ceca e Slovacchia) che svolge questo compito.

In altri due paesi, la situazione varia in funzione del contesto e della fase di formazione. In Germania, questa responsabilità spetta al capo di istituto solo nell'ambito degli stage pratici ed è condivisa tra il capo di istituto, il capo di dipartimento e un insegnante al momento della fase finale qualificante sul lavoro. In Austria, essa spetta agli insegnanti durante gli stage pratici mentre durante la fase finale qualificante, la valutazione finale del futuro insegnante delle *allgemein bildende höhere Schulen* viene fatta congiuntamente dall'insegnante responsabile dello studente e dal capo di istituto.

Una minoranza di paesi, la maggior parte dei quali dell'Europa centrale, impone o raccomanda ai responsabili di questa supervisione una formazione specifica. In Estonia, ad esempio, il personale che supervisiona i futuri insegnanti nell'ambito della fase finale qualificante deve avere almeno cinque anni di esperienza e avere completato un programma di studi all'università, specifico per questo tipo di compito e di funzione. In Romania, queste persone devono seguire una formazione continua specialistica nell'accompagnamento degli studenti tirocinanti.

In molti paesi, le decisioni relative a questa questione vengono prese a livelli di potere più decentralizzati. In Spagna, la situazione varia a seconda delle Comunità autonome:

in alcune, una formazione è obbligatoria o raccomandata, ma nella maggior parte, non esiste nessuna direttiva in merito. In Svezia, i capi di istituto devono stanziare delle risorse per la formazione del personale di supervisione.

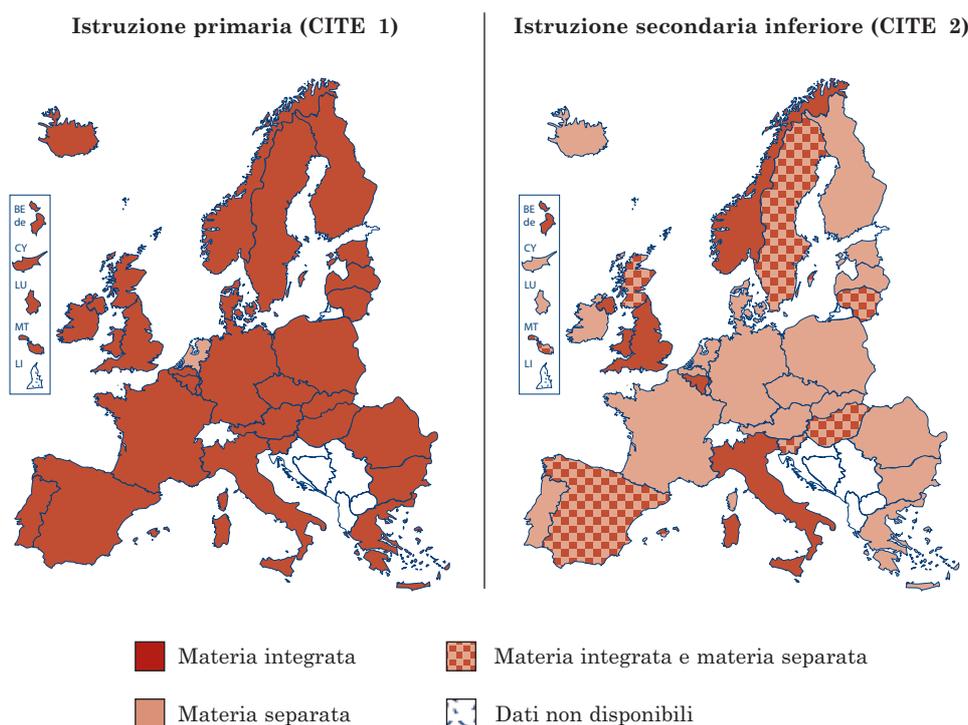
Alcuni paesi menzionano l'esistenza di dispositivi attuati a livello locale, che permettono di garantire che questa responsabilità venga affidata a persone con le competenze e l'esperienza necessarie. Ad esempio, nella Comunità tedesca del Belgio e in Italia, di solito sono gli insegnanti più esperti, il cui lavoro è considerato e riconosciuto, che assumono questo compito. In Francia, gli insegnanti incaricati del monitoraggio degli studenti in stage vengono scelti dai membri del corpo ispettivo in base alla loro eccellenza professionale. In Lettonia e Slovacchia, sono gli insegnanti con maggiore esperienza che seguono gli studenti in stage. Nel Regno Unito (Inghilterra, Galles e Irlanda del Nord) e in Francia, alcuni istituti di istruzione superiore organizzano delle formazioni per gli insegnanti che devono seguire gli studenti.

Capitolo 3

Programmi scolastici di scienze

Il ruolo dell'insegnamento delle scienze nei programmi scolastici del livello primario e secondario generale, gli approcci raccomandati e gli obiettivi da raggiungere costituiscono l'oggetto di questo capitolo. In base al livello di dettaglio delle raccomandazioni sui tipi di attività da organizzare e sulle competenze da sviluppare negli alunni, questi documenti possono influenzare molto il modo in cui gli insegnanti organizzano questo insegnamento. Inoltre, in molti paesi, servono come base di riferimento nell'ambito della formazione iniziale degli insegnanti per guidarli nel processo di insegnamento.

Figura 3.1. Organizzazione dell'insegnamento di scienze secondo i programmi prescritti/raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice.

Note supplementari

Repubblica ceca: i dati si basano sui programmi per la *Základní Škola*. Esistono programmi distinti per la *Obecná Škola* e per la *Národní Škola*.

Finlandia: dal 2006/2007, le materie scientifiche verranno insegnate separatamente negli ultimi due anni dell'istruzione primaria (CITE 1).

Lussemburgo: per il CITE 2: nei licei tecnici, l'insegnamento delle scienze è organizzato in modo integrato.

Paesi Bassi: per il livello secondario inferiore (CITE 2), viene incoraggiato un approccio integrato. Gli obiettivi di insegnamento, in vigore dal 2006, sono formulati intorno al concetto dell'«uomo e la natura» al posto di biologia, fisica e chimica. Le scuole sono comunque libere di offrire discipline separate o un approccio più integrato.

Nota esplicativa

Questa figura mostra il modo in cui i programmi scolastici elaborati dalle autorità educative centrali (o superiori) organizzano l'insegnamento delle scienze: come una materia unica e integrata e/o come materie separate. Per il livello secondario inferiore (CITE 2), è preso in considerazione solo l'insegnamento di tipo generale.

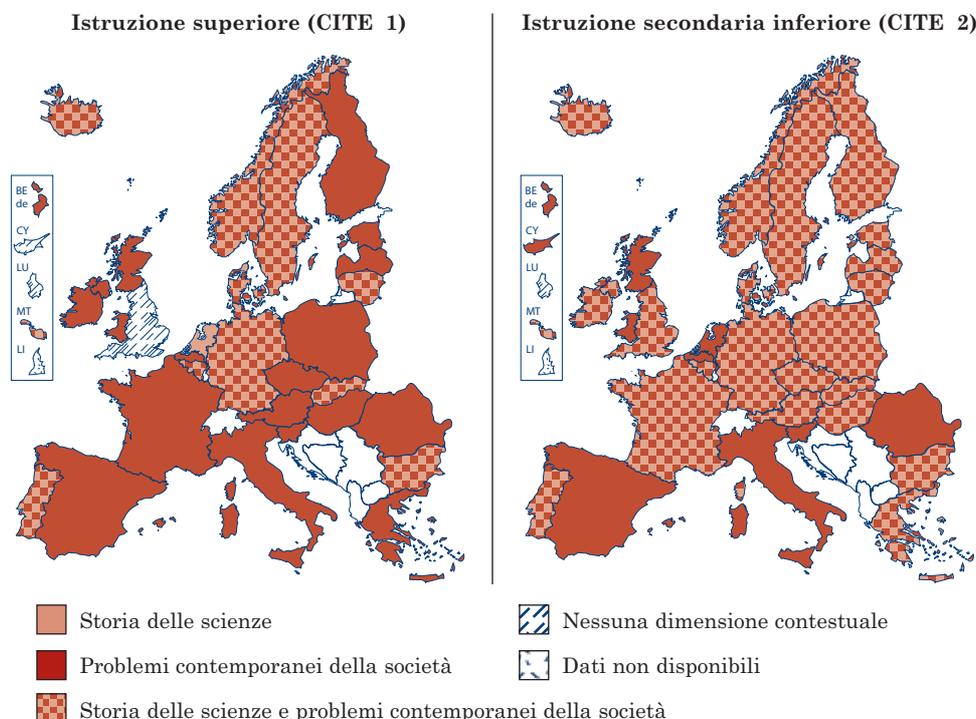
Come mostra la figura 3.1, le scienze possono essere insegnate con un approccio completamente integrato o al contrario essere affrontate attraverso discipline separate (fisica, chimica, biologia, ecc.). A livello primario (CITE 1), eccetto i Paesi Bassi, tutti i programmi scolastici considerano le scienze come una materia integrata. A livello secondario inferiore (CITE 2), la tendenza è inversa: le materie scientifiche sono inserite separatamente nella maggior parte dei programmi. In alcuni paesi, i due approcci sono raccomandati a questo livello. È il caso di Spagna, Lituania, Ungheria, Malta, Slovenia, Svezia e Regno Unito (Scozia).

La prima sezione di questo capitolo prende in esame i programmi che prevedono un approccio che tratta le dimensioni contestuali delle scienze, principalmente la storia delle scienze e i problemi contemporanei della società. La seconda sezione si incentra sul contenuto dei programmi ufficiali, formulati in forma di attività e/o di obiettivi prescritti/raccomandati. Si interessa più in particolare dei seguenti tre aspetti: le attività pratiche/sperimentali, le TIC (tecnologie dell'informazione e della comunicazione) e la comunicazione. Infine, l'ultima sezione presenta un panorama delle riforme e dei dibattiti in corso relativamente ai programmi scolastici di scienze.

3.1. Dimensioni contestuali dell'insegnamento delle scienze

Nella maggior parte dei paesi, i programmi di scienze del livello primario e secondario inferiore si riferiscono alle dimensioni contestuali delle scienze, attraverso la loro storia e/o i problemi contemporanei della società. A livello CITE 1, solo i programmi di tre sistemi educativi non coprono nessuno dei due aspetti. A livello CITE 2, solo un paese non vi fa riferimento.

Figura 3.2. Dimensioni contestuali dell'insegnamento delle scienze nei programmi prescritti/raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice.

Note supplementari (figura 3.2)

Belgio (BE nl): per il livello CITE 2, i dati riguardano solo il programma di biologia.

Repubblica ceca: i dati si basano sui programmi per la *Základní škola*. Esistono programmi distinti per la *Obecná škola* e per la *Národní škola*.

Grecia: per il livello CITE 2, la figura mostra solo la situazione del programma di fisica. Il programma di biologia copre solo i problemi contemporanei della società.

Cipro: per il livello CITE 2, la cartina mostra solo la situazione del programma di fisica. Il programma di biologia copre entrambe le dimensioni.

Lettonia: il nuovo programma di scienze a livello CITE 1, progressivamente in vigore dal 2005/2006, fa riferimento alla storia delle scienze.

Lussemburgo: i dati sono relativi al programma del *lycée général*.

Austria: per il livello CITE 2, viene mostrata la situazione del programma di fisica delle *allgemein bildende höhere Schulen*. Il programma di biologia copre solo i problemi contemporanei della società. I programmi di fisica e di biologia delle *Hauptschulen* affrontano entrambe le dimensioni.

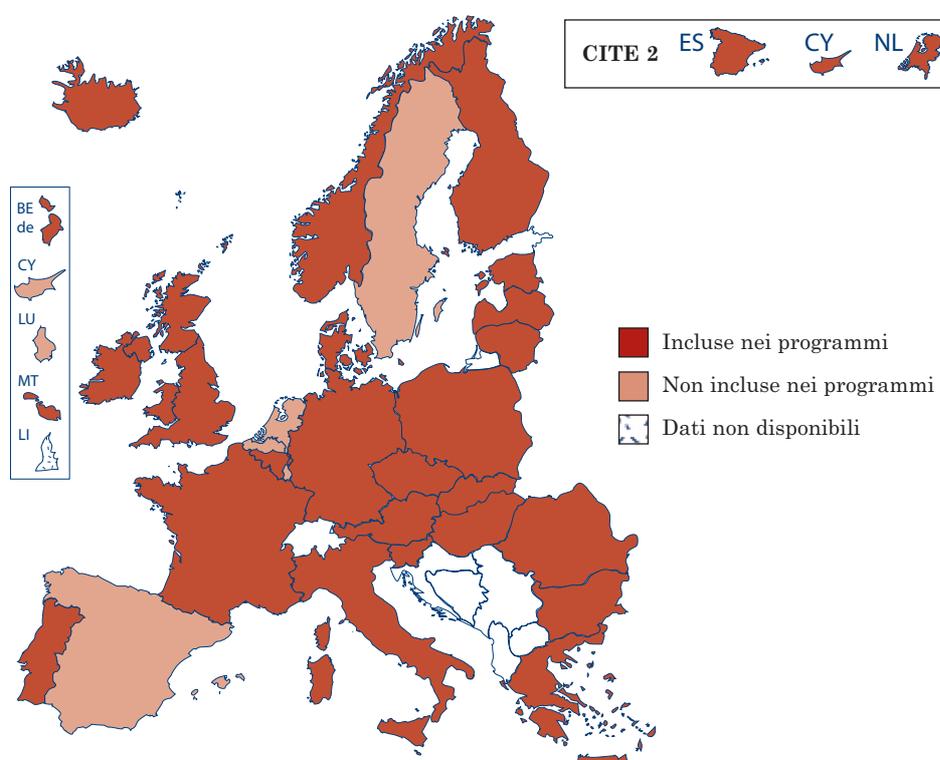
Slovenia: per il livello CITE 2, viene presentata solo la situazione del programma integrato e di fisica. Il programma di biologia copre entrambe le dimensioni.

Nota esplicativa

A livello CITE 2 (secondario inferiore generale), se l'informazione è diversa tra i programmi di fisica e biologia, una nota supplementare precisa tale differenza.

A livello primario, la dimensione storica delle scienze appare in una decina di programmi. Sono il doppio a livello secondario. I Paesi Bassi sono il solo paese in cui il curriculum del livello primario cita solo la storia delle scienze. I «problemi contemporanei della società» sono inclusi nella maggior parte dei programmi. Questa dimensione si manifesta con la presenza dell'attività «discussione in merito a problemi di vita quotidiana e della società», per i paesi i cui programmi prevedono attività.

Figura 3.3. Attività di discussione in merito ai problemi della vita quotidiana e della società nei programmi scolastici di scienze prescritti/raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice

Note supplementari

Belgio (BE nl): a livello CITE 2, i dati sono relativi solo al programma di biologia.

Repubblica ceca: i dati si basano sui programmi per la *Základní škola*. Esistono programmi distinti per la *Obecná škola* e per la *Národní škola*.

Spagna: a livello CITE 1, il programma fa riferimento alle attività «partecipare a una discussione», senza fornire dettagli sul tipo di attività previste.

Lussemburgo: i dati sono relativi al programma del *lycée général*.

3.2. Programmi scolastici di scienze: attività e obiettivi di apprendimento

I programmi scolastici di insegnamento delle scienze possono presentarsi in modi diversi. Possono includere ampie aree relative alle conoscenze (concetti), possono dare indicazioni sulle attività da realizzare con gli alunni, sugli obiettivi di apprendimento e sulle competenze da acquisire. Possono essere previste diverse attività di apprendimento per raggiungere un obiettivo specifico, e una stessa attività può contribuire a raggiungere più obiettivi di apprendimento.

In tutti i sistemi educativi, compresi i paesi che non hanno dei veri e propri programmi ufficiali, esistono delle linee guida emanate dalle autorità educative centrali o superiori, che coprono almeno in parte l'insegnamento delle scienze. Tre paesi (Comunità fiamminga del Belgio, Paesi Bassi, per il livello primario, e Svezia), non impongono né raccomandano l'organizzazione di attività scientifiche nei programmi, ma formulano il contenuto dell'insegnamento di scienze in termini di obiettivi di insegnamento e di apprendimento. Al contrario, alcuni sistemi educativi includono una gamma completa di attività e di obiettivi di apprendimento nei loro programmi di scienze prescritti o raccomandati.

Gli ambiti qui analizzati comprendono concetti e teorie scientifiche, sperimentazioni in laboratorio, il ricorso a una documentazione scientifica, discussioni, l'uso delle tecnologie dell'informazione, la realizzazione di progetti, le gite scolastiche mirate, ecc. L'interazione tra i contenuti dei programmi di scienze, espressi in termini di attività, e gli obiettivi da raggiungere deve essere considerata con cautela. È chiaro che l'assenza di attività prescritte non significa che non siano realizzate attività appropriate per raggiungere un obiettivo definito. Ma è vero anche il contrario e cioè che l'assenza di obiettivi espliciti da raggiungere non significa automaticamente che non ne esistano, ma significa piuttosto che questi sono espressi in termini di attività di apprendimento. Ad esempio, l'uso delle tecnologie dell'informazione può essere un'attività prescritta nelle scuole (ad esempio «comunicare con altri alunni»), ma la capacità di utilizzare le TIC non è necessariamente formulata come un obiettivo da raggiungere in sé.

Attività pratiche/sperimentali

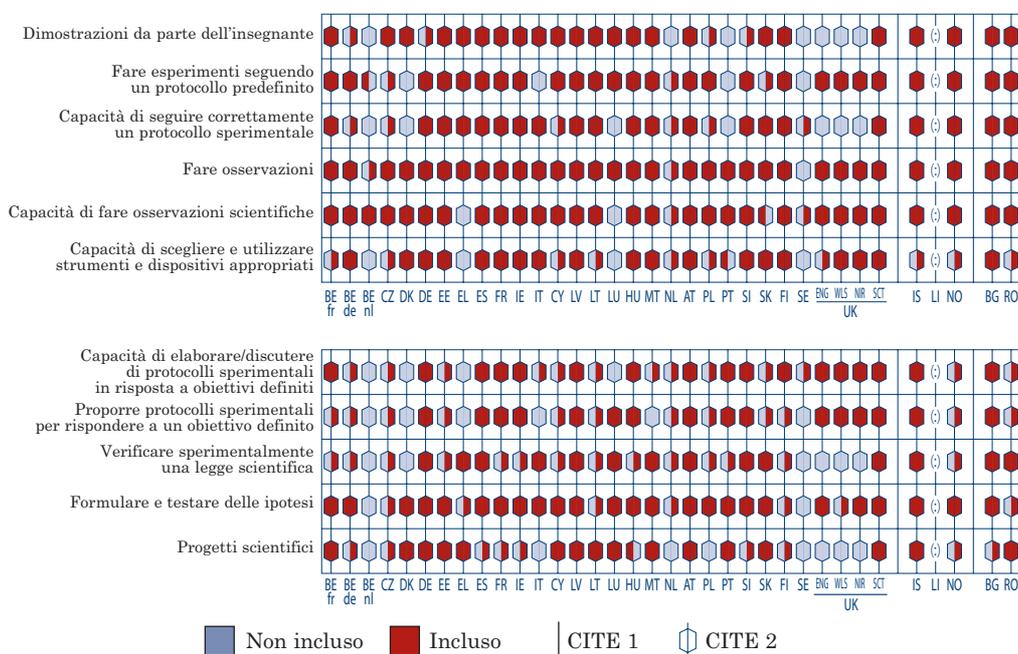
Le attività pratiche/sperimentali costituiscono un aspetto importante e specifico dell'insegnamento delle scienze. I programmi prescritti o raccomandati vi fanno tutti riferimento. «Fare osservazioni» si trova in quasi tutti i programmi in forma di attività e/o di obiettivi.

La ricerca nella didattica delle scienze dimostra un grande interesse per le competenze cognitive complesse. Lo sviluppo di queste durante la formazione scientifica diventa sempre più indispensabile nella misura in cui numerose operazioni che comportano competenze cognitive dette di basso livello, come ad esempio l'applicazione di formule, possono essere ormai svolte attraverso strumenti informatici (cfr. «Ricerca nella didattica e formazione degli insegnanti di scienze», Introduzione). Le attività che richiedono un insieme di conoscenze e competenze complesse e una certa autonomia da parte de-

gli alunni figurano nella maggior parte dei programmi del livello secondario inferiore. Sono invece meno presenti nei programmi del primario. È il caso per esempio di attività come «proporre protocolli sperimentali per rispondere a un obiettivo definito/capacità di elaborare, discutere di protocolli sperimentali in risposta a obiettivi definiti» e «verificare sperimentalmente una legge scientifica». Questa differenza tra il primario e il secondario inferiore si osserva anche per le altre attività olistiche ed esigenti sul piano cognitivo come «formulare e testare delle ipotesi» e «progetti scientifici».

Questo tipo di differenza tra i due livelli di istruzione va segnalato anche per due attività meno complesse: «la capacità di seguire correttamente un protocollo sperimentale» e «la capacità di scegliere e utilizzare strumenti e dispositivi appropriati».

Figura 3.4. Attività pratiche nei programmi scolastici di scienze prescritti/raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice.

Note supplementari

- Belgio (BE nl):** a livello CITE 2, i dati sono relativi solo al programma di biologia.
- Repubblica ceca:** i dati si basano sui programmi per la *Základní Škola*. Esistono programmi distinti per la *Obecná Škola* e per la *Národní Škola*.
- Grecia:** il programma di biologia del livello secondario inferiore non cita né «verificare sperimentalmente una legge scientifica», né «formulare e testare delle ipotesi».
- Francia:** il programma di fisica del livello secondario inferiore incoraggia i «progetti scientifici», senza renderli obbligatori.
- Cipro:** il programma di biologia del livello secondario inferiore non cita la «capacità di scegliere e di utilizzare strumenti e dispositivi appropriati», la «capacità di seguire correttamente un protocollo speri-

mentale», la «capacità di elaborare/discutere di protocolli sperimentali in risposta a obiettivi definiti», «verificare sperimentalmente una legge scientifica» e «formulare e testare delle ipotesi».

Lussemburgo: i dati sono relativi al programma del *lycée général*.

Paesi Bassi: il programma di biologia del livello secondario inferiore non cita «verificare sperimentalmente una legge scientifica».

Austria: per le *Hauptschulen*, i programmi di fisica e biologia non citano la «capacità di scegliere e di utilizzare strumenti e dispositivi appropriati». Il programma di biologia non cita «verificare sperimentalmente una legge scientifica» e «formulare e testare delle ipotesi».

Slovenia: il programma di fisica del livello secondario inferiore non cita i «progetti scientifici».

Nota esplicativa

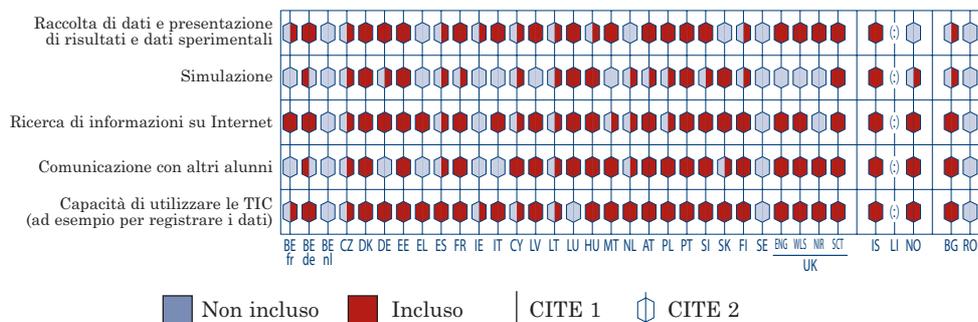
A livello secondario inferiore (CITE 2), se l'informazione è diversa tra i programmi di fisica e biologia, una nota supplementare precisa tale differenza.

«Fare esperimenti seguendo un protocollo predefinito», «fare osservazioni» e «proporre protocolli sperimentali per rispondere a un obiettivo definito» sono classificati come attività di apprendimento, mentre «capacità di seguire correttamente un protocollo sperimentale», «capacità di fare osservazioni scientifiche» e «capacità di elaborare/discutere di protocolli sperimentali in risposta a obiettivi definiti», sono considerati obiettivi di apprendimento.

Tecnologie dell'informazione e della comunicazione

L'uso delle TIC non è una peculiarità dell'insegnamento delle scienze. Infatti, «ricerca informazioni su Internet» e «comunicare con altri alunni» sono attività che possono essere organizzate nell'ambito dell'insegnamento di tutte le materie. Per quanto riguarda le scienze, esse sono presenti nella maggior parte dei programmi, in particolare a livello secondario generale inferiore.

Figura 3.5. Uso delle TIC nei programmi scolastici di scienze prescritti/raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice.

Note supplementari

Belgio (BE nl): a livello CITE 2, i dati sono relativi solo al programma di biologia.

Repubblica ceca: i dati si basano sui programmi per la *Základní Škola*. Esistono programmi distinti per la *Obecná Škola* e per la *Národní Škola*.

Danimarca: per il CITE 2, le prime tre voci sono presenti solo nel programma di fisica.

Spagna: il programma del CITE 1 fa riferimento alle attività «uso delle tecnologie elettroniche», senza fornire dettagli sul tipo di attività prevista.

Cipro: a livello CITE 2, per le prime quattro voci, l'informazione presentata riguarda il programma di fisica. Il programma di biologia le cita tutte e quattro tranne «raccolta dei dati e presentazione dei risultati e dei dati sperimentali» e «ricerca di informazioni su Internet».

Lussemburgo: i dati sono relativi al programma del *lycée général*.

Austria: per il livello secondario inferiore, il programma di biologia delle *Hauptschulen* non cita le «simulazioni» e il programma di fisica non cita «comunicazione con altri alunni». Il programma di biologia delle *allgemein bildende höhere Schulen* non cita nessuna delle voci.

Slovenia: per il livello secondario inferiore, l'informazione presentata riguarda il programma di biologia. Il programma integrato cita tutte le voci tranne l'ultima, e il programma di fisica tutte tranne le ultime due.

Nota esplicativa

A livello secondario inferiore (CITE 2), se l'informazione è diversa tra i programmi di fisica e biologia, una nota supplementare precisa tale differenza.

Le prime quattro voci sono classificate come attività di apprendimento, mentre l'ultima è considerata come un obiettivo di apprendimento.

La «raccolta di dati e presentazione di risultati e dati sperimentali» e le «simulazioni» costituiscono le attività legate alle TIC più attinenti alle materie scientifiche. Appaiono meno frequentemente nei programmi, soprattutto le simulazioni, in particolare a livello CITE 1 dove solo 9 curricula le prevedono. Il coinvolgimento di competenze cognitive relativamente complesse e la necessità di una buona padronanza delle TIC spiegano questa differenza tra i 2 livelli di istruzione. Le attività di ricerca nella didattica delle scienze svolte principalmente a livello secondario superiore (cfr. «Ricerca nella didattica e formazione degli insegnanti di scienze», sezione A.4) mostrano l'interesse di organizzare attività di questo tipo nella misura in cui favoriscono la riflessione teorica e possono aiutare gli alunni a collegare in modo cognitivo la teoria e la pratica.

La Romania è il solo paese in cui il curriculum non prevede nessuna attività e nessun obiettivo relativi all'uso, a livello primario e secondario inferiore, di tecnologie informatiche. Nella Comunità fiamminga del Belgio e in Svezia, bisogna notare che i programmi non contengono nessun esempio di attività di apprendimento.

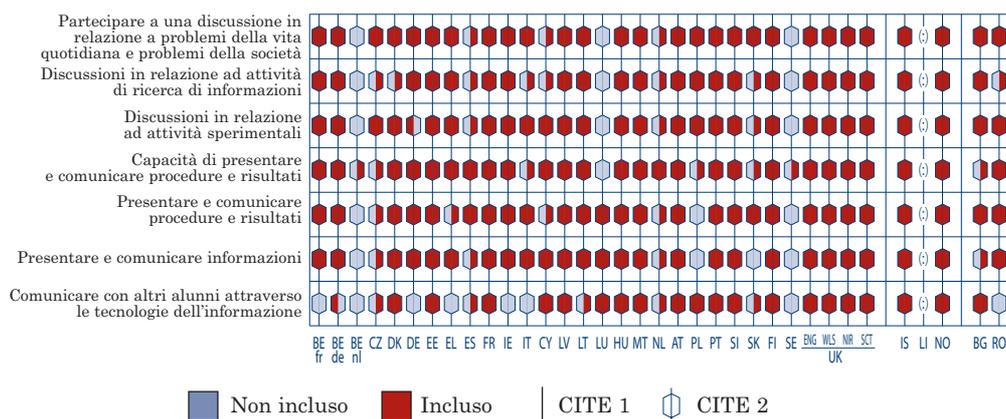
Comunicazione nell'apprendimento delle scienze

Imparare a parlare e a comunicare in maniera «scientifica» sulle attività didattiche svolte è un aspetto importante dell'insegnamento delle scienze che è presente nei diversi programmi scolastici e ha una grande rilevanza.

Le discussioni su argomenti scientifici possono assumere almeno tre forme: discussioni in relazione a problemi della società e problemi della vita quotidiana; discussioni in relazione ad attività di ricerca di informazioni e discussioni in relazione ad attività sperimentali (figura 3.6). La Comunità fiamminga del Belgio e la Svezia non fanno riferimento a nessuna attività di discussione nei programmi di scienze sia a livello CITE 1 che 2. Spagna e Paesi Bassi non fanno nessun riferimento ad attività di questo tipo per il livello CITE 1.

Altrove, se gli alunni del CITE 2 sono sempre invitati a svolgere discussioni sui tre aspetti del lavoro scientifico (tranne in Germania), la situazione a livello CITE 1 è più differenziata. Quasi ovunque (in 29 sistemi educativi), gli alunni della scuola primaria discutono di argomenti scientifici in relazione a problemi della società e problemi della vita quotidiana. Questa attività di discussione è generalmente associata a quella relativa alla ricerca di informazioni (in 24 sistemi educativi). Esiste quindi già un legame molto forte a livello primario tra la ricerca di informazioni (che è una competenza di trattamento dei dati e implica una certa comprensione delle diverse fonti di informazione e della loro affidabilità) e i dibattiti su problematiche sociali di portata generale. La scienza vissuta nel quotidiano può quindi dar luogo a discussioni sulla «concezione del senso comune», permettendo agli insegnanti di determinare il livello di comprensione dei loro alunni e, di conseguenza, le attività didattiche più adatte (cfr. figura 1.2a e «Ricerche nella didattica e nella formazione degli insegnanti di scienze»).

Figura 3.6. La comunicazione nell'apprendimento delle scienze nei programmi scolastici prescritti o raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice.

Note supplementari

- Belgio (BE nl):** a livello CITE 2, i dati sono relativi solo al programma di biologia.
- Repubblica ceca:** i dati si basano sui programmi per la *Základní Škola*. Esistono programmi distinti per la *Obecná Škola* e per la *Národní Škola*.
- Spagna:** a livello CITE 1, il programma fa riferimento alle attività «partecipare a una discussione», «usare la documentazione scientifica» e «uso della tecnologia informatica» senza fornire dettagli sul tipo di attività prevista.
- Cipro:** a livello CITE 2, il programma di biologia non comprende le «discussioni in relazione ad attività sperimentali», né «presentare e comunicare procedure e risultati».
- Lussemburgo:** i dati sono relativi al programma del *lycée général*.
- Austria:** a livello CITE 2, il programma di fisica non comprende la «presentazione e comunicazione di informazioni». I programmi di biologia e fisica delle *Hauptschulen* non comprendono le «discussioni in relazione ad attività di ricerca di informazioni». Il programma di biologia delle *allgemein bildende höhere Schulen* non comprende la «comunicazione con altri alunni attraverso le tecnologie dell'informazione».

Nota esplicativa

A livello secondario inferiore (CITE 2), se l'informazione è diversa tra i programmi di fisica e biologia, una nota supplementare precisa tale differenza.

«Capacità di presentare e comunicare procedure e risultati» costituisce un obiettivo di apprendimento nel programma scolastico mentre «presentare e comunicare procedure e risultati» è considerato come un'attività di apprendimento.

Le discussioni in relazione ad attività sperimentali sono comprese in molti programmi di scienze del livello primario (Cipro è il solo sistema che non cita questo tipo di discussione).

L'analisi delle competenze legate al trattamento dei dati, o più nello specifico le attività associate all'uso di una documentazione scientifica, sottolinea l'importanza attribuita alla presentazione e alla comunicazione delle informazioni. Quando i programmi comprendono uno o più di questi tipi di attività, citano sempre anche la «presentazione e comunicazione di informazioni», tranne in Slovacchia a livello CITE 1. Dato che i programmi del livello secondario inferiore comprendono in generale un maggior numero di attività, questa situazione è più evidente nel livello primario. Mentre le altre attività sono incluse in poco meno della metà dei programmi prescritti o raccomandati, la «presentazione e comunicazione di informazioni» lo è in 26 sistemi educativi. Inoltre, si tratta della sola attività relativa all'uso di documentazioni scientifiche identificata a livello CITE 1 in Irlanda, Italia, Malta, Finlandia, Norvegia e Romania.

Un altro aspetto della comunicazione nell'apprendimento delle scienze riguarda la presentazione e la comunicazione di procedure e risultati. Questo aspetto rientra nella categoria delle attività pratiche che mostra la figura 3.4: le procedure e i risultati qui indicati fanno parte del lavoro scientifico sperimentale. Tutti i sistemi educativi senza eccezioni integrano questo elemento nei programmi dell'istruzione secondaria inferiore. A livello primario, solo sette sistemi educativi non lo fanno.

3.3. Dibattiti e riforme

I programmi scolastici di scienze sono attualmente oggetto di dibattiti e riforme nella maggior parte dei paesi europei. Questi dibattiti riguardano una vasta gamma di aspetti (approcci metodologici, numero di ore di insegnamento, ecc.) e, in alcuni paesi, rientrano in una riforma globale dell'insieme del programma.

Le riforme relative al contenuto dei programmi impongono spesso cambiamenti in altri ambiti, come ad esempio la valutazione degli alunni (sezione 4.4) e la formazione degli insegnanti. Ad esempio, in Irlanda, la revisione dei programmi di insegnamento, effettuata nel 2003, è stata accompagnata da un'ampia revisione del programma di formazione continua degli insegnanti. In particolare, gli insegnanti del livello primario, che generalmente avevano ricevuto una formazione scientifica limitata, hanno potuto beneficiare di una formazione che ha permesso loro di soddisfare le indicazioni dei nuovi programmi, i quali accordavano una maggiore importanza all'insegnamento delle scienze. Invece, nel caso degli insegnanti del livello secondario, la formazione si è maggiormente concentrata sugli aspetti metodologici. In Portogallo, la riforma scolastica attuata nei livelli primario e secondario di primo grado ha dato luogo ad una revisione dei programmi. Per aiutare gli insegnanti ad implementare i nuovi programmi, verrà

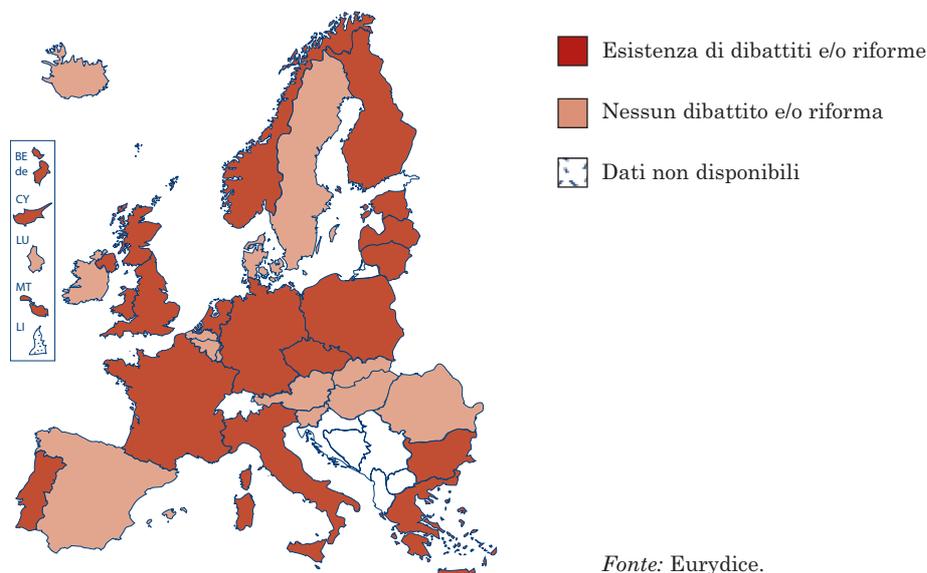
appositamente istituito un programma di formazione in servizio per l'insegnamento delle scienze, che è stato attuato in tutte le scuole primarie a partire dall'anno scolastico 2006/07 e che ha l'obiettivo di migliorare il lavoro scientifico sperimentale.

Inoltre, diversi paesi hanno proceduto a delle riforme globali riguardanti tutto l'insieme dei programmi scolastici. In particolare, la comunità tedesca del Belgio e la Lituania stanno portando avanti un processo di revisione dei programmi scolastici, che dovrebbe terminare nel 2007 e che investe anche il problema delle "competenze chiave".

Pur riguardando l'insieme delle materie del programma, le riforme in Lettonia si focalizzano essenzialmente sulle scienze sociali e sulle materie scientifiche. L'obiettivo generale è di disporre di un curriculum organizzato sulla base di competenze e non più su una serie di nozioni da memorizzare. Nel 2004, in Germania, a livello primario e a livello secondario inferiore, sono stati introdotti dei nuovi standard educativi in alcune materie; per le discipline scientifiche (fisica, chimica e biologia) tale introduzione è stata fatta solo a livello secondario di primo grado). Di conseguenza, i programmi scolastici tedeschi stanno subendo profondi cambiamenti. In Norvegia, la riforma relativa alla promozione della conoscenza (*Kunnskapsløftet*) del 2004 prevede la realizzazione di un nuovo curriculum a partire dal 2006. Quest'ultimo è meno dettagliato ma include obiettivi chiari che specificano il livello di competenza che gli alunni devono raggiungere per ogni livello di istruzione.

Anche in Estonia, l'insieme dei programmi scolastici è in fase di rinnovamento. Anche diversi aspetti dell'insegnamento delle scienze sono oggetto di dibattito: il contenuto, le competenze da acquisire, la metodologia e, in particolare, la definizione del ruolo dell'insegnante e dell'alunno nel processo didattico. Nel Regno Unito (Scozia), una revisione del curriculum è iniziata nel 2004 e, a partire dall'anno scolastico 2006/2007, sono stati adottati nuovi programmi di insegnamento.

Figura 3.7. Riforme o dibattiti in corso relativamente ai programmi di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Ancora più in generale, la Repubblica ceca sta riformando in maniera strutturale i programmi e sta introducendo un sistema in cui le scuole sono obbligate a elaborare il proprio programma sulla base di un programma quadro emanato dal ministero. Nei Paesi Bassi, dal 2006, viene data maggiore libertà anche alle scuole e agli insegnanti nella definizione dei programmi scolastici. Questi possono ad esempio scegliere di insegnare le scienze in modo integrato o separando le materie scientifiche. In Bulgaria, è in corso un ampio dibattito relativamente al programma nazionale 2006-2015 per lo sviluppo dell'istruzione scolastica. In base ad esso, sono previsti cambiamenti relativi alla struttura e al contenuto dell'insegnamento.

Nel Regno Unito (Inghilterra), il Libro bianco del 2005 «*14-19 Education and Skills*» presenta gli obiettivi del governo per riformare il programma scolastico, la valutazione e le opportunità formative offerte agli alunni dai 14 ai 19 anni. Allo stesso tempo, il libro bianco insiste sull'importanza di avere un numero sempre crescente di giovani di 14 anni in possesso di un ampio e solido bagaglio di competenze e motivazioni formative. Inoltre, l'attuale revisione del programma di scienze al *Key Stage 3* (11-14 anni) ha l'obiettivo di superare il modello tradizionale basato sull'apprendimento trasmissivo. Lo scopo del cambiamento è quello, quindi, di elaborare un curriculum più pertinente e flessibile, che dà importanza sia alle basi concettuali chiave della materia, sia ai processi scientifici ritenuti fondamentali, come l'investigazione, la sperimentazione, la valutazione. Attualmente i nuovi programmi di insegnamento sono ancora oggetto di consultazione, in vista di una loro introduzione progressiva a partire dal settembre del 2008.

In Italia, a partire dall'anno scolastico 2004/2005, sono stati introdotti, come parte di una riforma più generale di tutto il sistema di istruzione, nuovi programmi di insegnamento, formulati in termini di obiettivi specifici di apprendimento, a livello primario e secondario inferiore.⁴ Inoltre, per quanto riguarda le scienze, il ministero dell'istruzione ha lanciato, nel febbraio 2006, un progetto chiamato ISS - *Insegnare Scienze Sperimentali* volto, da una parte, ad aumentare il livello di competenze in scienze degli alunni dai 6 ai 16 anni e, dall'altra, a sostenere la formazione continua e lo sviluppo professionale degli insegnanti di questa disciplina.

Le riforme realizzate in Bulgaria relativamente alle scienze si incentrano sul contenuto dell'insegnamento (curriculum, libri di testo) a livello primario e per il primo anno dell'istruzione secondaria inferiore. In Polonia, i dibattiti relativi ai programmi scolastici di scienze porteranno molto probabilmente a una riforma nel settore.

Anche in altri paesi, il ruolo e l'organizzazione delle discipline scientifiche si situano al centro del dibattito in corso nel mondo educativo. A questo proposito, per esempio, in Lettonia e in Finlandia tale dibattito ha introdotto una riforma relativa al numero di ore di insegnamento delle scienze. Inoltre, in quest'ultimo paese, dal 2006/2007, le materie scientifiche sono insegnate in modo separato negli ultimi due anni del CITE 1.

Le riforme possono anche riguardare l'approccio metodologico. Per esempio, a Malta, i dibattiti vertono proprio sul modo di insegnare le materie scientifiche a livello secondario inferiore.⁴ Anche in Francia, i nuovi orientamenti, in vigore a partire da settem-

⁴ Con la presentazione, il 3 aprile 2007, del documento "Cultura, scuola, persona" è iniziata la fase di consultazione, voluta dal nuovo Ministro della Pubblica Istruzione, tra i diversi attori del mondo della scuola, della cultura e delle parti sociali con l'obiettivo di ridefinire le attuali Indicazioni Nazionali per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo di istruzione.

bre 2005 dal primo anno del livello secondario inferiore, riguardano i programmi di “scienze della vita e della terra”, di fisica e chimica e riguarderanno progressivamente tutto il livello CITE 2. Sono volti a introdurre la “dimensione investigativa”, già presente nei programmi del livello primario, con la dizione «*la main à la pâte*», e tendono a dare agli alunni un ruolo fondamentale nella costruzione dei propri saperi. Inoltre, i nuovi orientamenti incentivano ad adottare un approccio multidisciplinare nell’insegnamento delle scienze, nella misura in cui certe tematiche lo consentano (gli orientamenti fanno esplicito riferimento ai casi dell’educazione alla salute e dell’educazione allo sviluppo sostenibile). Nei Paesi Bassi, le commissioni incaricate della revisione dei programmi scolastici si è basata su una concezione dell’insegnamento delle scienze secondo la quale l’insegnamento deve partire dai concetti e dai ragionamenti del senso comune degli alunni per poi sviluppare in seguito una comprensione più accurata e corretta dei fenomeni scientifici.

Nuovi materiali didattici a supporto dell’insegnamento delle scienze sono in fase di sviluppo in Grecia, Lituania e Lettonia. A Cipro, i dibattiti attuali si incentrano sulla riduzione del contenuto del programma di scienze, considerato eccessivo in rapporto alle ore a disposizione per insegnarlo.

Quindi, come si può notare, i programmi di scienze sono oggetto di riforme o dibattiti in molti paesi, che investono aspetti diversi come l’organizzazione, il contenuto e la metodologia.

Molte riforme dei curricula poste in essere in Europa hanno incluso anche la definizione di standard educativi precisi (per esempio, sotto forma di “competenze chiave”) e hanno previsto un’accresciuta autonomia delle singole scuole nella definizione dei programmi stessi.

Tuttavia, questa accresciuta autonomia degli istituti scolastici spesso si accompagna all’attuazione o al potenziamento di forme di valutazione esterna degli alunni per mezzo di test in grado di misurare il livello delle loro conoscenze e competenze in rapporto agli standard definiti a livello nazionale (cfr. capitolo 4).

Capitolo 4

Valutazione standardizzata degli alunni

La valutazione degli alunni può assumere diverse forme (ad esempio, scritta, orale, assistita dal computer, o test pratici) e può avere funzioni differenti. Ad esempio, la valutazione formativa fa parte integrante del processo continuo di insegnamento e di apprendimento e si concentra più in particolare sul *feed-back* reciproco e quotidiano che si crea tra insegnanti e alunni. Questo *feed-back* è poi utilizzato per raggiungere l'obiettivo principale, cioè ottimizzare il processo di apprendimento degli alunni. La valutazione formativa è di solito distinta dalla valutazione sommativa, che ha come oggetto quello di misurare ciò che gli alunni sanno, capiscono e sono capaci di realizzare, cioè valutare il loro livello di competenze. Anche se i risultati della valutazione sommativa possono essere usati per migliorare l'apprendimento, la sua principale funzione è quella di valutare la padronanza delle competenze. I risultati di questa valutazione possono, ad esempio, essere utilizzati per determinare se un alunno ha raggiunto o meno un livello tale di competenza che gli permetta di passare in una classe superiore o al grado scolastico successivo. Quando viene fatta da un organo nazionale o regionale in forma di test o di esami standardizzati, la valutazione sommativa talvolta conduce a una certificazione formale. La valutazione sommativa, che sia certificativa o meno, è comunque usata dai decisori politici come indicatore del rendimento di un sistema educativo; serve quindi ad apportare tutti i cambiamenti eventualmente necessari.

La «valutazione continua» si riferisce alle valutazioni svolte regolarmente, durante tutto il corso d'insegnamento. Se un corso è organizzato in moduli, la valutazione può essere fatta alla fine di ogni modulo (valutazione sommativa) o in modo continuo. La valutazione continua può servire a fini valutativi sia formativi che sommativi.

La valutazione, indipendentemente dalla sua forma, è strettamente legata al contenuto e ai processi di insegnamento e apprendimento. Tuttavia, le interazioni tra questi aspetti della vita scolastica sono piuttosto complesse. Questa ricerca ha evidenziato che la riforma dei programmi scolastici di scienze esige un sistema di valutazione compatibile e coerente se si vuole che gli obiettivi della riforma vengano realizzati. Gli insegnanti di scienze, come, d'altra parte, i loro colleghi responsabili di altre materie, sono ben coscienti del fatto che le conoscenze e le competenze che i loro alunni devono dimostrare al momento degli esami o dei test standardizzati esercitano una forte influenza sul contenuto del loro insegnamento e sul loro modo di insegnare. Allo stesso tempo, il dover superare test ed esami influenza anche lo stile di apprendimento degli alunni e, più in particolare, ciò che lo studio delle scienze a scuola rappresenta per loro. Per questo motivo, gli esami o i test standardizzati possono agire o come freno alle riforme dei programmi e degli ordinamenti didattici, oppure come fattore di cambiamento. È quindi importante identificare le conoscenze e le competenze valutate con test o esami standardizzati usati con lo scopo di valutare e/o di certificare. Comunque, è altresì importante sottolineare che l'assenza di un sistema di test standardizzati a tutti i livelli di un sistema educativo non significa che competenze associate a questo tipo di test non

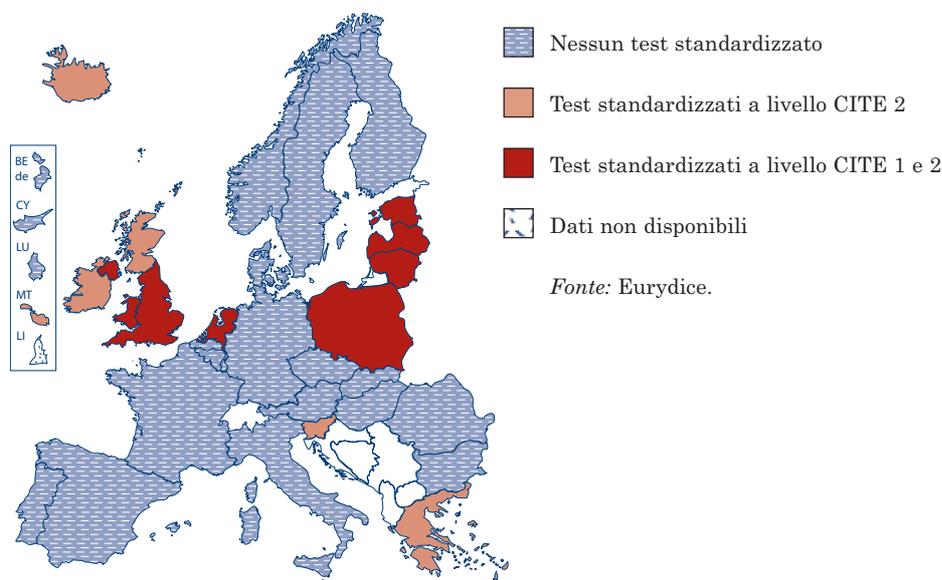
vengano insegnate o vengano insegnate poco. Ad esempio, è possibile affermare che tutti i programmi scolastici di insegnamento delle scienze richiedono agli alunni di acquisire una conoscenza dei concetti, delle leggi e delle teorie scientifiche (cfr. capitolo 3). Il contenuto dell'insegnamento, tuttavia, può variare da un paese all'altro, così come l'accento posto su certe competenze da raggiungere con lo studio delle scienze a scuola, come la capacità di presentare risultati o di riassumere dei dati.

4.1. Esami e test standardizzati di scienze

Nella maggior parte dei paesi, a livello primario (CITE 1) e secondario inferiore (CITE 2), non esiste una valutazione standardizzata degli alunni relativamente alle scienze come materia integrata e/o separata (fisica e/o biologia). Laddove i test di questo tipo sono organizzati, sono più frequenti a livello CITE 2 (cfr. figura 4.1). Nessun paese ha una valutazione standardizzata degli alunni solo a livello CITE 1, e sei paesi hanno standardizzato la valutazione degli alunni solo a livello CITE 2. Otto sistemi educativi procedono a una valutazione standardizzata degli alunni a entrambi i livelli.

Anche altri paesi prendono in esame la possibilità di introdurre valutazioni standardizzate delle materie scientifiche. Nella sezione 4.4 viene fornito, a questo proposito, un quadro generale dei dibattiti e delle riforme in corso. Ad esempio, in Germania, la valutazione standardizzata degli alunni in fisica e/o in biologia è in fase di elaborazione in tutti i *Länder*. Il Baden-Württemberg, la Baviera e la Nordreno - Vestfalia hanno annunciato l'introduzione di questo tipo di test. Allo stesso modo, la direzione della valutazione e della prospettiva (*DEP*) presso il ministero francese dell'educazione nazionale sta realizzando una valutazione standardizzata nelle materie scientifiche alla fine del livello CITE 1 e 2, che verrà svolta periodicamente, ogni circa 5 anni, a partire dal 2007.

Figura 4.1. Esami e test nazionali standardizzati di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Note supplementari

Danimarca: dal 2007, le materie scientifiche sono valutate alla fine dell'istruzione obbligatoria.

Germania: valutazioni standardizzate degli alunni in fisica e biologia (CITE 1 e 2) sono elaborate dall'*Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen* (Istituto per lo sviluppo della qualità nell'educazione).

Francia: valutazioni standardizzate degli alunni nelle materie scientifiche verranno organizzate regolarmente alla fine del livello CITE 1 e 2.

Lettonia, Paesi Bassi, Polonia: non esistono test standardizzati relativi alle scienze propriamente dette a livello CITE 1, anche se i temi scientifici fanno parte di un programma nazionale di test.

Paesi Bassi: solo gli alunni dell'istruzione secondaria preprofessionale (*VMBO*) sostengono test standardizzati alla fine del livello CITE 2.

Portogallo: la valutazione nazionale a livello CITE 2 sarà presto estesa per comprendere le materie scientifiche.

Slovenia: dal 2005/2006, gli esami nazionali non sono più obbligatori alla fine del secondo ciclo, e sono stati soppressi alla fine del primo ciclo.

Nota esplicativa

Gli esami/test standardizzati sono esami nazionali (o parti di esami) o test concepiti dalle autorità educative centrali o superiori in materia educativa, con lo scopo di certificare o di valutare gli alunni.

Negli otto sistemi educativi che organizzano una valutazione standardizzata degli alunni a livello primario, le valutazioni sono svolte per valutare i progressi fatti dagli alunni più che per certificare; la certificazione alla fine del livello primario è del resto poco diffusa nei sistemi scolastici europei. Quando valutazioni di questo tipo sono svolte a livello secondario inferiore, la certificazione assume un ruolo più importante. In cinque paesi è identificata come lo scopo della valutazione standardizzata degli alunni a questo livello. In altri sei paesi, invece, lo scopo della valutazione standardizzata degli alunni è, allo stesso tempo, la certificazione e la valutazione. In quattro paesi, è solo la valutazione. Nel caso di Malta, per esempio, la valutazione standardizzata degli alunni a livello secondario inferiore assume due forme diverse. Gli esami scolastici annuali sono fatti per valutare, mentre l'«esame di certificazione dell'istruzione secondaria» è certificativo. In Slovenia, gli esami nazionali sono stati soppressi alla fine del primo ciclo e non sono più obbligatori alla fine del secondo ciclo.

4.2. Tipi di competenze e conoscenze valutate

I test e gli esami scolastici incentrati sulle materie scientifiche possono valutare un'ampia gamma di competenze. In ogni modo, richiedono che gli alunni abbiano memorizzato concetti scientifici importanti, come le leggi di Newton sul moto o le nozioni elementari relative alla fotosintesi. Gli alunni possono anche essere testati sul livello di comprensione di questi concetti e sulla loro capacità di applicarli in contesti familiari o meno. Le scienze sono comunque anche una materia pratica, e i corsi pratici di scienze mettono l'accento sull'acquisizione di un certo numero di

competenze scientifiche pratiche, anche se ciò varia da paese a paese. Queste competenze pratiche sono completate da altre competenze, come la capacità di trattare e presentare i dati, di pensare in modo scientifico e di presentare un problema in termini scientifici (cfr. capitolo 3). Tutte le competenze valutate dagli esami e dai test standardizzati relativi alle materie scientifiche possono essere associate a una delle seguenti categorie:

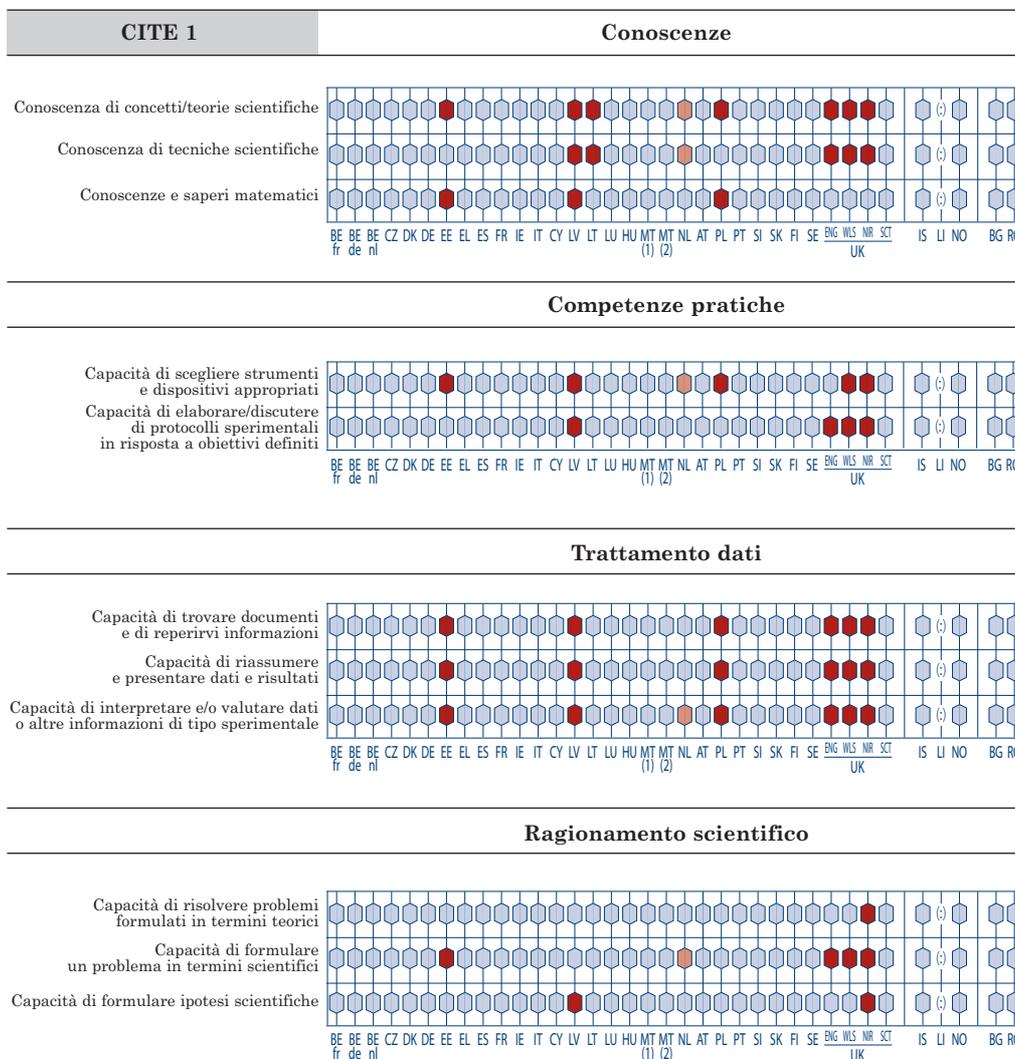
- capacità di riconoscere e applicare le conoscenze e le teorie scientifiche;
- competenze pratiche, come la capacità di selezionare strumenti e attrezzature appropriate;
- competenze di trattamento dati, come la capacità di riassumere e presentare risultati;
- competenze in termini di ragionamento scientifico, come l'attitudine a formulare ipotesi scientifiche.

Queste diverse competenze possono essere testate in modi diversi. Gli insegnanti procedono oralmente e in modo regolare quando interrogano gli alunni nell'ambito dei processi quotidiani di insegnamento e apprendimento, in classe o nel laboratorio di scienze. Nell'ambito dei test standardizzati svolti per valutare e/o certificare, molte competenze sono valutate attraverso esami scritti, anche se test assistiti al computer sono stati sperimentati nei Paesi Bassi e saranno utilizzati per gli esami di fisica a partire dal 2007.

Tuttavia, mentre certe competenze fortemente associate alle scienze applicate possono essere valutate con esami scritti o assistiti al computer (come ad esempio la capacità di formulare e/o testare un'ipotesi scientifica in base a dati ben definiti) numerose competenze pratiche non possono essere valutate con gli stessi strumenti. Per farlo, sono necessarie altre forme di test, basate sulle osservazioni strutturate degli insegnati di scienze sul lavoro dei loro alunni, sugli esami pratici formali o su progetti a carattere scientifico. Tuttavia, queste due ultime tipologie di test sono più difficili da organizzare e gestire rispetto ai tradizionali test scritti standardizzati, e sono anche più costosi, specialmente se effettuati su larga scala. Richiedono inoltre procedure diverse per stabilire la loro validità e affidabilità. Le nozioni di validità e affidabilità sono, infatti, fondamentali per qualsiasi forma di test. La consapevolezza della validità e dell'affidabilità dei test standardizzati è essenziale per farsi un'idea del grado di attendibilità che può essere accordata ai risultati.

Bisogna anche ricordare che il fatto di testare l'attitudine di un alunno a formulare un problema in termini scientifici non fornisce nessuna indicazione sul tipo di problema in questione; allo stesso modo, l'attitudine a selezionare gli strumenti e le attrezzature appropriate non offre nessuna indicazione relativa agli strumenti e alle attrezzature tra cui deve essere fatta la selezione. Non è, dunque, il contenuto dei test e degli esami di scienze l'oggetto di questa raccolta, ma il tipo di conoscenze e competenze valutate.

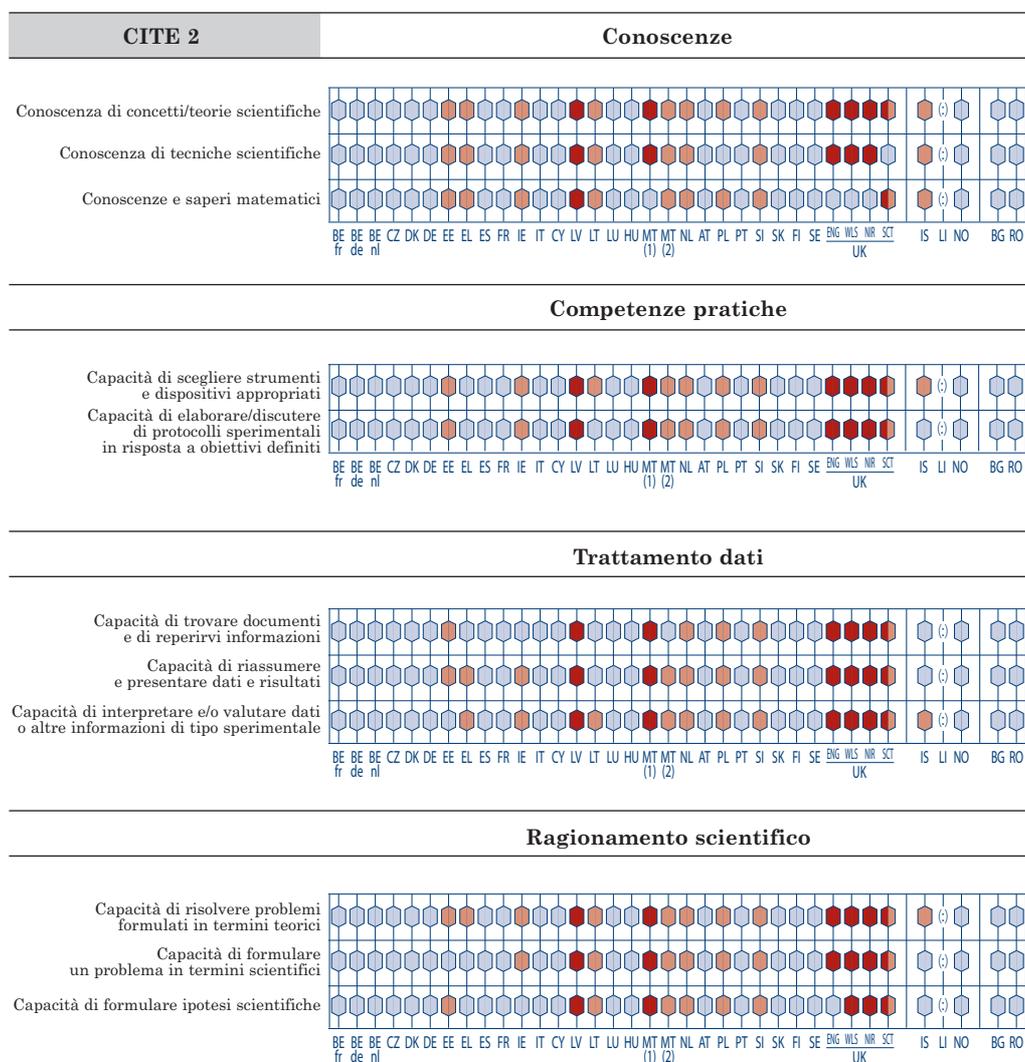
Figura 4.2a. Tipi di competenze valutate con esami e test nazionali standardizzati di scienze (CITE 1). Anno scolastico 2004/2005.



- Nessun esame/test standardizzato di scienze a livello nazionale
- Scienze insegnate come materie separate (fisica/biologia)
- Scienze insegnate come materia integrata

Fonte: Eurydice.

Figura 4.2b. Tipi di competenze valutate da esami e test nazionali standardizzati di scienze (CITE 2). Anno scolastico 2004/2005.



- Nessun esame/test standardizzato di scienze a livello nazionale
- Scienze insegnate come materie separate (fisica/biologia)
- Scienze insegnate come materia integrata

Fonte: Eurydice.

Note supplementari

Grecia: la conoscenza e la competenza matematica sono prese in considerazione solo nella valutazione della fisica.

Lettonia: la fisica e la biologia sono insegnate come materie separate a livello CITE 2, anche se l'esame standardizzato alla fine di questo livello è un esame di scienze come materia integrata.

Lettonia, Paesi Bassi, Polonia: non esistono test standardizzati relativi alle scienze propriamente dette a livello CITE 1, anche se i temi scientifici fanno parte di un programma nazionale di test.

Nota esplicativa

Gli esami/test standardizzati sono esami nazionali (o parti di esami) o test concepiti dalle autorità educative centrali o superiori in materia educativa, con lo scopo di certificare o di valutare gli alunni.

A livello primario, otto sistemi educativi testano la conoscenza che gli alunni hanno dei concetti e delle teorie scientifiche. La conoscenza delle tecniche sperimentali o di indagine scientifica è richiesta agli alunni in sei sistemi educativi. Il Regno Unito (Inghilterra, Galles e Irlanda del Nord) e la Lettonia testano la più ampia gamma di competenze a questo livello educativo.

Per il livello secondario inferiore, la conoscenza dei concetti e delle teorie scientifiche resta un aspetto importante della valutazione; sono comunque più spesso testate separatamente per la biologia e la fisica che nell'ambito di un insegnamento scientifico integrato. Nei paesi che hanno un sistema di test standardizzati a questo livello, viene messo l'accento sulla valutazione del ragionamento scientifico e delle competenze pratiche come l'abilità a porre un problema in termini scientifici, a formulare delle ipotesi, a selezionare gli strumenti appropriati. In cinque sistemi educativi, queste competenze sono testate nel contesto di un insegnamento integrato delle scienze.

Va notata anche l'importanza riconosciuta da alcuni nuovi Stati membri dell'Unione europea, come Estonia, Lettonia, Polonia e Slovenia, alla valutazione di un'ampia gamma di competenze, sia a livello primario che a livello secondario inferiore.

La conoscenza dei concetti e delle teorie scientifiche è richiesta nei test nazionali a entrambi i livelli di insegnamento, anche se un numero più importante di paesi ha questa esigenza se la fisica e la biologia sono insegnate separatamente. Ovviamente, i concetti e le teorie testati a questi due livelli possono essere molto diversi e riflettono le diverse età degli alunni in questione e le loro diverse attitudini a trattare con idee sofisticate. A livello primario, viene posto meno l'accento sulle competenze pratiche, sul trattamento dei dati e sulle attitudini al ragionamento scientifico rispetto al livello secondario inferiore. Solo Estonia, Lettonia, Paesi Bassi, Polonia e Regno Unito (Inghilterra, Galles e Irlanda del Nord) testano queste competenze al primario. Le differenze tra paesi nell'equilibrio tra i diversi tipi di competenze richieste dai test standardizzati a livello secondario inferiore sono relativamente minori, in particolare nel contesto di un insegnamento separato di fisica e biologia.

Da un punto di vista generale, la gamma di competenze valutate nei paesi che hanno esami scolastici standardizzati di scienze a livello primario e, in modo più diffuso, a li-

vello secondario inferiore, riflette le competenze normalmente associate all'azione e al ragionamento scientifico nella progettazione, nell'esecuzione e nella relazione di un'indagine scientifica. In tali pratiche viene anche sottolineato il carattere internazionale delle indagini scientifiche e l'universalità delle conoscenze, concetti che costituiscono un aspetto comune dei corsi di scienze nelle scuole europee.

4.3. Attività relative a progetti scientifici

Le attività relative ai progetti scientifici implicano attività di sperimentazione in laboratorio o in altri ambienti, e hanno carattere di ricerca. Possono essere svolte dall'insieme di una classe o da alunni che lavorano singolarmente o in piccoli gruppi. Tali attività possono estendersi per un certo periodo, che può essere anche di diverse settimane, e forniscono agli alunni l'occasione di confrontarsi con uno studio di carattere scientifico che ha come oggetto un tema specifico. Possono prevedere la collaborazione di altre persone, in altre scuole, attraverso Internet o con altri mezzi, e la stesura di un rapporto finale.

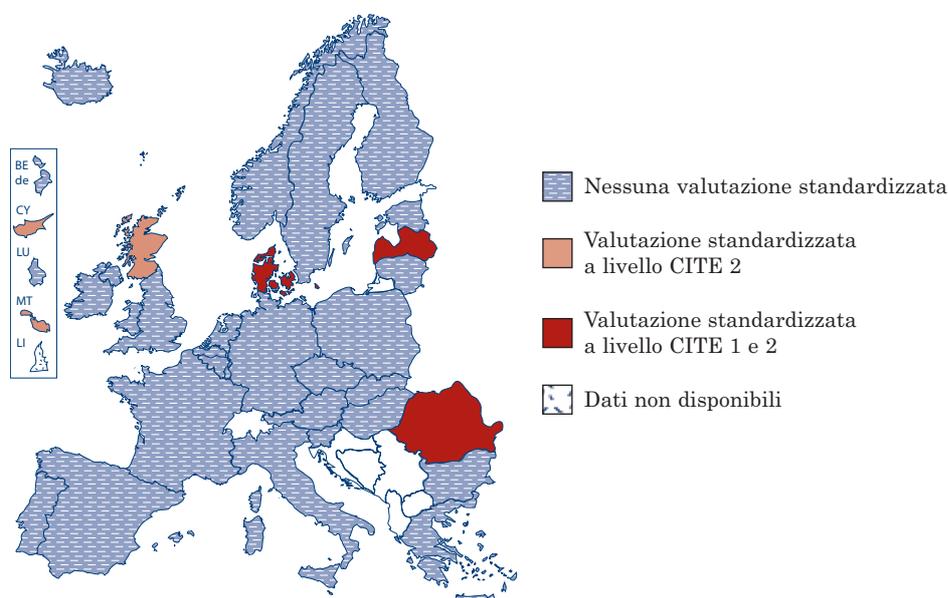
La valutazione standardizzata di questo tipo di attività relative a progetti scientifici non è una caratteristica significativa dell'insegnamento delle scienze, né a livello primario né a livello secondario inferiore, come mostra la figura 4.3.

Infatti solo tre paesi (Danimarca, Lettonia e Romania) hanno forme di valutazione standardizzata in entrambi i livelli di istruzione per le attività relative a progetti scientifici, mentre in Scozia, Cipro e Malta tale forma di valutazione di applica solo al livello secondario inferiore. L'Irlanda sta per introdurre questo approccio nell'insegnamento e apprendimento delle scienze a livello secondario inferiore dall'anno scolastico 2005/2006.

Come nel caso di test ed esami standardizzati, l'assenza di criteri di valutazione standardizzati delle attività relative a progetti scientifici non può essere interpretata come un'indicazione secondo la quale gli alunni non acquisiscono le competenze normalmente associate a questo tipo di attività, ad esempio una conoscenza dei concetti e delle teorie scientifiche o l'attitudine a fare osservazioni scientifiche. È importante però riconoscere che obiettivi identici di valutazione possono riflettere tipi diversi di attività legate a progetti. Ad esempio, richiedere agli alunni che dimostrino, nelle attività relative a progetti scientifici, una capacità di formulare ipotesi scientifiche non ci fornisce informazioni sull'argomento delle ipotesi formulate o sulla natura del progetto scientifico che vi è collegato. Allo stesso modo, la capacità di fare osservazioni scientifiche può essere sviluppata nel contesto di attività relative a progetti di diverso tipo, anche nell'ambito di una disciplina ben definita, come la fisica o la biologia.

Nei sei paesi in cui queste valutazioni vengono svolte, il contesto è diverso tra il livello primario (materia integrata) e il livello secondario inferiore (fisica e biologia). La gamma di competenze e conoscenze valutate è più ampia a livello secondario inferiore, tranne in Danimarca dove le stesse competenze sono valutate a entrambi i livelli.

Figura 4.3. Valutazione standardizzata delle attività relative a progetti scientifici (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



Fonte: Eurydice.

Nota esplicativa

La valutazione standardizzata delle attività relative a progetti scientifici significa che i criteri di valutazione sono definiti dalle autorità educative centrali o superiori in materia educativa.

Bisogna notare che una stessa gamma di competenze e conoscenze è valutata attraverso attività relative a progetti scientifici in biologia e fisica a livello secondario inferiore in Lettonia, nel Regno Unito (Scozia) e in Romania. La stessa cosa vale a questo livello per Malta, anche se esistono differenze tra i tre paesi per quanto riguarda le competenze e le conoscenze valutate. La similitudine delle competenze valutate riflette un impegno comune in favore di un approccio all'insegnamento e all'apprendimento delle scienze basato sull'indagine scientifica.

La Lettonia testa, attraverso attività relative a progetti scientifici e nel contesto delle scienze insegnate come materia integrata a livello primario, una gamma molto più ampia di competenze rispetto a Cipro o alla Romania. La Danimarca valuta una vasta gamma di conoscenze e competenze relativamente al trattamento dei dati a livello primario e secondario inferiore.

A livello secondario inferiore, i dati forniti da quattro di questi sei paesi suggeriscono una maggiore uniformità in fisica che in biologia per quanto riguarda le competenze valutate nelle attività relative a progetti scientifici.

4.4. Dibattiti in corso sulla valutazione

Le informazioni presentate nelle sezioni precedenti riguardano la situazione dell'anno scolastico 2004/2005. Questa sezione tenta di identificare i dibattiti o i cambiamenti previsti in materia di valutazione dei risultati dell'insegnamento scolastico delle scienze.

La figura 4.4 riassume la situazione e mostra che i dibattiti in corso sulla valutazione sono presenti in quasi tutti i paesi e spesso a entrambi i livelli educativi. L'interesse dimostrato in questo ambito è strettamente legato ai dibattiti sulla forma e il contenuto dell'insegnamento scolastico delle scienze, sul modo in cui gli insegnanti di scienze devono essere formati e sul modo di realizzare cambiamenti nel sistema scolastico. Fa anche parte di un fenomeno più globale che riflette la preoccupazione dei governi e parti sociali, relativamente all'innalzamento degli standard dell'educazione scientifica, alla promozione delle conoscenze nel settore e all'introduzione di sistemi di valutazione che assicurino l'implementazione dei suddetti obiettivi/standard. Quando un corso di scienze è definito in termini di competenze o di obiettivi di apprendimento piuttosto che sotto forma di una più tradizionale lista di contenuti scientifici, la valutazione è strettamente connessa a misurare non solo ciò che gli alunni fanno, ma anche quello che sanno fare. In questo modo un sistema di valutazione può riflettere e sostenere il raggiungimento degli obiettivi di apprendimento previsti dai programmi.

Diversi temi sono oggetto di dibattito o di riforma in Europa. Sono riportati qui sotto suddivisi per macrocategorie.

Creazione di standard nazionali e/o di agenzie incaricate della valutazione

Nei paesi che non hanno nessuna tradizione di esami nazionali, si è reso necessario creare degli organismi o delle agenzie responsabili di tali test. Nella maggioranza dei casi, la creazione di questi enti è legata all'entrata in vigore di precisi standard educativi nazionali e/o dell'uso di test per misurare saperi e capacità scientifiche degli alunni nelle varie fasi del percorso educativo. In Germania, ad esempio, un nuovo istituto per lo sviluppo della qualità dell'istruzione (*Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungswesen*) è stato creato nel 2004 dai *Länder*, i quali, da parte loro, avevano già iniziato a mettere a punto un sistema di valutazioni standardizzate degli alunni in biologia e fisica (CITE 1 e 2). Queste valutazioni saranno utilizzate nei prossimi anni e seguiranno l'introduzione degli standard educativi in biologia, chimica e fisica a livello CITE 2 definite nel dicembre 2004. Questi standard educativi sono obbligatori per tutti i *Länder* e l'istituto assume la responsabilità del loro sviluppo e il compito di elaborare e somministrare i test standardizzati di valutazione degli alunni sul territorio nazionale.

In Lettonia, nuove norme relative alle scienze insegnate come materia integrata, alla fisica e alla biologia, devono entrare progressivamente in vigore, a partire dall'anno scolastico 2005/2006. Queste norme porranno maggiormente l'accento sul lavoro di ricerca e di indagine scientifica che diventerà un obiettivo chiave per gli alunni.

In Austria, sono attualmente in fase di sperimentazione in alcune scuole pilota degli standard educativi nazionali per il tedesco, la matematica e anche per l'inglese (per quest'ultima disciplina, limitatamente al livello secondario inferiore). Nel breve periodo è previsto lo sviluppo di standard analoghi anche per la fisica, la chimica e la biologia.

In Repubblica ceca, è stato creato un Centro di valutazione degli apprendimenti educativi per sviluppare un sistema di supervisione e di valutazione. Inoltre, è stato varato un progetto quadriennale specifico (2005-2008) per la valutazione degli alunni in due momenti "chiave" dell'istruzione obbligatoria: al 5° e al 9° anno. Anche in Lituania sono stati attuati due progetti pilota (il primo tra il 2001 e il 2003 e il secondo tra il 2004 e il 2006) incentrati sulla valutazione degli alunni (e, nello specifico, su quella che è oggetto di un esame scritto). In Finlandia, nel 2003 è stato creato un centro di valutazione dell'istruzione con lo scopo di valutare il processo di insegnamento/apprendimento, di contribuire a sviluppare la cultura della valutazione e di promuovere la ricerca nel settore.

Come si può notare, a livello internazionale viene data una sempre maggiore attenzione alla tematica relativa agli standard di valutazione, anche se la misura in cui questi standard possono essere applicati, e il loro rapporto con il programma scolastico di scienze, variano da paese a paese. Nei sistemi federali, dove l'insegnamento dipende dalla responsabilità delle comunità o delle regioni, queste ultime tendono a reagire in modo separato alla pubblicazione di standard «nazionali». Invece, in un sistema centralizzato, un programma nazionale specifica le conoscenze e i livelli di apprendimento che ci si aspetta da tutti gli alunni ai diversi livelli dell'istruzione obbligatoria, e rende questi requisiti obbligatori. In molti casi, infine, si nota come la definizione di standard nazionali ha richiesto una revisione radicale dei curricula delle materie scientifiche. In Finlandia, ad esempio, anche se non esistono test standardizzati, il nuovo programma nazionale comune definisce dei criteri di valutazione.

Estensione dei sistemi di valutazione esistenti per includere le scienze

In alcuni paesi, la valutazione nazionale degli alunni è già stata intrapresa, ma tale valutazione spesso non include le materie scientifiche.

In Danimarca, dal 2007, tutte le materie scientifiche saranno valutate alla fine del periodo di istruzione obbligatoria. È previsto che tali test siano somministrati per mezzo del computer. Sempre nel 2007, la Francia organizzerà delle valutazioni standardizzate delle materie scientifiche che ripeterà ogni cinque anni. In Portogallo, la valutazione nazionale svolta a livello CITE 2 sarà estesa per comprendere le materie scientifiche, inoltre, il ministero dell'educazione sta studiando anche la realizzazione di una valutazione finale nazionale alla fine del quarto anno di istruzione.

A Malta, il *National Minimum Curriculum* (1999) include le scienze come una delle discipline di base, ma le scienze non fanno parte delle materie attualmente testate alla fine dell'istruzione primaria. È in corso un dibattito sulla loro inclusione, anche se non è stato ancora definito un calendario per l'attuazione. Sempre a Malta, è in corso una discussione sulla riforma dell'attuale *National Certificate*. Di questo è stata incaricata l'unità MASTEC dell'Università di Malta, che ha già avanzato una serie di proposte.

Dibattiti sulla valutazione degli alunni relativamente alle materie scientifiche sono in corso anche in Polonia, in contemporanea a quelli sul programma di base comune per le scienze a tutti i livelli del sistema educativo. In Italia, l'*Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema Educativo di Istruzione e di Formazione* sta sperimentando l'uso dei test per le materie scientifiche (insieme a test per la valutazione in italiano e in matematica) a livello primario e secondario di primo grado, ma l'uso di questi test a fini valutativi o certificativi non è stato ancora definito.

Ampliamento della gamma delle competenze valutate

Come abbiamo visto, diversi paesi stanno ampliando gli obiettivi in materia di valutazione degli alunni nell'insegnamento delle scienze a scuola e/o stanno introducendo cambiamenti nelle tecniche di valutazione. In Estonia, per esempio, il Centro per lo sviluppo del curriculum dell'Università di Tartu sta elaborando dei nuovi curricula. Tali curricula prevedono, a partire dal 2007, l'introduzione di un sistema di valutazione che rifletterà l'enfasi data dai nuovi programmi all'apprendimento empirico delle scienze, alla scoperta, all'attitudine a formulare ipotesi scientifiche e a condurre discussioni su tematiche connesse alle scienze.

Nel Regno Unito (Inghilterra), la riforma della valutazione degli alunni nelle materie scientifiche fa parte della riforma in corso dei programmi scolastici per il *Key Stage 3* (11-14 anni). A questo proposito è stato proposto che le descrizioni dei livelli di apprendimento – che forniscono una base standardizzata che permette di formulare giudizi sul rendimento degli alunni – siano riviste per riflettere la nuova importanza data alle “grandi idee” e ai “processi chiave” nel settore scientifico, al fine di accompagnare più efficacemente gli insegnanti nei loro compiti di valutazione formativa. Gli altri cambiamenti considerati prevedono il riequilibrio della valutazione tra le competenze di investigazione, la comprensione e la memorizzazione di fatti. Riguardano anche l'equilibrio tra la valutazione fatta dagli insegnanti e i test somministrati da organismi esterni alla scuola. A partire dal 2011, a seguito dell'introduzione nel 2008 del nuovo programma scolastico per gli alunni di 11 anni, saranno utilizzati nuovi test per gli alunni di 14 anni.

In Grecia, un progetto di legge già votato dal Parlamento sta portando il sistema scolastico greco verso l'introduzione di un sistema di valutazione degli alunni che metta l'accento più sulle competenze associate alle scienze piuttosto che alla semplice ripetizione dei contenuti scientifici.

Impiego di tecniche di valutazione innovativa

Nei Paesi Bassi, il centro di valutazione *CITO* ha elaborato nuove tecniche di valutazione con l'obiettivo di riflettere l'accento pedagogico e la valorizzazione data dal curriculum all'apprendimento basato sull'indagine e la sperimentazione scientifica. Inoltre, il risultato di un recente studio pilota ha portato alla decisione di introdurre, a partire dal 2007, l'uso del computer come parte integrante degli esami nazionali *VMBO* di fisica. Tale metodo verrà utilizzato, nel 2008, anche per la biologia. Secondo lo studio-pilota, infatti, l'uso del computer consentirà di testare le nuove forme di competenza, come, per esempio, la capacità di effettuare esperimenti virtuali e di condurre osservazioni sul comportamento animale. In Irlanda, un'accresciuta attenzione alle attività pratiche

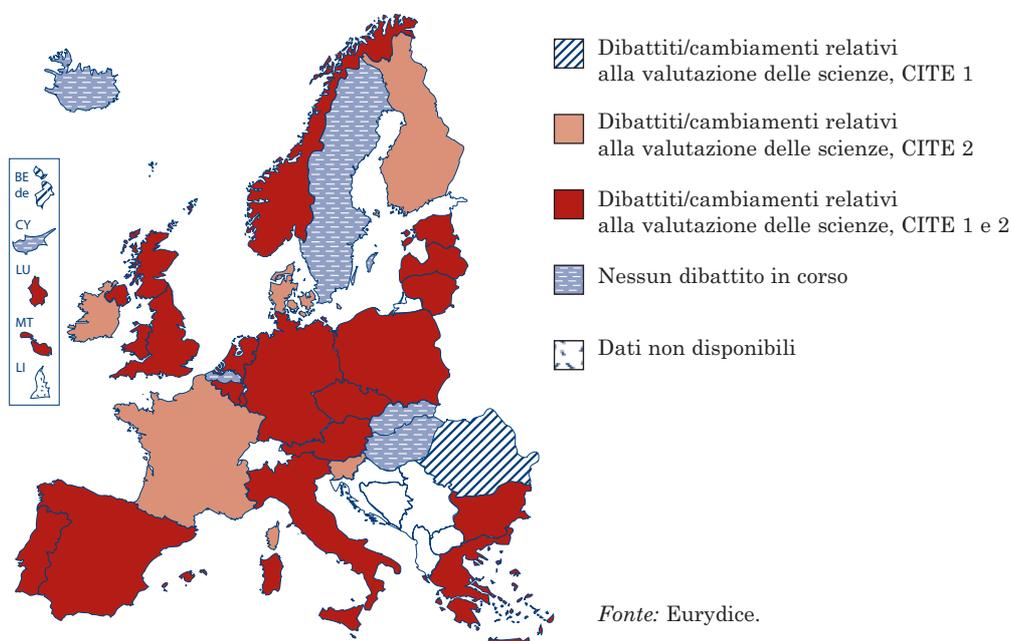
scientifiche degli alunni della scuola secondaria inferiore condurrà ad una valutazione diretta di tale lavoro, che rappresenterà il 35% della valutazione finale dell'alunno, mentre il 25% sarà legato alla partecipazione a progetti specifici e il 10% sarà costituito dalla valutazione del lavoro svolto dall'alunno nei tre anni del corso scientifico.

In Slovenia, il Comitato consultivo del Dipartimento delle scienze dell'Istituto nazionale dell'educazione ha messo a punto un sistema di «valutazione autentica» e si è impegnato nella formazione dei cosiddetti «insegnanti moltiplicatori», incaricati di diffondere tra i colleghi le pratiche innovative in materia di valutazione degli alunni e di spiegare la loro influenza sui metodi di insegnamento. È stata elaborata una vasta gamma di tecniche di valutazione. Queste comprendono l'uso di computer per i test, la valutazione dell'apprendimento di gruppo, interviste, osservazioni, la produzione di esempi di portfolio, la presentazione di progetti comprendenti un'ampia gamma di test non tradizionali. Sempre in Slovenia, dall'anno scolastico 2005/2006, gli esami nazionali alla fine del primo ciclo di istruzione sono stati soppressi, mentre quelli alla fine del secondo ciclo non sono più obbligatori, e quelli che completano il terzo ciclo non sono più usati a scopi certificativi.

In Finlandia, l'elevato livello di rendimento degli alunni nell'indagine PISA (*Programme for International Student Assessment*) nel 2003 e nel 2006 non ha determinato cambiamenti nel sistema di valutazione, ma ha spinto a ricercare le ragioni di tale successo.

Nel Regno Unito (Inghilterra), i cambiamenti considerati relativi alla valutazione degli alunni di 14 anni includono l'introduzione di test assistiti da computer (ciò offre la possibilità di organizzarli a richiesta).

Figura 4.4. Dibattiti/riforme sulla valutazione degli alunni in scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.



**Nomi e obiettivi degli esami (o delle diverse parti di esame)/
test standardizzati di scienze (figure 4.1 e 4.2) (CITE 1 e CITE 2), 2004/2005.**

	CITE 1		CITE 2	
	Nome/ natura dell'esame/ del test	Obiettivo dell'esame/ del test	Nome/ natura dell'esame/ del test	Obiettivo dell'esame/ del test
DE	Dei test sono in fase di definizione in tutti i <i>Länder</i> per essere introdotti nel prossimo futuro. I <i>Länder</i> del Baden-Württemberg, della Baviera e del Nord Reno-Vestfalia hanno già annunciato la creazione di questo tipo di test.			
EE	Test nazionali standardizzati alla fine della fase II (livello 6). Materia oggetto dei test stabilita ogni anno dal ministero dell'educazione e della ricerca. Nel 2002 e nel 2003, la materia scelta è stata l'insegnamento scientifico.	Valutazione	Esame finale dell'istruzione obbligatoria. La lingua materna e la matematica sono obbligatorie. Gli alunni possono scegliere tra fisica, chimica, biologia, storia e geografia.	Valutazione e certificazione
EL	(-)	(-)	(i) Esami di passaggio di fine anno; primi due anni del CITE 2. (ii) Esami di fine anno; ultimo anno del CITE 2.	Valutazione e certificazione
IE	(-)	(-)	<i>Junior Certificate Examination</i>	Certificazione
LV	Test nazionale con scienze naturali come materia integrata.	Valutazione	Test nazionale con scienze naturali	Valutazione e certificazione
LT	Scienze come materia integrata (livello 4).	Valutazione	Scienze come materia integrata (livello 6); biologia, fisica e chimica a livello 8 e 10.	Valutazione sistematica
MT	(-)	(-)	(i) Esami scolastici annuali (ii) Certificato nazionale dell'istruzione secondaria, alla fine dell'istruzione obbligatoria.	(i) Valutazione (ii) Certificazione
NL	Esame finale dell'istruzione primaria (una parte) e sistema di monitoraggio degli alunni (una parte),	Valutazione sistematica	Esami nazionali in fisica e biologia (istruzione secondaria preprofessionale – <i>VMBO</i>).	Certificazione sistematica
PL	Test nazionale alla fine dell'istruzione primaria.	Certificazione e valutazione	Test nazionale alla fine dell'istruzione secondaria inferiore (<i>gymnasium</i>).	Certificazione e valutazione
SI	(-)	(-)	Test nazionali in fisica e biologia.	Certificazione sistematica
UK ENG	<i>National Curriculum Assessment</i> Valutazione nazionale del programma a 11 anni.	Valutazione	<i>National Curriculum Assessment</i> Valutazione nazionale del programma a 14 anni	Valutazione
UK WLS	<i>National Curriculum Assessment</i> . Valutazione nazionale del programma a 11 anni (facoltativa dal 2004/2005, valutazione degli insegnanti solo dal 2005/2006).	Valutazione	<i>National Curriculum Assessment</i> . Valutazione nazionale del programma a 14 anni (valutazione degli insegnanti e valutazione standard solo dal 2005/2006).	Valutazione
UK NIR	Valutazione al <i>Key Stage 1</i> (valutazione degli insegnanti). I <i>transfer tests</i> facoltativi sostenuti a 11 anni coprono le materie scientifiche. Questi ultimi saranno aboliti nel 2008.	Valutazione	<i>Key Stage 3</i> Irlanda del Nord: Valutazione del programma (valutazione esterna e degli insegnanti) a 14 anni.	Valutazione
UK SCT	(-)	(-)	<i>Standard Grade</i> Scienze, biologia e fisica. <i>Intermediate 1 e 2</i> . Scienze, biologia e fisica	Certificazione sistematica
IS	(-)	(-)	<i>Samræmt próf í náttúrufræði</i> . Esame di scienze naturali, coordinato a livello nazionale	Valutazione e certificazione

Fonte: Eurydice.

Ricerche nella didattica e nella formazione degli insegnanti di scienze

Martine Méheut, professoressa all'IUFM dell'Académie di Créteil

Introduzione

Le ricerche nella didattica delle scienze sono sempre più focalizzate sullo sviluppo delle competenze cognitive di alto livello (concettualizzazione, creazione di modelli, risoluzione di problemi, procedimenti scientifici) la cui importanza nella formazione scientifica cresce rapidamente. Le abilità comportamentali (saper usare le attrezzature) e le competenze cognitive di basso livello: capacità di imparare e ripetere delle definizioni, delle leggi; applicare formule, saper risolvere problemi standard perdono valore in particolare a causa dello sviluppo degli strumenti informatici e dei sistemi automatizzati. La formazione scientifica evolve verso apprendimenti cognitivi di più alto livello, per i quali i vecchi metodi, basati principalmente sulla trasmissione e la ripetizione, si rivelano inadatti.

È necessario inserire le ricerche nella didattica delle scienze in un contesto sociale più ampio. Si tratta di permettere a un massimo di persone di svolgere a pieno il loro ruolo di cittadini di società scientificamente e tecnicamente avanzate. Ciò suppone la comprensione non solo di conoscenze scientifiche legate alle evoluzioni tecniche, ma anche della natura della scienza, dei suoi metodi, insieme alla capacità di definire la portata degli argomenti scientifici in dibattiti pubblici che comprendono altre dimensioni, in particolare ambientali, economiche, sociali ed etiche. Si ritrovano qui le prospettive adottate dal 1990 in diversi curricula e standard di insegnamento scientifico, che appaiono in modo esplicito in progetti come *Science for All Americans* (AAAS 1989, NRC 1996), *Science in the New Zealand Curriculum* (Ministry of Education 1993), *English National Science Curriculum* (www.curriculumonline.gov.uk), *Pan Canadian Science Project* (Council of Ministers of Education 1997), PISA (OCSE 2001).

Devono senz'altro essere definite delle priorità tra i numerosi obiettivi dell'insegnamento delle scienze che offre questa prospettiva; tali scelte non dipendono unicamente dalle competenze dei ricercatori. Le ricerche nella didattica sono volte ad aprire prospettive, a fornire informazioni sulla fattibilità e sugli effetti di diversi approcci all'insegnamento delle scienze. Si tratta, basandosi su altre discipline, in particolare la psicologia, la filosofia e la storia delle scienze e la linguistica, di esplorare le potenzialità di diversi tipi di risorse e di modalità di insegnamento, per aumentare la motivazione degli studenti, il piacere di apprendere, la loro idea delle attività scientifiche e l'efficacia dei dispositivi di insegnamento/apprendimento in termini di sviluppo di competenze.

Questa problematica generale può declinarsi in diverse domande:

- Quali apprendimenti favorire?

Ciò suppone una riflessione sulle scienze e pone la questione di tappe possibili nello sviluppo di conoscenze e competenze scientifiche. In questa sede il focus sarà sulle ricerche relative agli apprendimenti concettuali (A.1 e A.2), ma anche allo sviluppo di procedimenti scientifici (A.3) e di competenze argomentative (A.5).

- Quali sono gli apporti specifici da parte degli strumenti informatici?

Le conseguenze dello sviluppo delle tecnologie informatiche nell'insegnamento sono molteplici; ci interesseremo qui (A.4) agli apporti specifici all'insegnamento delle scienze: raccolta e trattamento automatico di dati da una parte, simulazioni dall'altra.

- Come motivare gli alunni?

Verranno presentate le ricerche sui fattori in grado di accrescere l'interesse dei bambini e degli adolescenti per gli studi scientifici (A.6).

Si pone anche la questione della diffusione di nuovi approcci all'insegnamento delle scienze e dunque della formazione degli insegnanti, questione che appare in forme differenti a seconda delle correnti di ricerca.

- Quali sono le concezioni comuni della scienza e del suo insegnamento tra gli insegnanti di scienze in formazione o con esperienza? (B.1)
- Quali sono i saperi professionali che intervengono nello sviluppo delle pratiche di insegnamento delle scienze? (B.2)
- Come si appropriano gli insegnanti delle pratiche innovative che sono loro proposte? (B.3)

Questo rapporto ovviamente non potrà esaurire l'argomento; tenendo conto della ricchezza del settore e dei termini imposti a questo lavoro, sono state fatte delle scelte. È stato deciso di presentare alcuni argomenti di ricerca, le cui conseguenze sulla formazione degli insegnanti appaiono oggiparticolamente importanti, dando per ogni argomento una panoramica delle questioni trattate e dei risultati ottenuti.

A. Ricerche sull'apprendimento delle discipline scientifiche

A.1. Concezioni e ragionamenti «del senso comune»

Le concezioni erranee, pre-concezioni, rappresentazioni, tipi di conoscenze, concetti fenomenologici, ragionamenti spontanei e del senso comune; molti lavori hanno rilevato modi di «vedere» il mondo, di spiegare i fenomeni, che presentano differenze significative rispetto ai concetti e ai ragionamenti scientifici (cfr. ad esempio, Tiberghien 1984; McDermott 1984; Driver, Guesne e Tiberghien 1985; Shipstone 1985; Johsua e Dupin 1993; Viennot 1996; Galili e Hazan 2000).

Alcuni di questi lavori forniscono informazioni sui modi di rappresentare un tipo o un altro di fenomeno. Si possono citare numerosi lavori sui concetti in elettrocinetica, meccanica, ottica, chimica e biologia.

Altri lavori s'interessano più in particolare a caratterizzare strutture generali di ragionamento soggiacenti al funzionamneto di questi diversi modelli interpretativi di fenomeni vari.

A.1.1. Concezioni: alcuni esempi

Numerose ricerche svolte in diversi paesi (Tiberghien 1984; Shipstone 1985), relative a popolazioni di età e livello di formazione scientifica diversa, hanno permesso di mettere in evidenza le tappe della comprensione del funzionamento di circuiti elettrici semplici, prima di arrivare a un modello compatibile con le leggi dell'elettrocinetica insegnate:

- a un solo filo: l'«elettricità» parte da una fonte (pila, presa di corrente) e va verso l'apparecchio di uso per essere «consumata»; in un tale modello, un solo filo che collega la fonte all'apparecchio è sufficiente per garantire il funzionamento dell'apparecchio. Ad esempio, è sufficiente un filo che collega una lampadina a un'estremità di una pila perché la lampadina possa accendersi;
- circolazione sequenziale: la «corrente elettrica» parte da un generatore, alimenta i diversi apparecchi posti nel circuito, attenuandosi progressivamente, e torna al generatore per «recuperare l'energia» che ha perso;
- circolazione a corrente costante: l'intensità della corrente prodotta da un generatore è la stessa in tutti i punti di un circuito serie, ma non dipende dal circuito usato.

Questi ragionamenti fanno intervenire una nozione di elettricità, di corrente elettrica, le cui proprietà assomigliano in alcuni casi a quelle del concetto di energia, in altri a quelle del concetto di intensità. L'oggetto dei primi apprendimenti concettuali nell'ambito dell'elettrocinetica può allora essere formulato in termini di costruzione/differenziazione dei concetti di intensità, di tensione e di energia elettrica.

Nell'ambito dell'ottica, sono state messe in evidenza in diversi contesti (età, paese) (Galili e Hazan 2000) tappe nella comprensione della formazione di immagini:

- concezione «olistica», chiamata anche «immagine viaggiante»; una lente parzialmente occultata dà un'immagine parziale di un oggetto (una parte dell'immagine «non può passare»);
- concezione del «raggio-rotai», un solo raggio proveniente da un punto oggetto basta per trasportare l'informazione relativa a questo punto, e quindi a ottenere un'immagine di questo punto.

Nell'ambito della chimica, ricerche relative ad alunni dai 10 ai 15 anni, in diversi paesi (Andersson 1990), hanno rilevato un'assenza di differenziazione tra trasformazioni fisiche e trasformazioni chimiche, dato che una combustione può essere vista come un fenomeno di fusione, o di vaporizzazione, dovuto alla presenza di una fiamma; una reazione tra una soluzione e un solido può essere interpretata come una dissoluzione, una reazione tra due solidi o due soluzioni come una miscela. Queste categorie di interpretazione: fusione, vaporizzazione, dissoluzione, miscela, restano per molto tempo nelle spiegazioni di trasformazioni della materia. Questi risultati permettono di precisare l'oggetto dei primi apprendimenti concettuali in chimica: differenziazione delle trasformazioni fisiche e chimiche, costruzione delle nozioni di specie chimica, di sostanza pura e di elemento chimico.

A.1.2. Strutture di ragionamento

Qui si tratta di caratterizzare delle strutture generali di ragionamento che appaiono nelle concezioni di fenomeni vari. Le attività svolte in questa prospettiva accentuano il ruolo del tempo nelle spiegazioni, in particolare il ragionamento lineare casuale (Viennot 1996): laddove la scienza ragiona in termini di relazioni tra variabili, e di covariazioni (senza che una variabile sia anteriore all'altra o che una abbia un ruolo casuale rispetto all'altra), il senso comune comporta storie in termini di successione di eventi, in cui le relazioni di causa-effetto hanno un ruolo importante.

Queste storie possono essere relative a entità più o meno astratte: elettricità, corrente elettrica, immagini, luce. Ad esempio (A.1.1), nell'interpretazione del funzionamento di un circuito elettrico, gli alunni raccontano di una «corrente elettrica» che segue il circuito e subisce modifiche successive a causa di componenti che incontra sul suo percorso. In ottica, è l'immagine che, partendo da un oggetto luminoso, può incontrare diversi ostacoli (lente, specchio, schermo) e subire la loro azione, in particolare essere fermata o invertita.

Questa stessa struttura di ragionamento (lineare e casuale) si può ritrovare a livello più alto, essendo ora le entità di cui si parla delle variabili. Un evento (variazione di una variabile) può quindi apparire come causa di quello seguente; quando più variabili variano in modo simultaneo, una sola viene presa in considerazione in ogni fase del ragionamento (Viennot 1996).

Così, ad esempio, per spiegare lo spostamento di una superficie dovuto a una differenza di pressione tra i suoi due lati (Méheut 1997), gli alunni all'inizio prendono in considerazione solo la pressione che è stata inizialmente modificata (la «cause» dello spostamento), «dimenticando» la pressione sull'altro lato; solo in un secondo momento considerano che questa può essere modificata a causa dello spostamento della superficie (variazione di pressione da un lato -> spostamento della superficie -> variazione della pressione dell'altro lato). Per interpretare l'aumento di volume dovuto a una variazione di temperatura di un gas (a pressione esterna costante), invece di usare relazioni di covariazione tra pressione, volume e temperatura di un sistema (equazioni di stato, nelle quali il tempo non interviene) gli alunni rendono il ragionamento lineare, dato che la variazione di temperatura è causa di una variazione di pressione, che comporta una variazione di volume che causa una nuova variazione di pressione. Invece di gestire variazioni concomitanti di due variabili, introducono due fasi, ognuna delle quali corrisponde alla considerazione della variazione di una sola variabile, in cui il risultato di una fase (variazione di una variabile) è causa della successiva.

A.2. Cambiamento concettuale

La messa in luce delle difficoltà di apprendimento proprie di un ambito, delle concezioni e delle modalità di ragionamento del senso comune e della loro resistenza all'insegnamento tradizionale, porta a cercare degli approcci didattici capaci di favorire delle evoluzioni verso forme di pensiero scientifico.

Molti lavori si sono sviluppati in questa prospettiva, portando all'elaborazione e alla sperimentazione di situazioni di insegnamento in diversi ambiti: meccanica, elettrocinetica, ottica, energia, chimica, struttura della materia in particolare (Méheut e Psillos 2004).

Alcune di queste ricerche pongono l'accento sull'autonomia degli alunni nel processo di costruzione dei saperi, in particolare sulla loro responsabilità nell'elaborazione dei problemi da affrontare e nell'organizzazione delle procedure per risolverli (Lijnse 1995). Altre riconoscono un ruolo importante al conflitto cognitivo, cioè alla presa di coscienza da parte degli alunni dei limiti delle loro concezioni del mondo, contraddicendo le loro previsioni con attività adatte proposte dall'insegnante (Dewey e Dykstra 1992; Ravanis e Papamichael 1995). Altre infine si basano su un'analisi approfondita dei saperi in gioco, delle domande alle quali hanno risposto, per proporre attività tali da favorire gli apprendimenti concettuali (Lemeignan e Weil Barais 1994; Robardet 1995).

In questo insieme di lavori (Arnold e Millar 1996; Chauvet 1996; Galili 1996; Barbas e Psillos 1997; Gilbert e Boulter 1998; Komorek, Stavrou e Duit 2003; Viiri e Saari 2004) emerge progressivamente un consenso sull'importanza da dare, per elaborare situazioni di insegnamento-apprendimento, a due tipi di analisi a priori:

- analisi dei saperi coinvolti, del loro sviluppo, delle loro funzionalità (cosa permettono di prevedere, di spiegare?);
- analisi delle difficoltà di apprendimento, concezioni degli alunni.

I risultati di queste analisi sono utilizzati in un procedimento di «ricostruzione didattica» o di «ingegneria didattica», che porta a proposte di contenuti e di situazioni di insegnamento (Méheut e Psillos 2004).

I risultati di questo tipo di ricerche sono di varia natura.

Forniscono dei riferimenti metodologici per l'elaborazione di situazioni di apprendimento definite dal punto di vista degli apprendimenti previsti, basati sulla conoscenza scientifica da acquisire e in relazione alla conoscenza degli alunni.

Danno indicazioni sugli effetti di queste situazioni, in termini di evoluzione cognitiva degli alunni in diversi ambiti.

Come vedremo in seguito (B.2), questi risultati possono contribuire allo sviluppo dei saperi professionali necessari agli insegnanti per impegnarsi negli approcci didattici che lasciano un ampio spazio all'attività cognitiva degli alunni.

A.3. Ruolo delle attività sperimentali nell'apprendimento delle scienze

A.3.1. Alcune osservazioni di partenza

Gli obiettivi delle attività sperimentali nell'insegnamento delle scienze appaiono molteplici: motivare gli alunni, sviluppare abilità di manipolazione, favorire l'apprendimento di conoscenze, di metodi, di attitudini scientifiche (Jenkins 1999).

Per quanto riguarda le procedure sperimentali, esse appaiono troppo spesso in forme stereotipate (Leach e Paulsen 1999); l'istruzione primaria appare però più aperta ad attività di investigazione e riconosce un ruolo importante alle attività di test di ipotesi (Haigh e Forret 2005).

Sembra (Johsua e Dupin 1993; Windschitl 2003) che nell'istruzione secondaria, gli esperimenti siano principalmente usati in una prospettiva

- di illustrazione dei concetti,
- di verifica di una legge,
- o di un approccio induttivo: esperimento, osservazioni, misurazioni e conclusioni.

L'alunno si trova nelle condizioni per svolgere gli esperimenti che gli sono richiesti, fare osservazioni e misurazioni, mentre le conclusioni sembrano imporsi da sole, dato che non sono conosciute in anticipo.

Una ricerca basata sull'analisi di schede di attività pratiche in diverse discipline (fisica, chimica, biologia) in sette paesi europei mette in evidenza un obiettivo comune ai diversi paesi e alle diverse discipline: la familiarizzazione con gli oggetti e i fenomeni (manipolare gli oggetti, provocare un evento, osservare un evento); un obiettivo meno comune è invece l'organizzazione di una procedura per trattare una questione. Le attività pratiche di fisica appaiono, più di quelle di chimica o di biologia, orientate verso l'apprendimento delle leggi, delle relazioni tra variabili (imparare a trattare dei dati, utilizzare dei dati per arrivare a una conclusione), quelle di chimica danno invece grande importanza all'obiettivo «imparare a seguire un protocollo sperimentale», quelle di biologia danno un po' più di spazio all'organizzazione di una ricerca per trattare una questione (Tiberghien et al. 2001).

Molti lavori condotti in diversi paesi mostrano le difficoltà incontrate dagli alunni a «stabilire un legame» tra le esperienze e la teoria. Le attività sperimentali danno poche opportunità di parlare di fisica, dato che le manipolazioni e le misurazioni occupano una parte importante del tempo (Niedderer et al. 2002) dando luogo ad attività di routine, a scapito della riflessione teorica e della riflessione sull'esperienza (Hucke e Fischer 2002).

Le critiche e le proposte riflettono due linee principali:

- dare un'immagine più ricca e diversificata delle procedure scientifiche: formulazione, riformulazione di una domanda, di un problema, di un'ipotesi, pianificazione di esperimenti, miglioramento di un protocollo, controllo dei fattori, raccolta e trattamento dei dati, interpretazione dei dati, uso di simulazioni, dibattiti, ecc.;
- dare maggiore autonomia agli alunni; proporre loro compiti più aperti stimolando così attività di un più alto livello cognitivo.

Alcune di queste proposte si inseriscono in una prospettiva di sviluppo di una cultura scientifica, che riconosce un ruolo importante alla costruzione da parte degli alunni di rappresentazioni delle attività e delle procedure scientifiche.

A.3.2. Formulazione e test di ipotesi

In seguito ai lavori di Piaget, sono state iniziate molte ricerche sullo sviluppo del ragionamento ipotetico-deduttivo nell'apprendimento delle scienze. Diversi tipi di compiti sono stati oggetto di analisi: così, in certe attività viene posto l'accento sullo studio dell'effetto delle variabili date (Millar 1996); in altre, i problemi sono più aperti e lasciano agli studenti il compito di proporre delle variabili da studiare (Cauzinille et al. 1985; Flandé 2000).

Le ricerche svolte tra alunni dai 9 ai 14 anni (Cauzinille et al. 1985; Millar 1996; Flandé 2000; Millar e Kanari 2003) pongono l'attenzione sui seguenti punti:

- gli alunni non sembrano desiderare «spontaneamente» di ricorrere all'esperimento, per sostenere un'affermazione;

- fare un esperimento può apparire come un modo per togliere un dubbio, decidere tra varie opinioni; sembra che gli alunni facciano esperimenti per verificare un'ipotesi sulla quale non c'è il consenso;
- gli alunni di questa età hanno la tendenza a prendere in considerazione solo una variabile, e possono quindi ignorare i cambiamenti nelle altre;
- gli alunni non sentono il bisogno di ripetere una misurazione, sembra che non si facciano domande sulla qualità delle misurazioni e sulle possibilità di migliorarle;
- qualunque differenza tra due misurazioni volte a testare l'effetto di una variabile è considerata come significativa; è molto più facile per gli alunni considerare le variabili come dipendenti (due misurazioni sono sufficienti) che indipendenti;
- la dispersione dei risultati di misurazione pone problemi; si deve ritrovare sistematicamente lo stesso risultato quando si ripete una misurazione;
- gli alunni non prestano attenzione alle possibili fonti di dispersione (limiti del controllo delle variabili) solo quando c'è disaccordo tra previsioni e risultati.

Gli esperimenti svolti da Flandé (2000) descrivono la progressione degli alunni di 10-11 anni in termini di separazione delle variabili, di formulazioni di ipotesi, di proposte e di analisi di protocolli di test di ipotesi, in relazione con l'uso di tabelle come supporto al ragionamento.

Queste ricerche forniscono quindi indicazioni sulle procedure «spontanee» degli alunni, sulle possibili fasi nello sviluppo di procedure sperimentali, e sui tipi di situazioni favorevoli a queste evoluzioni: così, ad esempio, il ricorso alla sperimentazione può essere proposto dagli alunni per risolvere una contraddizione tra di loro, la riflessione sulla dispersione e la qualità delle misurazioni può nascere da una contraddizione tra risultato di un'esperienza e previsione. Esse mettono in evidenza possibili progressioni degli alunni nell'ambito di strategie di insegnamento di queste procedure tenendo conto delle possibilità cognitive degli alunni.

A.3.3. La natura dell'indagine scientifica

Dagli anni '90, nei curricula si sono evidenziate evoluzioni relative al ruolo delle attività sperimentali: inizialmente incentrate sulle abilità di manipolazione da una parte, concettuali dall'altra, in seguito organizzate in base a procedure stereotipate, si inseriscono sempre più nelle procedure di indagine aperte comportando l'elaborazione di questioni scientifiche, la formulazione di ipotesi, l'elaborazione di dispositivi e di protocolli sperimentali, la scelta di dati da raccogliere, il trattamento dei dati, l'organizzazione e la comunicazione dei risultati.

Attività svolte con alunni dai 15 ai 17 anni mostrano che tali procedure possono creare una sensazione di insicurezza tra gli insegnanti e gli alunni, dato che gli alunni in-

contrano delle difficoltà soprattutto per quanto riguarda l'elaborazione di procedure sperimentali e la presentazione dei dati. È quindi necessario riflettere sul possibile supporto da offrire loro. Attraverso tale supporto attentamente strutturato, sono stati osservati effetti positivi in termini di apprendimenti concettuali e di rappresentazioni della natura della scienza (Haigh e Forret 2005).

Uno studio (Butler-Songer, Lee e McDonald 2003) relativo alla realizzazione di standard NRC (2000) porta a una prospettiva di sviluppo progressivo, su più anni, delle competenze di indagine scientifica. Gli autori di questo studio constatano infatti realizzazioni diverse del curriculum in funzione del contesto (tipo di scuola, personale), dell'insegnante stesso, del livello degli alunni. Sugeriscono quindi di mettere a disposizione degli insegnanti attività corrispondenti a livelli di autonomia crescente nello sviluppo di procedure scientifiche. In questa stessa prospettiva, Windshitl (2003) propone una progressione nelle procedure di investigazione, partendo dalle procedure più diffuse (esperimenti di verifica e procedura pre-strutturata) verso forme più autentiche di investigazione, guidata (la questione viene proposta agli alunni) o aperta (gli alunni formulano le domande).

Secondo Millar (1996), sembra che gli alunni si pongano inizialmente (9-12 anni) più facilmente in una prospettiva di ottimizzazione di un effetto, di un fenomeno, e solo in seguito (12-14 anni) sono in grado di evolvere verso un approccio più scientifico di esplorazione delle relazioni tra variabili.

Notiamo che questo tipo di ricerche rende necessario il chiarimento di alcuni elementi epistemologici. Quali sono gli aspetti essenziali delle procedure sperimentali? Possiamo considerare che un'ipotesi possa essere verificata, rifiutata o confermata, da un esperimento; a quali condizioni? Allo stato attuale, le risposte a queste domande raramente sono esplicite; lo sviluppo delle ricerche didattiche porta progressivamente a precisarle. Questa esigenza di chiarificazione si fa sempre più forte dal momento in cui si desidera insegnare la natura delle scienze, che oggi costituisce una componente importante dei curricula volti allo sviluppo di una cultura scientifica per tutti (Osborne et al. 2003; Rudolph 2003; Abd-El-Khalick 2005; Hipkins e Barker 2005).

Questi lavori forniscono delle indicazioni sulle possibili fasi nello sviluppo di procedure di indagine scientifica sempre più aperte; mostrano anche il lavoro che resta da fare su questo argomento, sia in termini di chiarimento degli obiettivi, che delle proposte di percorsi possibili per gli alunni nella costruzione di queste competenze, e di situazioni di apprendimento appropriate.

A.4. Apporti specifici delle TIC

Gli apporti delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione sono molteplici; alcuni non sono specifici dell'insegnamento delle scienze: esercizi di formazione individuale, fonti di informazione, scambi e formazione a distanza, ecc. Due tipi di uso delle TIC più specifici dell'insegnamento delle scienze sono stati oggetto di ricerche di-

dattiche: la raccolta e il trattamento automatico di dati sperimentali (il computer come strumento di laboratorio) da una parte, il computer come strumento di simulazione dall'altra.

Hucke e Fischer (2002) si interrogano sui rispettivi apporti del computer come strumento di raccolta e trattamento di dati da una parte, come strumento di simulazione dall'altra. Concludono che il primo tipo di uso non contribuisce allo sviluppo della riflessione teorica degli studenti, e può ridurre l'attenzione verso i fatti sperimentali, dato che essa è spostata verso il funzionamento del computer, ma che al contrario l'uso di simulazioni favorisce la riflessione teorica.

Numerosi lavori (Beaufils e Richoux 2003) si sono interessati alle possibilità di visualizzazione di modelli teorici e di sviluppo di attività:

- di esplorazione e manipolazione di modelli volti alla conoscenza di proprietà di tali modelli e all'appropriazione delle loro regole di funzionamento;
- di creazione di modelli, cioè di utilizzo di questi strumenti per elaborare modelli di fenomeni fisici.

Queste prospettive si ritrovano in una ricerca relativa all'apprendimento dei primi modelli di struttura della materia (Méheut 1997), dato che la prospettiva adottata è quella di una costruzione progressiva da parte degli alunni dei *collèges* francesi (12-13 anni) di un modello particolare della materia, in relazione con attività di previsione e di spiegazione di proprietà termoelastiche dei gas.

Possiamo citare anche il lavoro di Buty (2003) che analizza le potenzialità e i limiti didattici dell'uso da parte degli alunni di un programma di simulazione in ottica geometrica per la comprensione della formazione di immagini attraverso lenti.

La sperimentazione di sequenze che articolano attività sperimentali e attività di simulazione ha mostrato che le simulazioni possono avere un ruolo di «ponte cognitivo» tra teoria ed esperienza.

Così Niedderer et al. (2002) mostrano che se le attività sperimentali abituali riconoscono un ruolo importante alla manipolazione di apparecchi e alla realizzazione di misurazioni, l'uso di simulazioni favorisce la riflessione teorica. Goldberg e Otero (2001) hanno messo in evidenza attività cognitive che testimoniano un lavoro di concettualizzazione, più intense all'inizio al momento della realizzazione di simulazioni (fase di costruzione di modelli), poi in relazione con attività sperimentali (relazione tra modelli ed esperimento).

Bisdikian e Psillos (2002) si interessano in particolare al ruolo che possono avere i grafici come intermediari tra i fenomeni fisici e la teoria; e studiano le attività cognitive degli studenti durante una sequenza che comporta previsioni, manipolazioni, misurazioni, simulazioni, confronti dei grafici sperimentali e simulati. Questo tipo di integrazione di attività si ritrova nella procedura proposta da Zacharia (2003) che combina previsione, simulazione e spiegazione.

Questi lavori portano quindi a mettere in causa gli apporti di certi tipi di uso delle TIC (raccolta e trattamento automatico dei dati) e a proporre delle modalità di integrazione di altri (simulazioni) nelle procedure che appaiono particolarmente produttive in termini di attività cognitiva degli alunni.

A.5. Dibattiti tra alunni e sviluppo di competenze argomentative

L'accento posto dall'inizio degli anni 90 sullo sviluppo di una cultura scientifica per tutti porta a interessarsi alle capacità di argomentazione nell'ambito dei dibattiti socio-scientifici, considerati come l'occasione di apprendimenti concettuali ed epistemologici (Sadler e Zeidler 2005). Alcuni studi realizzati in questa prospettiva (Bell e Lerdeman 2003) mettono in evidenza l'importanza di considerazioni relative ad altri registri, emotivo, sociale, morale, e conducono a mettere in questione i collegamenti fatti in certi recenti curricula tra apprendimenti epistemologici (conoscenza della natura della scienza) e sviluppo di competenze utili ai dibattiti socio-scientifici (attitudine a riconoscere le affermazioni pseudo-scientifiche, ad applicare i saperi scientifici alla vita quotidiana).

Simonneaux (2003) confronta le argomentazioni sviluppate dagli alunni durante i giochi di ruolo e durante dibattiti più formali. Mostra che i giochi di ruolo sono più favorevoli a certe procedure retoriche (provocazione, sospetto, ironia) e i dibattiti più ricchi di argomenti razionali.

Grace e Ratcliffe (2002) studiano i valori e i concetti che emergono nei dibattiti tra alunni sul tema della conservazione delle specie. Confrontano i risultati ottenuti in termini di concetti con le aspettative degli esperti e degli insegnanti e mostrano il ruolo importante che hanno i valori in questi dibattiti. Concludono affermando l'importanza di diversificare i temi di dibattito per favorire la comprensione concettuale. Sadler e Zeidler (2005) distinguono diversi tipi di ragionamenti capaci di intervenire in tali contesti e affermano l'importanza della scelta degli argomenti di dibattito, alcuni dei quali favoriscono in particolare il registro emotivo a scapito del registro razionale.

Zohar e Nemet (2002) presentano gli effetti di un'unità didattica volta a sviluppare le conoscenze degli alunni in genetica e le loro competenze argomentative. Questa unità include l'insegnamento di genetica e di principi dell'argomentazione e il loro uso nell'ambito di dibattiti. Gli autori affermano l'efficacia di questa unità, in termini di acquisizione di conoscenze in genetica e di progressi delle competenze argomentative (conclusioni meno frequenti, meglio argomentate, interventi più densi).

Mork (2005) torna sui possibili motivi dello scarso sviluppo di attività di argomentazione da parte degli insegnanti: le competenze argomentative sono difficili da acquisire e richiedono degli apprendimenti specifici, tali attività richiedono tempo e le risorse necessarie agli insegnanti per pianificare e gestire tali attività sono poco sviluppate. Ba-

sandosi sulla tipologia proposta da Mortimer e Scott (2003), propone di privilegiare un tipo di comunicazione «interattivo e dialogico» (opposto a «non interattivo e autoritario») per favorire la qualità dei dibattiti in classe. Prende in esame quindi gli interventi degli insegnanti in base alla loro finalità: garantire la correttezza dell'informazione scambiata, ricentrare e ampliare il dibattito, rilanciarlo se si blocca, coinvolgere maggiormente gli alunni, gestire gli interventi.

Queste ricerche possono essere usate per aiutare gli insegnanti a scegliere i temi di dibattito in funzione dei tipi di argomentazione che desiderano favorire, aiutare a indirizzare gli interventi durante il dibattito, proporre dei criteri di valutazione delle competenze argomentative degli alunni.

A.6. Significato dei saperi insegnati e motivazione

Questa problematica appare negli anni 60-70 come risultato di una ricerca sulle attitudini, l'interesse degli alunni per le scienze a scuola; questa corrente, tuttavia, sembra essersi poco sviluppata, forse per mancanza di strumenti teorici e metodologici (Ram-sden 1998).

Più recentemente, numerosi studi hanno fornito informazioni generali sul carattere più o meno motivante delle diverse discipline (biologia, tecnologia, astrofisica, scienze della terra, chimica, fisica), sull'interesse delle attività pratiche e dei collegamenti con la vita quotidiana, sul carattere troppo limitante degli apprendimenti scientifici che lasciano poco spazio all'autonomia degli alunni (Dawson 2000; Osborne e Collins 2001; Baram, Tsabari e Yarden 2005).

L'approccio adottato da Häussler e dai suoi collaboratori (1987, 1998, 2000) si basa sulle nozioni di interesse personale e situazionale. L'obiettivo è di distinguere quelle intrinseche dell'alunno da quelle che derivano dalla situazione di apprendimento. Così Häussler (1987) propone di caratterizzare le situazioni di apprendimento seguendo tre dimensioni: l'ambito delle conoscenze (ottica, meccanica), il contesto (scienza come impresa intellettuale, applicazioni alla vita quotidiana, preparazione al lavoro, impatto sociale), l'approccio didattico (trasmissione-ricezione, risoluzione di problemi, dibattiti). La questione della motivazione può essere formulata in termini di variabili personali (età, sesso), e situazionali (caratteristiche delle situazioni di apprendimento); si tratta quindi di cercare le relazioni costruttive tra queste variabili in termini di motivazione degli alunni.

Per quanto riguarda le discipline scientifiche, risulta che le ragazze tra gli 8 e i 14 anni sono più interessate alla biologia che alla chimica e alla fisica, mentre l'interesse dei maschi della stessa età è ripartito in modo migliore, con un leggero spostamento durante gli anni dalla biologia verso la fisica (Stark e Gray 1999).

I lavori svolti da Häussler (1987) con alunni tra gli 11 e i 16 anni in numerosi *Länder* tedeschi mettono in evidenza:

- un minore interesse delle ragazze rispetto ai ragazzi per la fisica, differenza che si attenua con l'età;
- una leggera diminuzione di interesse per la fisica con l'età, sia tra i ragazzi che tra le ragazze;
- interessi diversi tra ragazzi e ragazze per quanto riguarda gli ambiti di conoscenza: le ragazze sono interessate quanto i ragazzi, o un po' di più, all'ottica, l'acustica, il calore, meno alla meccanica, l'elettricità, la radioattività;
- differenze anche per quanto riguarda il contesto, dato che l'interesse delle ragazze è più per la preparazione a lavori nell'ambito dell'arte, della medicina e della consulenza, mentre quello dei ragazzi è per la fisica come impresa intellettuale e per la preparazione a lavori di ricerca e tecnici.

Gli autori concludono che le differenze legate al genere non sono molto importanti, ma che emerge una caratteristica dai loro studi: tra le ragazze, l'interesse per la fisica è legato, più che tra i ragazzi, all'uso dei sensi, alle relazioni con altri ambiti e al significato della fisica nella vita quotidiana. Questi risultati sono in sintonia con quelli presentati da Jones, Howe e Rua (2000) che mostrano che le esperienze extrascolastiche dei ragazzi nell'ambito scientifico sono legate alla fisica (giochi elettronici, razzi, microscopi), mentre quelle delle ragazze sono più legate alla biologia (osservare gli uccelli, seminare, piantare). Gli interessi di entrambi per le materie dell'insegnamento scientifico a scuola sono diversi, dato che i ragazzi sono più interessati alle materie tecniche (aerei, computer, nuove fonti di energia), le ragazze alle materie legate alla percezione e alla vita (colori, dietetica, comunicazione animale, AIDS).

La reinterpretazione (Häussler et al. 1998) dei dati presentati nello studio precedente (Häussler 1987) ha portato a definire tre profili di alunni: un profilo A che qualifichiamo «tecnico-scientifico», un profilo B «umanistico» e un profilo C «cittadino». Il primo gruppo (circa un quarto degli alunni) è caratterizzato da un forte interesse per le scienze come sfida intellettuale, per gli oggetti e i lavori tecnici; è costituito principalmente da ragazzi (4/5). Il secondo gruppo (un po' meno della metà degli alunni) si interessa principalmente ai fenomeni naturali e alle conseguenze per l'umanità; comprende in parti uguali ragazzi e ragazze (1/2). Il terzo (circa un quarto degli alunni) si interessa principalmente all'impatto della fisica sulla società; si tratta in maggioranza di ragazze (3/4). Le differenze legate al genere appaiono quindi nettamente nell'ambito del primo e del terzo profilo, mentre il secondo accoglie ugualmente ragazzi e ragazze ed è il più stabile in termini di età; si notano delle nette diminuzioni di alunni nell'ambito del primo profilo e, invece, un aumento del terzo con l'avanzare dell'età.

Studi complementari (Häussler e Hoffmann 2000) hanno permesso di raggiungere tra gli «esperti» (scienziati, ingegneri, insegnanti) un consenso sull'importanza da dare nell'insegnamento scientifico alle implicazioni socio-economiche e alla preparazione a un lavoro. Tuttavia ci sono state anche delle divergenze di punti di vista, dato che un gruppo ha posto l'accento sui concetti e i metodi, mentre un altro l'ha posto sugli aspet-

ti tecnici e pratici. Gli alunni dimostrano un forte interesse per gli aspetti socio-economici, e ciò non trova corrispondenza nel curriculum tradizionale. Questi risultati sono stati usati nell'elaborazione di unità didattiche i cui benefici cognitivi e affettivi a medio termine sono stati evidenziati, in particolare per le ragazze.

Queste ricerche precisano e illustrano, nel campo della didattica delle scienze, ciò che si sa dei diversi stili cognitivi legati al genere. Tali differenze possono essere descritte in generale in termini di opposizioni analitico/sistemico, quantitativo/qualitativo, risultati/processi, competizione/cooperazione, obiettivo/soggettivo (Hildebrand 1996). Per le ragazze è particolarmente importante il contesto, mentre i ragazzi sono più sensibili al compito stesso, indipendentemente dal contesto; le ragazze dimostrano anche una preferenza per il lavoro collaborativo e le discussioni (Harding 1996).

È opportuno anche menzionare il progetto ROSE (*Relevance Of Science Education* <http://www.ils.uio.no/english/rose/>), diretto da C. Schreiner and S. Sjoberg, dell'Università di Oslo. Questo progetto si interroga sulle possibili variazioni legate alla cultura. L'indagine è svolta in 35 paesi sugli ambiti di interesse degli alunni, i loro criteri di scelta di una professione, la loro attitudine nei confronti delle scienze. I risultati (ancora parziali) sembrano confermare le conclusioni delle ricerche precedenti, in particolare per quanto riguarda le differenze legate al genere.

Da segnalare anche due questioni emerse in un articolo di sintesi di Osborne, Simon e Collins (2003):

- l'importanza dell'insegnante: l'efficacia di un curriculum sarebbe minima in confronto a ciò che può fare l'entusiasmo e la competenza di un insegnante; in altre parole, la padronanza della materia da parte dell'insegnante costituirebbe una variabile determinante;
- il legame tra attitudine e risultati dell'apprendimento: i risultati della ricerca su questo punto appaiono contraddittori, dato che una stretta correlazione è stabilita tra indicatori di motivazione e indicatori di apprendimento in certi studi (Zusho et al. 2003), e non in altri (Osborne, Simon e Collins 2003).

B. Ricerche sulle pratiche e la formazione degli insegnanti di scienze

Il focus di questa sezione sono in particolare gli insegnanti di scienze, i fattori che determinano i loro metodi di insegnamento, i modi per far evolvere questi ultimi, e quindi la formazione degli insegnanti. Tutto ciò è affrontato da diversi punti di vista.

Alcuni studi si interessano essenzialmente alle concezioni degli insegnanti da una parte sulle scienze, dall'altra sull'apprendimento delle scienze, ipotizzando che queste concezioni abbiano un impatto sui metodi di insegnamento.

Altri riguardano gli stessi metodi di insegnamento. Si tratta qui di interrogarsi sul ruolo di diversi fattori che determinano i metodi didattici e i modi in cui evolvono.

Altri ancora, infine, si interrogano sulla diffusione di metodi innovativi, in cui l'insegnante è visto come recettore, e trasformatore, di intenzioni e di strumenti didattici concepiti da altri.

B.1. Concezioni della scienza e dell'apprendimento delle scienze, ed evoluzioni

Molti studi hanno messo in evidenza la persistenza tra gli insegnanti di punti di vista sulla natura della scienza qualificati di empirici/positivisti spontanei (Van Driel, Verloop e De Vos 1998; Glasson e Bentley 2000; Abd-El-Khalick 2005), e ciò appare coerente con le constatazioni relative al ruolo riconosciuto alle attività sperimentali nell'insegnamento (A.3). Tali punti di vista riconoscono un ruolo essenziale all'osservazione, conferendo un carattere assoluto ai fatti sperimentali. Gli insegnanti sottovalutano il ruolo della teoria nello svolgimento degli esperimenti e delle osservazioni e il valore delle conoscenze scientifiche come strumenti di spiegazione e di previsione.

Queste conclusioni devono essere integrate dai risultati di altri studi, che mettono in evidenza l'esistenza di contraddizioni nelle dichiarazioni degli insegnanti, in base alle domande che vengono loro poste. Una visione empirica legata alla loro formazione iniziale potrebbe coesistere con una visione costruttivista della scienza – dando maggiore importanza ai quadri teorici, alla conoscenza e al pensiero a priori, agli aspetti sociali – legata al loro background culturale (Guilbert e Meloche 1993).

I rapporti tra concezioni della scienza, concezioni dell'apprendimento e metodi di insegnamento sono oggetto di dibattiti: certi autori affermano un legame forte tra queste diverse componenti, mentre altri notano delle divergenze. Ciò può essere interpretato come una mancanza di integrazione tra i diversi tipi di saperi che intervengono nella costruzione delle pratiche degli insegnanti, visto che i nuovi insegnanti dimostrano meno coerenza rispetto agli insegnanti con esperienza (Van Driel, Verloop e De Vos 1998).

Così ad esempio Martinez Aznar et al. (2001) trovano, malgrado una certa diversità di punti di vista epistemologici, dei punti comuni nelle concezioni della scienza degli insegnanti, nei saperi scientifici che appaiono come obiettivi, neutri e decontestualizzati. L'apprendimento può essere visto come risultato dell'accumulo di apprendimenti parziali risultanti da due modalità principali: la trasmissione dei saperi da parte dell'insegnante e l'attività dell'alunno (esperimenti, osservazione).

Secondo Koballa e Gräber (2001), tre possibili modi di apprendimento e di insegnamento delle scienze sono state messi in evidenza con gli insegnanti in formazione del secondo livello, in due università, una americana l'altra tedesca. L'apprendimento può essere visto come l'acquisizione di conoscenze scientifiche, o la risoluzione di problemi

scientifici, o l'elaborazione di conoscenze importanti; l'insegnamento è quindi visto come volto a trasmettere informazioni, o a porre problemi agli alunni, o a interagire in modo costruttivo con gli alunni.

Abd-El-Khalick e Lederman (2000) distinguono due tipi di formazione: un approccio «implicito», che si basa sull'idea che è «facendo» loro stessi della scienza che gli insegnanti faranno cambiare le loro concezioni, e un approccio «esplicito» che si basa sulla storia e la filosofia delle scienze. Discutono della natura spontanea del primo approccio e affermano la necessità di proporre dei quadri di interpretazione della loro attività agli insegnanti. Analizzando i risultati di numerosi ricercatori, concludono che il secondo tipo di approccio è migliore in base alle modalità di valutazione utilizzate (scelta di risposte di tipo dichiarativo). I risultati sono comunque modesti. Discutono poi della pertinenza delle modalità di valutazione rispetto all'obiettivo principale, che è quello di rendere gli insegnanti capaci di sviluppare gli apprendimenti dei loro alunni in questo senso. Si dichiarano quindi per una formazione che associa attività scientifiche e strumenti di analisi di queste stesse attività e che comprende lo sviluppo e lo svolgimento di attività didattiche su questo tema con gli alunni.

È in questa prospettiva che Abd-El-Khalick (2005) ha testato gli effetti nell'affiancare un insegnamento di filosofia delle scienze a una formazione ai metodi di insegnamento delle scienze. In conclusione, l'autore constata delle evoluzioni significative dei punti di vista degli insegnanti in formazione, che permette loro di prevedere la realizzazione di attività con gli alunni.

Notiamo anche la ricerca di Windschitl (2003) che porta ad attenuare la relazione tra concezioni della scienza e pratiche di insegnamento; conclude infatti affermando che l'esperienza personale nella ricerca scientifica è più efficace rispetto alle affermazioni formali relative alla natura della scienza per realizzare in classe indagini scientifiche.

B.2. Analisi dei fattori determinanti nelle pratiche degli insegnanti; importanza dello sviluppo professionale

Le ricerche qui presentate pongono l'attenzione sulla diversità delle componenti capaci di intervenire nell'elaborazione di metodi di insegnamento delle scienze, la complessità dell'insieme delle competenze professionali così costruite, e presentano diverse strategie di formazione per farle evolvere.

Diversi studi mettono in evidenza i collegamenti tra le conoscenze e le competenze scientifiche degli insegnanti, i loro metodi di insegnamento e gli effetti sugli alunni. Appare quindi che a un basso livello di competenza scientifica sono associati metodi di insegnamento che lasciano poco spazio alle domande e alla discussione (uso di schede di lavoro prescrittive, attività sperimentali semplificate, uso di materiale limitato) (Harlen e Holroyd 1997). Inoltre, il livello cognitivo degli alunni è stato messo in relazione con la competenza degli insegnanti nella disciplina (Jarvis e Pell 2004). Queste ricerche mettono un particolare accento sulla componente scientifica della formazione degli insegnanti.

Gli studi svolti sulla nozione di *PCK* (*Pedagogical Content Knowledge*; conoscenze didattiche legate al contenuto), proposti da Schulman (Gess-Newsome e Lederman 1999), o di conoscenze professionali locali (Morge 2003a) si interessano all'elaborazione da parte degli insegnanti di saperi specifici all'insegnamento di una data materia. Pongono l'accento sulla diversità delle componenti necessarie all'insegnamento di una materia particolare: esperienza, conoscenze e competenze personali dell'insegnante in questo ambito, conoscenza delle difficoltà di apprendimento degli alunni, conoscenza degli obiettivi dell'insegnamento delle scienze e dei curricula, dei metodi didattici e di valutazione.

Si è così mostrato che gli insegnanti ignorano alcune concezioni erranee dei loro alunni (in particolare quelle che condividono), e che queste persistono dopo l'insegnamento (come risultato di una didattica sbagliata) e che, in modo più generale, anche se conoscono queste difficoltà, gli insegnanti non sempre sanno come aiutare gli alunni a superarle. L'importanza delle competenze nella disciplina per lo sviluppo del *PCK* è messa in evidenza da numerose ricerche; esse, tuttavia, non possono essere considerate come condizione sufficiente, dato che alcuni insegnanti con un alto livello di conoscenza nella disciplina possono dimostrarsi incapaci di aiutare i propri alunni ad acquisirle (Magnusson, Karjick e Borko 1999).

Interrogandosi sull'elaborazione di programmi che prevedono l'insegnamento della natura della scienza, Hipkins e Barker (2005) mettono in evidenza una certa mancanza di chiarezza dei programmi stessi. Mettono anche l'accento sul fatto che, anche se gli insegnanti hanno una certa cultura personale su questi argomenti, resta loro difficile metterla in pratica nella loro pratica educativa, per la mancanza di risorse che permettano loro di sviluppare i saperi professionali necessari.

Numerosi studi sono stati realizzati per promuovere lo sviluppo di questi saperi professionali nei diversi ambiti disciplinari.

Facendo riferimento a questa nozione di *PCK*, Aaltonen e Sormunen (2003) studiano gli effetti di un modulo di formazione degli insegnanti analizzando la preparazione delle lezioni prima e dopo questa formazione in base a quattro direzioni: conoscenza del programma di insegnamento, dei metodi didattici, degli studenti, delle modalità e degli strumenti di presentazione del contenuto.

De Jong (2003) studia lo sviluppo del *PCK* di insegnanti in formazione su nozioni di modello e creazione di modelli. Questo studio mette in evidenza soprattutto le difficoltà che gli insegnanti incontrano a mettere in pratica dei metodi di insegnamento in accordo con le loro idee sui modelli e la creazione di modelli. Morge (2003b) propone una procedura per la formazione degli insegnanti nella gestione di attività di questo tipo utilizzando i risultati di ricerche relative all'insegnamento delle nozioni di base della struttura della materia.

Sempre facendo riferimento a questa nozione di *PCK*, Haefner e Zembel-Saul (2004) propongono un programma di formazione per gli insegnanti volto a favorire l'apprendimento di procedimenti scientifici da parte dei futuri insegnanti e il reinvestimento nei metodi didattici; mettono così in evidenza evoluzioni di idee degli insegnanti sulla

scienza molto legate alle difficoltà che hanno incontrato durante la loro formazione. È quindi raccomandabile, per far sì che i futuri insegnanti elaborino una concezione sufficientemente ricca dei procedimenti scientifici, di porli in situazioni diverse che permettano loro, attraverso la diversità delle difficoltà incontrate, di indagare i molteplici aspetti di questi procedimenti. Questi ricercatori mostrano anche una netta evoluzione nelle idee sui processi di insegnamento-apprendimento, che, all'inizio della formazione, sono descritti dai futuri insegnanti principalmente in termini di attività pratiche svolte dagli alunni e di trasmissione di conoscenze da parte dell'insegnante; al completamento della formazione, gli insegnanti descrivono questo processo riconoscendo un ruolo più importante al porre questioni e alla sperimentazione.

In una prospettiva simile, Windschitl (2003) studia l'impatto del coinvolgimento degli insegnanti nelle procedure di indagine aperta sui loro metodi di insegnamento. Mostra che l'esperienza precedente della ricerca è importante per la realizzazione da parte degli insegnanti di tali procedure nelle loro classi.

Morge s'interessa in particolare alla gestione da parte dell'insegnante delle produzioni degli alunni. Troviamo un esempio di analisi delle «conoscenze professionali specifiche di un determinato contesto», tipiche di ciascuna situazione di insegnamento (forme di espressione dei concetti, percorsi di apprendimento degli alunni, argomenti utilizzabili da parte dell'insegnante) (Morge 2003a). Propone situazioni di formazione che simulano la «gestione di classe» e stimolano reazioni degli insegnanti in formazione alle produzioni degli alunni, permettendo loro di analizzarle (Morge 2003b).

Questo insieme di ricerche pone quindi l'accento, da una parte, sull'importanza delle competenze degli insegnanti nella loro disciplina, sull'esperienza professionale di ciò che dovranno insegnare, dall'altra sul fatto che tutto ciò non è comunque sufficiente. Questi studi mettono inoltre in evidenza la necessità di investire in risorse didattiche adattate all'insegnamento di un dato argomento, risorse che si basano su teorie pedagogiche generali, ma che prendono in considerazione le specificità degli apprendimenti previsti, le difficoltà di apprendimento, i limiti legati al contesto dell'insegnamento.

B.3. L'insegnante recettore e trasformatore di intenzioni didattiche

Le ricerche derivano in questo caso dalla necessità di indagare le cause della scarsa efficacia delle innovazioni (nuovi programmi, strumenti informatici in particolare) metodologiche. L'insegnante è visto qui come recettore di un messaggio formulato in termini di programmi, o trasmesso attraverso strumenti informatici.

Le ricerche svolte in questa prospettiva nell'ambito del progetto europeo *STISS* (Pinto 2005; Stylianidou, Boohan e Ogborn 2005; Viennot et al. 2005) mettono in evidenza diversi fattori capaci di influire sulla ricaduta di tali innovazioni: si ritrovano la padronanza dei contenuti scientifici, i punti di vista sulla scienza, i punti di vista sull'insegnamento e l'apprendimento, e gli obblighi relativi al numero di alunni, agli orari, al materiale didattico.

Così ad esempio, l'équipe francese (Stylianidou et al. 2000) ha messo in evidenza l'importanza di diversi fattori che intervengono nell'uso dei microcomputer come strumenti di laboratorio: si ritrovano le competenze nella disciplina, l'esperienza personale delle attività di laboratorio, l'esperienza personale nell'uso degli strumenti informatici e le idee sui processi di insegnamento-apprendimento.

L'équipe francese suggerisce che le reazioni degli insegnanti a uno strumento informatico dipendono dalla «distanza» tra questo strumento e i contenuti, i metodi e le convinzioni degli insegnanti. Se questa distanza è ridotta (il prodotto corrisponde a contenuti comuni per l'insegnante, ai suoi metodi abituali e alle sue convinzioni), l'insegnante può adottarlo facilmente e metterlo in pratica in modo fruttuoso. Se la distanza è più ampia, lo strumento viene usato in modo scorretto e gli obiettivi previsti non sono raggiunti. Così, ad esempio, l'uso del computer per la raccolta e il trattamento di dati sperimentali si inserisce più facilmente nei metodi degli insegnanti di quello delle simulazioni, che richiedono procedure di creazione di modelli ancora poco sviluppate oggi nell'insegnamento delle scienze. Ciò è confermato dallo studio di Zacharia (2003) che mostra che l'uso delle simulazioni è meno familiare agli insegnanti rispetto all'uso del computer per la raccolta e il trattamento dei dati, ma che la loro opinione sulle potenzialità degli strumenti di simulazione migliora sensibilmente quando li usano loro stessi.

Questi studi conducono alla formulazione di proposte per la formazione degli insegnanti, che danno loro la possibilità di riflettere sul proprio modo di utilizzare le simulazioni, di confrontarle con quelle di altri insegnanti e con quelle raccomandate, poi di pianificare, valutare, confrontare i propri tentativi con quelli fatti da altri insegnanti (Stylianidou, Boohan e Ogborn 2005).

Viennot et al. (2005) suggeriscono di supportare gli insegnanti nel prendere coscienza dell'importanza di alcuni «dettagli» considerati critici rispetto alle intenzioni degli innovatori, alle difficoltà degli alunni e al risultato della procedura proposta,

- esplicitando gli obiettivi, i punti di vista sull'apprendimento, l'importanza data alle idee comuni degli alunni;
- fornendo agli insegnanti documenti che permettono loro di prendere coscienza delle proprie concezioni e di quelle degli alunni;
- ponendo l'accento sui dettagli considerati critici, attraverso l'analisi di proposte formulate da altri insegnanti.

Altri studi (Davis 2003) pongono in modo più generale la questione della compatibilità tra un programma di insegnamento dato e le concezioni e i valori degli insegnanti. Constatando la scarsa efficacia dei cambiamenti dei programmi di insegnamento sulle pratiche insegnamento, propongono di usare un modello «costruttivista» di formazione degli insegnanti, insistono sull'importanza di partire dalle conoscenze, dalle concezioni e dalle competenze degli insegnanti, di permettere agli insegnanti di riflettere sulle loro concezioni dell'apprendimento, dell'insegnamento, sui contenuti di insegnamento nuovi e di offrire loro possibilità di formazione in contesti interattivi, articolan-

do la pratica in classe, le discussioni tra insegnanti e gli stimoli della ricerca. A partire da questo studio, che riguarda l'implementazione di un curriculum concepito esternamente e quindi imposto agli insegnanti, si conferma la difficoltà di una tale riforma, è quindi necessaria una visione a lungo termine (più di tre anni). Distinguendo dunque due approcci - implementazione di un curriculum (*CI- Curriculum Implementation*) e sviluppo e adattamento di un curriculum (*CDA – Curriculum development and adaptation*) - argomentano in favore dei procedimenti di tipo «sviluppo e adattamento», coinvolgendo i diversi attori dell'educazione in una prospettiva di evoluzione progressiva dei metodi.

Conclusioni

Preoccupandosi prima di tutto di migliorare l'insegnamento delle scienze e la formazione degli insegnanti, la ricerca sulla didattica delle scienze ha sviluppato, dal suo emergere negli anni '70, diversi campi di ricerca: studio dei concetti e delle forme di ragionamento «del senso comune», elaborazione e validazione di situazioni di apprendimento, motivazione degli alunni per l'apprendimento delle scienze, costruzione e uso di strumenti informatici, diffusione delle pratiche innovative, formazione degli insegnanti, ecc.

Far fronte a queste problematiche porta a integrare progressivamente contributi di diverse discipline, in particolare la storia, la filosofia delle scienze, e la psicologia:

- psicologia cognitiva, in particolare per quanto riguarda i concetti, le modalità di ragionamento e le procedure spontanee degli alunni e la loro evoluzione;
- psicologia affettiva e sociale, in particolare per quegli studi relativi alla motivazione degli alunni e al contesto di insegnamento-apprendimento.

In Europa, il confronto tra le comunità di ricerca nazionali nella didattica delle scienze è relativamente recente. Avviene attivamente solo dagli anni '80, soprattutto attraverso riviste e simposi internazionali; la creazione dell'ESERA (*European Science Education Research Association*) nel 1994 e i suoi incontri regolari (conferenze e corsi estivi) ne rappresentano dei momenti importanti. Alcuni progetti finanziati dall'Unione europea come *Labwork in Science Education* (Séré 2002) o *Science Teacher Training in an Information Society* (Pinto 2005) hanno offerto delle opportunità di fruttose collaborazioni. Oggi, i quadri di riferimento teorici e metodologici della ricerca mantengono ancora delle specificità geografiche e culturali; tuttavia, il confronto di diverse correnti di lavoro permette di tracciare linee di forza comuni.

Importanti risultati per l'insegnamento delle scienze e la formazione degli insegnanti sono oggi disponibili.

Gli studi che riguardano da una parte le difficoltà di apprendimento, i concetti e le modalità di ragionamento del senso comune, dall'altra i fattori di interesse degli alunni per gli studi scientifici, in funzione dell'età e del genere, permettono di chiarire le scel-

te di contenuto, di obiettivi e di approcci didattici; in questo senso possono contribuire alla formazione degli insegnanti.

Le ricerche relative alla messa a punto e alla sperimentazione di situazioni di insegnamento-apprendimento forniscono preziose informazioni sulle possibilità cognitive degli alunni e sui loro percorsi; possono costituire per gli insegnanti delle risorse per lo sviluppo dei propri metodi proponendo esempi di attività argomentate a priori (esplicitazione di obiettivi, del punto di vista epistemologico e didattico sottostanti) e testate. Forniscono loro dei riferimenti per poter gestire tali situazioni di apprendimento in una prospettiva di orientamento degli alunni nella costruzione dei propri saperi.

Le ricerche sui metodi e la formazione degli insegnanti permettono di identificare i bisogni formativi. Esse mettono in evidenza l'importanza della padronanza da parte degli insegnanti dei concetti e dei procedimenti propri della disciplina insegnata. Ciò appare come una condizione necessaria allo sviluppo di metodi didattici non stereotipati. Non è però sufficiente; l'investimento di tali competenze scientifiche personali nelle pratiche di insegnamento suppone il coinvolgimento di altri saperi, di diversa natura. Ciò porta a proporre e a studiare gli effetti di strumenti di formazione che utilizzano diverse modalità di articolazione tra formazione scientifica, formazione didattica e pedagogica, e realizzazione di situazioni di apprendimento. Si tratta di elaborare e testare dispositivi di formazione per rispondere ai bisogni evidenziati in termini di sviluppo delle competenze degli insegnanti nella loro disciplina e dei saperi professionali necessari all'investimento di queste competenze nelle pratiche di insegnamento. Si vede in particolare come le ricerche relative all'apprendimento di procedimenti introdotti di recente nei programmi di insegnamento (investigazione scientifica, creazione di modelli, argomentazione) possono fornire risorse per lo sviluppo di questi saperi professionali necessari alla definizione e alla gestione di situazioni di apprendimento aperte capaci di favorire lo sviluppo da parte degli alunni di competenze di alto livello.

Bibliografia

- Aaltonen, K. e Sormunen, K. (2003) Describing the development of PCK in science teacher education. Paper presented at *The Fourth ESERA Conference: Research and the Quality of Science Education*. Noordwijkerhout, The Netherlands.
- Arnold, M. e Millar, R. (1996) Learning the scientific 'story': a case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics. *Science Education*, 80(3), 249-281.
- Abd-El-Khalick, F. e Lederman, N.G. (2000) Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F. (2005) Developing deeper understanding of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27(1), 15-42.
- American Association for the Advancement of Science (1989) *Science for All Americans. Project 2061* (New York: Oxford University Press).
- Andersson, B.R. (1990) Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Baram-Tsabari, A. e Yarden, A. (2005) Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. *International Journal of Science Education*, 27(7), 765-780.
- Barbas, A. e Psillos, D. (1997) Causal reasoning as a base for advancing a systemic approach to simple electrical circuits. *Research in Science Education*, 27(3), 445-459.
- Beaufils, D. e Richoux, B. (2003) Un schéma théorique pour situer les activités avec des logiciels de simulation dans l'enseignement de la physique. *Didaskalia*, 23, 9-38.
- Bell, R.L. e Lederman, N.G. (2003) Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352-377.
- Bisdikian, G. e Psillos, D. (2002) Enhancing the linking of theoretical knowledge to physical phenomena by real-time graphing. In D. Psillos e H. Niedderer (Eds) *Teaching and learning in the science laboratory* (Dordrecht: Kluwer) 193-204.
- Butler-Songer, N., Lee, H.-S. e McDonald, S. (2003) Research towards an expanded understanding of inquiry science beyond one idealized standard. *Science Education*, 87(4), 490-516.

- Buty C. (2003) Richesses et limites d'un «modèle matérialisé» informatisé en optique géométrique. *Didaskalia*, 23, 39-63.
- Cauzinille, E., Méheut, M., Séré, M.G. e Weil-Barais, A. (1985) The influence of a priori ideas on the experimental approach. *Science Education*, 69 (2), 201-211.
- Chauvet, F. (1996) Teaching colour: design and evaluation of a sequence. *European Journal of Teacher Education*, 19(2), 119-134.
- Council of Ministers of Education (1997) *Pan Canadian Science Project 1997. Common framework of science learning outcomes* <http://www.cmec.ca/science/v0201en.htm>
- Davis, K. S. (2003) 'Change is hard': What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science Education*, 87(1), 3-30.
- Dawson, C. (2000) Upper primary boys' and girls' interests in science: have they changed since 1980? *International Journal of Science Education*, 22(6), 557-570.
- De Jong, O. (2003) Exploring science teachers' pedagogical content knowledge? In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos e M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 373-382.
- Dewey, I. e Dykstra, D.I. (1992) Studying conceptual change: constructing new understandings. In R. Duit, F. Goldberg e H. Niedderer (Eds) *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies* (Kiel: IPN) 40-58.
- Driver, R., Guesne, E. e Tiberghien, A. (Eds) (1985) *Children's Ideas in Science* (Milton Keynes: Open University Press).
- Flandé, Y. (2000) *Protocoles expérimentaux, tests d'hypothèses et transfert*, Thèse de doctorat, Université Paris 7.
- Flandé, Y. (2003) Le pendule, comme support de tests d'hypothèses. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 97(850), 85-102.
- Galili, I. (1996) Students'conceptual change in geometrical optics. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 847-868.
- Galili, I. e Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22 (1), 57-88.
- Gess-Newsome, J. et Lederman N.G. (Eds) (1999) *Examining Pedagogical Content Knowledge* (Dordrecht: Kluwer).
- Glasson, G.E. e Bentley, M.L. (2000) Epistemological undercurrents in scientists' reporting of research to teachers. *Science Education*, 84(4), 469-485.

- Gilbert, J.K. e Boulter, C. (1998) *Learning science through models and modelling*. In B.J. Fraser et K.G. Tobin (Eds) *International Handbook of Science Education* (Dordrecht, Kluwer) 53-67.
- Goldberg, F., e Otero, V. (2001) The roles of laboratory and computer simulator experiments in helping students develop a conceptual model of static electricity. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis e M. Kallery (Eds) *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Thessaloniki: Art of Text) 29-31.
- Grace, M. M. e Ratcliffe, M. (2002) The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education*, 24 (11), 1157-1169.
- Guilbert, L. e Melloche, D. (1993) L'idée de science chez des enseignants en formation: un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions. *Didaskalia*, 2, 7-30.
- Haefner, L.A. e Zembel-Saul, C. (2004) Learning by doing? Prospective elementary teachers' developing understandings of scientific inquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 26 (13), 1653-1674.
- Haigh, M. e Forret, M. (2005) Is 'doing science' in New Zealand classrooms an expression of scientific enquiry? *International Journal of Science Education*, 27(2), 215-226.
- Harlen, W. e Holroyd, C. (1997) Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, 19(1), 93-105.
- Häussler, P. (1987) Measuring students' interest in physics – design and results of a cross sectional study in the Federal Republic of Germany. *International Journal of Science Education*, 9(1), 79-92.
- Häussler, P., Hoffman, L., Langeheine, R., Rost, J. et Sievers, K. (1998) A typology of students' interest in physics and the distribution of gender and age within each type. *International Journal of Science Education*, 20(2), 223-238.
- Häussler, P. e Hoffmann, L. (2000) A curricular frame for physics education: development, comparison with students' interests, and impact on students' achievement and self-concept. *Science Education*, 84(6), 689-705.
- Harding, J. (1996) Girls' achievement in science and technology. Implications for pedagogy. In P. Murphy et C.V. Gipps (Eds) *Equity in the classroom, towards effective pedagogy for girls and boys*. (London: The Falmer Press) 111-123.
- Hildebrand, G.M. (1996) Redefining achievement. In P. Murphy e C.V. Gipps (Eds) *Equity in the classroom, towards effective pedagogy for girls and boys*. (London: The Falmer Press) 149-169.

- Hipkins, R. e Barker, M. (2005) Teaching the 'nature of science': modest adaptations or radical reconceptions? *International Journal of Science Education*, 27(2), 243-254.
- Hucke, L. e Fischer, H.E. (2002) The link of theory and practice in traditional and in computer-based university laboratory experiments. In D. Psillos e H. Niedderer (Eds) *Teaching and learning in the science laboratory* (Dordrecht: Kluwer) 205-218.
- Jarvis, T. e Pell, A. (2004) Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two year science in-service programme and their effect on pupils. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1787-1811.
- Jenkins, E.W. (1999) Practical work in school science. In J. Leach e A. Paulsen (Eds) *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies* (Dordrecht: Kluwer) 19-32.
- Johsua, S. e Dupin, J.J. (1993) *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques* (Paris: PUF).
- Jones, M.G., Howe, A., et Rua, M.J. (2000) Gender differences in students' experiences, interests and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84(2), 180-192.
- Koballa, T. e Gräber, W. (2001) Prospective science teachers' conceptions of science teaching and learning: a methodological reconsideration. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis e M. Kallery (Eds) *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Thessaloniki: Art of Text) 115-117.
- Komorek, M., Stavrou, D. e Duit, R. (2003) Non linear physics in upper physics classes: educational Reconstruction as a frame for development and research in a study of teaching and learning basic ideas of nonlinearity. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos e M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 269-278.
- Leach, J. e Paulsen, A. (1999) Introduction. In J. Leach et A. Paulsen (Eds) *Practical Work in Science Education – Recent Research Studies* (Dordrecht: Kluwer) 17-18.
- Lemeignan, G. e Weil Barais, A. (1994) Developmental approach to cognitive change in mechanics. *International Journal of Science Education*, 16(1), 99-120.
- Lijnse, P. (1995) 'Developmental research' as a way to an empirically based 'didactical structure' of science. *Science Education*, 79(2), 189-199.
- McDermott, L.C. (1984) Revue critique de la recherche dans le domaine de la mécanique. In *Recherche en didactique de la physique: les actes du premier atelier international* (Paris: Editions du CNRS) 137-182.
- Magnusson, S., Karjick, J. e Borke, H. (1999) Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome e N.G. Lederman (Eds) *Examining Pedagogical Content Knowledge* (Dordrecht: Kluwer) 95-132.

- Martinez Aznar, M. M., Martin Del Pozo, R., Rodrigo Vega, M., Varela Nieto, M. P., Fernandez Lozano, M. P. e Guerrero Seron, A. (2001) Que pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Ensenanza de las Ciencias*, 19(1), 67-87.
- Méheut, M. (1997) Designing a learning sequence about a pre-quantitative kinetic model of gases: the parts played by questions and by a computer-simulation. *International Journal of Science Education*, 19(6), 647-660.
- Méheut M. et Psillos D. (2004) Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- Millar, R. (1996) Investigation des élèves en sciences: une approche fondée sur la connaissance. *Didaskalia*, 9, 9-30.
- Millar, R. e Kanari, Z. (2003) How children reason from data to conclusions in practical science investigations? In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos e M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 117-126.
- Ministry of Education (1993) *Science in the New Zealand Curriculum* (Wellington: Learning Media).
- Morge, L. (2001) Caractérisation des phases de conclusion dans l'enseignement scientifique. *Didaskalia*, 18, 99-120.
- Morge, L. (2003a) Les connaissances professionnelles locales: le cas d'une séance sur le modèle particulaire. *Didaskalia*, 23, 101-132.
- Morge, L. (2003b) Mesure de l'impact d'une formation aux interactions sur les pratiques enseignantes et les performances des élèves: aspects méthodologiques. In V. Albe, C. Orange e L. Simonneaux (Eds) *Recherches en Didactique des Sciences et des Techniques: Questions en Débat, Actes des Troisièmes Rencontres Scientifiques de l'AR-DIST* (Toulouse: ENFA) 101-106.
- Mork, S.M. (2005) Argumentation in science lessons: Focusing on the teacher's role. *Nordic Studies in Science Education*, 1, 17-30.
- Mortimer, E. e Scott, P. (2003) *Meaning making in secondary science classrooms*. (Maidenhead Philadelphia: Open University Press).
- National Research Council (1996) *National Science Education Standards* (Washington: National Academy Press).
- National Research Council (2000) *Inquiry and the National Science Education Standards* (Washington: National Academy Press).
- Niedderer, H., Aufschnaiter, S., Tiberghien, A., Buty, C., Haller, K., Hucke, L., Sander,

F. e Fischer, H. (2002) Talking physics in labwork contexts – A category based analysis of videotapes. In D. Psillos e H. Niedderer (Eds) *Teaching and learning in the science laboratory* (Dordrecht: Kluwer) 31-40.

OCDE (2001) *Programme for International Student Assessment* (Paris: OCDE).

Osborne, J. e Collins, S. (2001) Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441-467.

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. e Duschl, R. (2003) What 'Ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7) 692-720.

Osborne, J., Simon, S. e Collins, S. (2003) Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1080.

Pinto, R. (2005) Introducing curriculum innovations in science: Identifying teachers' transformations and the design of related teacher education. *Science Education*, 89(1) 1-12.

Ramsden, J.M. (1998) Mission impossible: Can anything be done about attitudes to science? *International Journal of Science Education*, 20(2), 125-138.

Ravanis, K. e Papamichael, Y. (1995) Procédures didactiques de déstabilisation du système de représentations spontanées des élèves pour la propagation de la lumière. *Didaskalia*, 7, 43-61.

Robardet, G. (1995) Situations problèmes et modélisation; l'enseignement en lycée d'un modèle newtonien de la mécanique. *Didaskalia*, 7, 131-143.

Rudolph, J.L. (2003) Portraying epistemology: school science in historical context. *Science Education*, 87(1), 64-79.

Sadler, T.D. e Zeidler, D.L. (2005) Patterns of informal reasoning in the context of socio-scientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.

Séré, M.G. (2002) Towards renewed research questions from the outcomes of the European project Labwork in Science Education. *Science Education*, 86 (5), 624-644.

She, H. e Fisher, D. (2002) Teacher communication behaviour and its association with students' cognitive and attitudinal outcomes in science in Taiwan. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 63-78.

Shipstone, D. (1985) Electricity in simple circuits. In R. Driver, E. Guesne et A. Tiberghien (Eds) *Children's Ideas in Science* (Milton Keynes: Open University Press) 33-51.

- Simonneaux, L. (2003) Different types of classroom debates on biotechnology. Are they simply an exercise in rhetoric or do they encourage a well-founded critical attitude? In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, E. Hatzikraniotis, G. Fassoulopoulos et M. Kallery (Eds) *Science Education Research in the Knowledge Based Society* (Dordrecht: Kluwer) 285-293.
- Stark, R. e Gray, D. (1999) Gender preferences in learning science. *International Journal of Science Education*, 21(6), 633-643.
- Stylianidou, F., Ogborn, J., Andresen, O., Balzano, E., Giberti, G., Gutierrez, R., Kolsto, S.D., Monroy, G., Perez, O., Pinto, R., Quale, A., Rebmann, G. e Sassi, E. (2000) *The nature of use by science teachers of informatic tools. Transversal report on STISS WP1.2.* <http://www.blues.uab.es/~idmc42/>
- Stylianidou, F., Boohan, R. e Ogborn, J. (2005) Science teachers' transformations of the use of computer modelling in the classroom: using research to inform training. *Science Education*, 89(1), 56-70.
- Tiberghien, A. (1984) Revue critique sur les recherches visant à élucider le sens des notions de circuits électriques pour les élèves de 8 à 20 ans. In *Recherche en didactique de la physique: les actes du premier atelier international*. (Paris: Editions du CNRS) 91-108.
- Tiberghien, A., Veillard, L., Le Maréchal, J.F., Buty, C., e R. Millar (2001) An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several european countries. *Science Education*, 85(5), 483-508.
- Van Driel, JH, Verloop, N., & DeVos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching* 35, 673-695.
- Viennot, L. (1996) *Raisonner en physique: la part du sens commun*. Bruxelles: De Boeck.
- Viennot, L., Chauvet, F., Colin, P. e Rebmann, G. (2005) Designing strategies and tools for teacher training: the role of critical details, examples in optics. *Science Education*, 89(1), 13-27.
- Viiri, J. e Saari, H. (2004) Research based teaching unit on the tides. *International Journal of Science Education*, 26(4), 463-482.
- Windschitl, M. (2003) Inquiry projects in science teacher education: what can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112-143.
- Zacharia, Z. (2003) Beliefs, attitudes and intentions of science teachers regarding the educational use of computer simulations and inquiry-based experiments in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 792-823.

Zohar, A. e Nemet, F. (2002) Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.

Zusho, A., Pintrich, P.R., Arbor, A. e Coppola, B. (2003) Skill and will: the role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1081-1094.

Sintesi e conclusioni

L'esame dei principali fattori che possono influenzare l'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa è al centro di questo studio. Dal punto di vista delle politiche educative, almeno tre grandi ambiti – la formazione degli insegnanti, i programmi di scienze e la valutazione degli alunni in scienze – possono essere orientati dalle autorità centrali in funzione della configurazione particolare del sistema educativo e della natura dell'autorità esercitata dal ministero dell'educazione.

Una prima conclusione che si può trarre dallo studio è che, malgrado l'ampia autonomia riconosciuta agli istituti di formazione degli insegnanti del livello primario e secondario per tutto ciò che riguarda la concezione e la gestione delle loro attività di formazione, le raccomandazioni e le direttive delle autorità superiori in materia di programmi di formazione (sia in termini generali che per quanto riguarda le conoscenze e le competenze scientifiche specifiche) sono numerose ed estese. Anche i programmi scolastici obbligatori o raccomandati tendono ad essere abbastanza dettagliati.

Le informazioni raccolte erano volte a comprendere le differenze possibili tra l'insegnamento delle scienze come materia integrata e l'insegnamento separato di fisica e biologia a livello secondario inferiore (figura 3.1). Sono state rilevate molte poche differenze nelle raccomandazioni tra fisica e biologia. Raramente, le direttive delle autorità educative superiori sono più dettagliate per la fisica che per la biologia. La verifica di una legge scientifica tramite sperimentazione non figura, ad esempio, nel programma di biologia dell'insegnamento secondario in Grecia, a Cipro, nei Paesi Bassi e in Austria. Le differenze di questo tipo sono comunque minime.

Innovazione nell'insegnamento delle scienze: (futuri) insegnanti e formatori di insegnanti

La formazione degli insegnanti, iniziale e continua, rappresenta la principale interfaccia tra le teorie e la pratica dell'insegnamento. I formatori degli insegnanti hanno un ruolo centrale nella trasmissione delle idee, non solo per ciò che è meglio insegnare, ma anche sul modo di farlo. È quindi interessante prendere in esame i tipi di qualifiche ed esperienze dei formatori degli insegnanti di scienze. L'analisi dimostra che le direttive centrali si focalizzano molto più sulle loro qualifiche scientifiche legate al contenuto che sulla loro esperienza nella ricerca in ambito educativo. Nella maggior parte dei paesi, i formatori di insegnanti devono essere in possesso di un diploma in una materia scientifica (spesso a livello *master* o anche superiore), mentre in circa la metà, viene richiesta o raccomandata una qualifica di insegnante. Molti pochi paesi, però, hanno incluso nelle proprie direttive l'obbligo di avere un'esperienza (o di acquisirne una) nella ricer-

ca in ambito educativo. Anche la richiesta di qualifiche specifiche per i formatori degli insegnanti e per i responsabili degli stage pratici in una scuola è rara. Coerentemente con l'autonomia degli istituti di formazione degli insegnanti, l'approccio generale si incentra su una richiesta di qualità nell'offerta educativa senza indicare il modo in cui concretizzarla (capitolo 2).

Lo scarso livello di direttive centrali in questo ambito (competenze di insegnamento e ricerca in ambito educativo) solleva delle domande sul modo in cui i futuri insegnanti sono attrezzati per mettere in atto approcci didattici innovativi. I fattori che influenzano la reazione degli insegnanti di scienze nei confronti dell'innovazione sono stati studiati di recente (sezione B.3).

La necessità di colmare il divario (laddove esiste) tra la ricerca scientifica in materia di educazione e innovazione, da una parte, e le convinzioni e i metodi degli insegnanti di scienze, dall'altra, è cruciale. L'inefficacia relativa dei vari tentativi di innovazione (ad esempio, il ricorso a simulazioni informatiche) è imputata alla «distanza» tra, da una parte, i metodi innovativi e, dall'altra, la pratica reale e le convinzioni degli insegnanti. Se questa distanza è limitata, l'adattamento al cambiamento è più facile. Gli insegnanti delle materie scientifiche devono vedersi offrire delle possibilità di formazione in un contesto interattivo che lega la pratica in classe e le discussioni con formatori e insegnanti con esperienza nella ricerca. Possono quindi «costruire» dei valori appropriati e dei concetti che possono migliorare la qualità dell'insegnamento delle scienze nelle scuole.

Sviluppo di un ragionamento scientifico attraverso il processo di investigazione

Il contributo delle attività pratiche nell'apprendimento delle scienze è ben documentato nella ricerca didattica sull'insegnamento delle scienze (sezione A.3). I tipi di attività richiesti agli alunni nei laboratori possono essere relativamente restrittivi o più aperti, per permettere loro di sviluppare maggiormente le competenze cognitive complesse. Lo sviluppo di un ragionamento scientifico si basa su un insegnamento e su degli apprendimenti che sottolineano l'importanza dello sviluppo di una comprensione olistica (e dunque complessa) delle attività e delle procedure scientifiche, riflettendo un approccio di scienziati professionisti.

La ricerca suggerisce che le scienze, a livello secondario, presentano a volte un approccio più «stereotipato» alle attività pratiche (laddove le attività sono concepite per portare a conclusioni dettate o che provengono dalla fonte). L'istruzione primaria sembra più aperta alle attività di indagine scientifica (sezione A.3.1). L'analisi dei programmi scolastici svolta in questo studio mostra però che, nella maggior parte dei paesi, i programmi del secondario inferiore richiedono un insieme di conoscenze e di esperienze più complesse, e un'attività più indipendente da parte degli alunni, rispetto ai programmi del primario (figura 3.4). Ciò risponde al principio dello sviluppo progressivo della competenza scientifica degli alunni (sezione A.3.3).

Una questione correlata, e molto importante, è quella dello sviluppo di un ragionamento scientifico degli insegnanti stessi. I collegamenti tra le conoscenze e le competenze scientifiche degli insegnanti, il modo in cui insegnano le scienze e le conseguenze per gli alunni, sono definiti in diversi studi (sezione B.3). È stato dimostrato che il livello di conoscenza degli alunni è legato alle competenze dei loro insegnanti nelle discipline in questione. Ciò mette in luce l'importanza della formazione degli insegnanti e, più specificamente, della loro formazione nei procedimenti scientifici. La figura 1.4. mostra che i concetti e le teorie scientifiche, così come le attività sperimentali/di indagine, fanno parte della formazione degli insegnanti. La figura 1.5 dettaglia i tipi di attività di sperimentazione/di indagine richieste o raccomandate nell'ambito della formazione scientifica degli insegnanti. Essa indica che agli insegnanti del livello secondario viene richiesto di avere svolto attività di questo tipo, in particolare attività di laboratorio e progetti a carattere scientifico.

Le dimensioni contestuali dell'apprendimento scientifico

I programmi scolastici, sia a livello primario che a livello secondario inferiore, integrano praticamente ovunque una dimensione contestuale all'insegnamento delle scienze. Le questioni scientifiche e contemporanee della società sono ampiamente coperte, molto più della storia delle scienze (figura 3.2). Ciò può forse essere legato ai programmi di formazione degli insegnanti, che si concentrano anch'essi meno sulla storia delle scienze (figura 1.4). Le discussioni sulle scienze nella società e sulla ricerca di informazioni sono ben presenti nei programmi scolastici del primario (figura 3.6). Questo approccio sembra coerente con l'accento messo di recente sulla promozione delle scienze come elemento della cultura generale (sezione A.5). Oltre che a imparare a sostenere una discussione scientifica, gli alunni devono sapere presentare e comunicare i metodi e i risultati del loro apprendimento scientifico – questa tendenza appare come un elemento chiave dei programmi scolastici di scienze in tutta Europa. Ovunque, si insiste sul fatto che bisogna incoraggiare gli alunni a poter esprimere chiaramente e a comprendere il loro lavoro in un contesto più ampio.

Promuovere le discussioni e affrontare questioni più ampie legate al contesto richiede che gli insegnanti siano in grado di gestire situazioni di apprendimento interattive e dinamiche. Cosa ci insegna la formazione degli insegnanti sul modo in cui sono acquisite le competenze? Dalle analisi emerge che i futuri insegnanti sono tenuti, praticamente ovunque, a informarsi regolarmente sugli sviluppi scientifici e a mantenersi aggiornati (figura 1.3) e che la scelta di contesti di apprendimento significativi fa ampiamente parte della loro formazione professionale.

Applicazione delle tecnologie dell'informazione

L'uso di strumenti informatici costituisce una risorsa di grande ricchezza per migliorare l'apprendimento scientifico. Ricerche svolte principalmente a livello di istruzione secondario superiore hanno dimostrato che simulazioni informatiche appropriate

offrono agli alunni la possibilità di visualizzare modelli teorici, creando un «ponte cognitivo» tra la teoria e l'esperienza pratica e migliorando la comprensione cognitiva (sezione A.4).

Le attività di simulazione su computer raramente sono incluse nei programmi scolastici del livello primario. La loro assenza è senza dubbio legata all'età dei bambini del primario nella misura in cui questo tipo di attività sono appropriate al loro livello di sviluppo. Anche a livello secondario inferiore, le simulazioni fanno raramente parte delle attività scientifiche raccomandate (figura 3.5).

Altri utilizzi delle nuove tecnologie, tuttavia meno produttivi in termini di attività cognitive secondo certe ricerche (sezione A.4), sono più diffusi. Si tratta di attività come l'uso di computer per l'archiviazione di risultati e di dati sperimentali, la ricerca su Internet e la comunicazione con altri alunni (figura 3.5). Queste sono percepite come utilizzi più «familiari» delle TIC per l'insegnamento delle scienze (in particolare, l'uso di computer per la raccolta e il trattamento di dati sperimentali).

Gli insegnanti di scienze, le concezioni e il ragionamento del «senso comune»

I concetti e il ragionamento del «senso comune» che gli alunni hanno di molti fenomeni scientifici costituisce un «ostacolo» cognitivo che gli insegnanti delle materie scientifiche devono affrontare per poter insegnare in modo efficace. I bambini iniziano con approcci spontanei di spiegazioni di fenomeni, diverse dai metodi scientifici di spiegazione e di ragionamento (sezione A.1). L'incapacità degli insegnanti di considerare queste interpretazioni spontanee e di rispondere in modo appropriato significa che gli alunni imparano le scienze in modo meno efficace e con meno sicurezza – e questo è un aspetto importante vista la necessità di migliorare l'interesse per le scienze e di aumentare le iscrizioni nelle facoltà scientifiche. Ciononostante, lo studio delle direttive delle autorità educative in materia di programmi per la formazione degli insegnanti evidenzia una mancanza in quasi la metà dei sistemi educativi presi in esame (figura 1.3) in questo ambito.

Alcune recenti riforme mostrano la necessità di rivedere i metodi di insegnamento. Ad esempio, il nuovo approccio olandese richiede che gli insegnanti tengano conto delle concezioni e del ragionamento del senso comune degli alunni per sviluppare una comprensione precisa e affinata dei fenomeni scientifici.

Dare delle risposte alle differenze tra ragazzi e ragazze

La necessità di stabilire l'equilibrio tra i generi a livello di iscrizioni negli ambiti scientifici e di incoraggiare i giovani in generale, e le giovani donne in particolare, a dimostrare interesse per le carriere scientifiche, fa parte della strategia di Lisbona (programma di lavoro dettagliato «Educazione e Formazione 2010». È anche uno dei cinque

benchmark che definiscono gli obiettivi quantitativi per il 2010). Le esperienze precoci di apprendimento scientifico – a livello primario e secondario inferiore – hanno un ruolo formativo nel mantenimento e nello sviluppo dell'interesse delle ragazze (e dei ragazzi) per le materie scientifiche.

Nonostante le differenze di attitudine tra alunni in funzione del genere nei confronti delle scienze e di ciò che li motiva in termini di apprendimento siano ben documentate (sezione A.6), le informazioni raccolte dimostrano che la sensibilizzazione degli insegnanti a queste differenze è raramente inclusa nelle direttive delle autorità superiori concernenti la loro formazione; circa la metà dei sistemi educativi prevedono un riferimento a questa dimensione (figura 1.1). Ciò può comportare implicazioni importanti. Se gli insegnanti non sono formati per prendere in considerazione i diversi stili e le diverse preferenze di apprendimento delle ragazze e dei ragazzi (che solamente i programmi dettagliati degli istituti di formazione degli insegnanti potrebbero rafforzare), significa che l'uno o l'altro gruppo resta indietro perché il suo potenziale non è totalmente esplorato? Rimane la questione di sapere se i programmi di scienze e i metodi di insegnamento favoriscono i ragazzi o se sono abbastanza flessibili per tenere conto di tutti i tipi di preferenze in materia di apprendimento.

Il ruolo della valutazione nella definizione di ciò che viene insegnato

Lo studio ha affrontato tutti i tipi di competenze e conoscenze valutate con esami o test concepiti dalle autorità educative superiori (a fini certificativi o di valutazione). La valutazione standardizzata degli alunni non è così diffusa in Europa (figura 4.1), ma la modalità di valutazione delle scienze è in fase di revisione a livello politico quasi ovunque. La figura 4.4 mostra che quasi tutti i paesi sono impegnati in un dibattito sulla valutazione e, in particolare, che diversi paesi sviluppano standard nazionali e/o test nelle materie scientifiche. Nella maggior parte dei casi, la definizione di standard ha richiesto anche la revisione, se non la riscrittura, dei programmi scolastici di scienze (figura 3.7).

Lo studio mostra che, laddove esiste, la valutazione standardizzata è in accordo con le attività e i risultati di apprendimento espressi nei programmi scientifici (ciò significa che gli alunni sono effettivamente testati su ciò che è stato insegnato loro), ma anche che i tipi di competenze e conoscenze valutate tendono a essere ampie, comprendendo le conoscenze, le competenze pratiche, l'attitudine a trattare i dati e il ragionamento scientifico (figura 4.2).

L'accresciuta importanza degli standard scientifici, evidenziata dall'estendersi dei sistemi centralizzati di controllo e di valutazione in numerosi paesi, ha delle conseguenze per l'insegnamento delle scienze nei programmi scolastici obbligatori. La riforma non dovrebbe ovviamente agire da freno sui metodi di insegnamento innovativi, ma contribuire ad accrescere l'efficacia dell'insegnamento delle scienze. Lo studio mostra che diversi paesi lavorano all'ampliamento delle competenze valutate e adottano tecniche di valutazione innovative (sezione 4.4).

Glossario

Codici dei paesi

EU	Unione europea
BE	Belgio
BE fr	Belgio – Comunità francese
BE de	Belgio – Comunità tedesca
BE nl	Belgio – Comunità fiamminga
CZ	Repubblica ceca
DK	Danimarca
DE	Germania
EE	Estonia
EL	Grecia
ES	Spagna
FR	Francia
IE	Irlanda
IT	Italia
CY	Cipro
LV	Lettonia
LT	Lituania
LU	Lussemburgo
HU	Ungheria
MT	Malta
NL	Paesi Bassi
AT	Austria
PL	Polonia

PT	Portogallo
SI	Slovenia
SK	Slovacchia
FI	Finlandia
SE	Svezia
UK	Regno Unito
UK-ENG	Inghilterra
UK-WLS	Galles
UK-NIR	Irlanda del Nord
UK-SCT	Scozia

AELS/SEE

I tre paesi dell'Associazione europea di libero scambio che sono membri dello Spazio economico europeo

IS	Islanda
LI	Liechtenstein
NO	Norvegia

Paesi candidati

BG	Bulgaria
RO	Romania

Classificazione

Classificazione internazionale tipo dell'educazione (CITE 1997)

La classificazione internazionale tipo dell'educazione (CITE) è uno strumento elaborato per la raccolta delle statistiche sull'istruzione a livello internazionale. Comprende due variabili incrociate: gli ambiti di studio e i livelli di insegnamento unitamente alle dimensioni complementari di orientamento generale/professionale/preprofessionale e il passaggio istruzione/mercato del lavoro. La versione attuale, CITE 97,⁵ distingue sette livelli di istruzione.

In modo empirico, la CITE parte dal presupposto che esistano vari criteri che possono aiutare a indicare il livello di istruzione in cui è più opportuno collocare un dato programma educativo. A seconda del livello e del tipo di istruzione in questione, è necessario definire una gerarchia tra i criteri principali e sussidiari (titoli abitualmente richiesti per l'ammissione, requisiti minimi per l'ammissione, età minima, qualifiche del personale, ecc.).

CITE 0 (educazione preprimaria)

Questo livello è definito come la prima fase dell'educazione organizzata in una scuola o in un centro e si rivolge ai bambini di almeno 3 anni.

CITE 1 (istruzione primaria)

Questo livello comincia tra i 5 e i 7 anni, è sempre obbligatorio e in generale dura da 4 a 6 anni.

CITE 2 (istruzione secondaria inferiore)

Questo livello completa l'istruzione di base iniziata a livello primario basandosi su una struttura orientata maggiormente verso le materie insegnate. La fine di questo livello corrisponde spesso alla fine dell'istruzione obbligatoria a tempo pieno.

CITE 3 (istruzione secondaria superiore)

Questo livello di solito comincia alla fine dell'istruzione obbligatoria. L'età di ammissione normalmente è 15 o 16 anni. In genere sono richieste delle qualifiche (aver completato l'istruzione obbligatoria) e altri requisiti minimi di ammissione. Spesso l'insegnamento è più orientato sulle materie rispetto al livello secondario inferiore. La durata standard di questo livello varia da due a cinque anni.

⁵ http://www.uis.unesco.org/en/act/act_p/isced.html.

CITE 4 (istruzione post-secondaria non superiore): raggruppa programmi che, dal punto di vista internazionale, si trovano a cavallo tra istruzione secondaria superiore e istruzione superiore. Questi programmi permettono di ampliare le conoscenze dei diplomati del livello CITE 3. Esempi tipici sono i programmi che permettono agli studenti di accedere al livello CITE 5 o quelli che preparano direttamente all'ingresso nel mercato del lavoro.

CITE 5 (istruzione superiore – primo livello): l'ammissione a questi programmi di solito richiede il completamento del livello CITE 3 o 4. Questo livello comprende programmi a orientamento accademico (tipo A) più teorici e programmi di formazione pratica e tecnica (tipo B), di solito più brevi rispetto a quelli di tipo A e finalizzati all'ingresso nel mercato del lavoro.

CITE 6 (istruzione superiore – secondo livello): riservato ai programmi di istruzione superiore che portano al conseguimento di un titolo di ricercatore altamente qualificato (Ph.D o dottorato).

Definizioni

Accreditamento

Procedura attraverso la quale le autorità legislative e professionali giudicano che un istituto o un programma soddisfa gli standard predefiniti autorizzandolo a offrire una formazione per gli insegnanti e a rilasciare le qualifiche corrispondenti.

Attività di laboratorio

Attività svolta in un laboratorio o altrove facente parte dell'insegnamento scientifico. Si può trattare di un'attività di routine (ad esempio, fare semplici osservazioni o misurazioni) e/o mettere in pratica certe componenti di un procedimento scientifico (ad esempio, qual è l'effetto della temperatura sulla solubilità di una sostanza nell'acqua?). L'attività può essere svolta con la classe intera o in piccoli gruppi di due o più alunni e completata in una o due volte.

Attività relative a progetti scientifici

Attività che comportano un lavoro sperimentale e/o documentario in laboratorio o altrove, e che hanno sempre carattere di ricerca. Possono essere svolte con l'intera classe o dagli insegnanti in formazione/alunni che lavorano in piccoli gruppi o individualmente. Può durare per un certo lasso di tempo, eventualmente più settimane. Offre l'occasione agli insegnanti in formazione e/o agli alunni di impegnarsi in un'attività di ricerca su un tema dato: ad esempio, in che misura la velocità di crescita di una pianta dipende dall'acidità del suolo? Questo progetto può essere svolto attraverso Internet in collaborazione con altri istituti. Spesso è oggetto di un rapporto scritto.

Concezioni e ragionamento del «senso comune»

Forme di ragionamento spontanee/pre-scientifiche che presentano differenze importanti con le forme di ragionamento scientifico. Queste forme di ragionamento possono dare luogo a spiegazioni dei fenomeni, chiamate concezioni/rappresentazioni spontanee del senso comune. Ad esempio, gli alunni concepiscono spesso il funzionamento di un circuito elettrico in termini di «corrente» che userebbe (perdendo di intensità) alimentando successivamente i diversi strumenti che costituiscono il circuito.

Contesti di apprendimento significativi

Contesti capaci di dare senso agli apprendimenti degli alunni. Si può trattare di una «ricontestualizzazione» storica (evocazione dei diversi modelli di atomi, dialoghi di Galileo, ad esempio), o di una «ricontestualizzazione» rispetto a problemi della vita comune, problemi della società (imparare la meccanica in riferimento a problemi di sicurezza stradale, imparare la struttura di un atomo in riferimento a problemi legati alla produzione di energia).

Fase finale qualificante sul lavoro o *induction year*

Periodo di transizione obbligatorio tra la formazione iniziale degli insegnanti e il loro ingresso nella vita professionale come insegnanti pienamente qualificati. Costituisce di solito la fase finale della formazione iniziale degli insegnanti. Questa fase di transizione include una parte importante di sostegno/supervisione e di valutazione formale delle competenze di insegnamento. Durante questo periodo, gli insegnanti non sono ancora pienamente qualificati e di solito sono considerati come «candidati» o «tirocinanti». Passano una buona parte del loro tempo in un ambiente di lavoro reale (in un istituto scolastico), nel quale svolgono tutti o una parte dei compiti che spettano agli insegnanti pienamente qualificati. Sono remunerati per la loro attività.

Formazione generale

È dedicata ai corsi generali e alla padronanza della/delle materia/e che i candidati insegneranno quando saranno qualificati. Di conseguenza, l'obiettivo di questi corsi è di fornire ai candidati una conoscenza approfondita di una o più materie oltre a una buona cultura generale.

Formazione professionale

Corrisponde alla parte teorica e pratica della formazione dedicata all'insegnamento. Oltre ai corsi di psicologia, pedagogia e metodologia, comprende stage di breve durata e (generalmente) non retribuiti (supervisionati dall'insegnante della classe in cui si svolge lo stage e combinati con valutazioni regolari da parte degli insegnanti dell'istituto di formazione). Può comprendere anche una fase qualificante o *induction year*.

Insegnante generalista (non specializzato)

È formato per insegnare tutte le materie del programma.

Insegnante specialista

È formato per insegnare una o due materie specifiche, di cui una normalmente è considerata come principale. In certi casi, gli insegnanti specialisti sono formati per insegnare tre materie, di cui la terza accessoria.

Modello consecutivo di formazione degli insegnanti

Gli studenti ricevono inizialmente una formazione generale per ottenere un diploma in un indirizzo di studi o in un materia specifica. Alla fine o poco prima della fine di questo periodo di studio, si iscrivono a un programma di formazione professionale iniziale che permette loro di qualificarsi come insegnanti.

Modello simultaneo di formazione degli insegnanti

Programma di formazione degli insegnanti che, fin dall'inizio, combina una formazione generale in una o più materie a una formazione professionale teorica e pratica degli insegnanti.

Qualifiche di formatore di insegnanti

Diploma/certificato che riconosce a chi lo possiede le competenze e le conoscenze necessarie per formare degli insegnanti. Viene rilasciato da un istituto e/o dalle autorità educative centrali o superiori preposte.

Qualifiche pedagogico-didattiche

Diploma/certificato in materia di educazione e insegnamento. Viene rilasciato da un istituto e/o dalle autorità educative centrali o superiori e riconosce ufficialmente le competenze e le conoscenze di chi lo possiede.

Simulazione

Uso di un programma informatico, eventualmente interattivo, per presentare teorie, concetti e procedure scientifiche e per promuovere la comprensione e l'apprendimento. Può essere richiesto agli alunni di inserire una serie di dati per vedere quali effetti può avere il cambiamento di parametri sul risultato (ad esempio cambiare la massa o la forza che agiscono su un oggetto per osservare graficamente la velocità e la direzione del movimento). Può essere richiesto agli alunni di trarre le proprie conclusioni partendo dai risultati di una simulazione. Le simulazioni elettroniche possono essere usate anche per illustrare certe esperienze (o proprietà scientifiche) che, per motivi di sicurezza, non possono essere svolte a scuola.

Sperimentazione/investigazione scientifica

Riguarda un lavoro scientifico che implica il ricorso a procedure sperimentali e che integra diverse fasi/componenti, formulazione di un problema e di una ipotesi/modello scientifico, ricerca di informazioni, sperimentazioni adeguate, raccolta e analisi di dati, e conclusioni. Il termine investigazione è più recente rispetto a sperimentazione e vi aggiunge l'idea di esplorazione, di tentativi, di adeguamenti progressivi.

Standard di qualifica

Gli «standard di qualifica» sono definiti dalle autorità educative centrali o superiori come l'insieme delle competenze, delle conoscenze pertinenti e delle attitudini di base che un insegnante (profilo dell'insegnante) deve avere per ottenere la qualifica iniziale che dà accesso all'insegnamento.

Supporto/mentoring

Assistenza in tutti i compiti legati all'insegnamento propriamente detto (pianificazione delle lezioni, gestione della classe, valutazione degli alunni, ecc.), e in altre attività più relazionali organizzate per fare partecipare il futuro insegnante alla vita della scuola che lo ospita (rapporti con i genitori, conoscenza della gestione della scuola, ecc.). Il futuro insegnante è spesso osservato durante il lavoro in classe per fare un bilancio dei suoi progressi e aiutarlo a risolvere le difficoltà.

L'aiuto offerto ha un carattere pluridimensionale: **formativo** (inserimento in un progetto di formazione globale, teorica e pratica), **di socializzazione** (inserimento in un ambiente scolastico in cui il futuro insegnante è accolto e accompagnato dai membri del personale della scuola) e **di controllo** (valutazione dei progressi durante il servizio e alla fine del periodo per attestare la piena qualifica del futuro insegnante).

Valutazione formativa degli alunni

Questa valutazione viene fatta per conoscere a che punto è il processo di insegnamento/apprendimento in modo da migliorarlo.

Valutazione sommativa degli alunni

Questa valutazione ha lo scopo di misurare le conoscenze e le competenze finali degli alunni grazie a test ed esami. Si svolge alla fine di un modulo di apprendimento, di un ciclo o alla fine di un livello educativo.

Valutazione standardizzata degli alunni

Tutte le prove concepite dalle autorità educative centrali o superiori a fini certificativi o di valutazione degli alunni. Può trattarsi anche di un insieme di criteri standardizzati utilizzati per la valutazione delle attività relative a progetti scientifici.

Indice delle figure

- Figura 1.1. Direttive nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 1 e 2) che tengono in considerazione le differenze legate al genere e all'ambiente socioculturale. Anno scolastico 2004/2005pag. 20
- Figura 1.2a. Direttive sulle conoscenze e competenze pedagogico-didattiche generali nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 1). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 21
- Figura 1.2b. Direttive sulle conoscenze e competenze pedagogico-didattiche generali nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 22
- Figura 1.3. Direttive sulle conoscenze e competenze pedagogico-didattiche specifiche nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 24
- Figura 1.4. Direttive sulle conoscenze e competenze scientifiche nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005pag. 28
- Figura 1.5. Direttive sullo sviluppo delle competenze in materia di sperimentazione e investigazione scientifica nella formazione iniziale degli insegnanti (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005pag. 29
- Figura 1.6. Criteri di accreditamento specifici per i programmi di formazione iniziale destinati agli insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 32
- Figura 2.1. Livello minimo di qualifiche in scienze richiesto ai formatori responsabili della formazione professionale iniziale degli insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 36
- Figura 2.2. Qualifiche pedagogico-didattiche e di formatore di insegnanti dei responsabili della formazione professionale iniziale degli insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 37
- Figura 2.3. Esperienza richiesta come insegnanti ai formatori responsabili della formazione professionale iniziale degli insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 39
- Figura 2.4. Esperienza nella ricerca educativa dei formatori responsabili della formazione professionale iniziale degli insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 40

- Figura 2.5. Requisiti per la formazione del personale di supervisione/tutoraggio negli istituti scolastici che organizzano tirocini pratici per i futuri insegnanti di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 41
- Figura 3.1. Organizzazione dell'insegnamento di scienze secondo i programmi prescritti/raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 45
- Figura 3.2. Dimensioni contestuali dell'insegnamento delle scienze nei programmi prescritti/raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005....pag. 47
- Figura 3.3. Attività di discussione in merito ai problemi della vita quotidiana e della società nei programmi scolastici di scienze prescritti/raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 48
- Figura 3.4. Attività pratiche nei programmi scolastici di scienze prescritti/raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005....pag. 50
- Figura 3.5. Uso delle TIC nei programmi scolastici di scienze prescritti/raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005pag. 51
- Figura 3.6. La comunicazione nell'apprendimento delle scienze nei programmi scolastici prescritti o raccomandati (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 53
- Figura 3.7. Riforme o dibattiti in corso relativamente ai programmi di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 55
- Figura 4.1. Esami e test nazionali standardizzati di scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 60
- Figura 4.2a. Tipi di competenze valutate con esami e test nazionali standardizzati di scienze (CITE 1). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 63
- Figura 4.2b. Tipi di competenze valutate da esami e test nazionali standardizzati di scienze (CITE 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 64
- Figura 4.3. Valutazione standardizzata delle attività relative a progetti scientifici (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005pag. 67
- Figura 4.4. Dibattiti/riforme sulla valutazione degli alunni in scienze (CITE 1 e 2). Anno scolastico 2004/2005.....pag. 71

Ringraziamenti

Per le pubblicazioni originali in inglese e francese:

RETE EURYDICE

A. UNITA EUROPEA DI EURYDICE

Avenue Louise 240
B-1050 Bruxelles
(www.eurydice.org)

Direzione scientifica

Arlette Delhaxhe

Autori

Nathalie Baidak, Misia Coghlan

Elaborazione dei grafici

Patrice Brel

Coordinamento della produzione

Gisèle Delel

Segreteria

Helga Stammherr

Ricerca bibliografica e documentaria

Colette Vanandrue

B. ESPERTI IN DIDATTICA DELLE SCIENZE

Edgar Jenkins, professore emerito all'Università di Leeds (Inghilterra)

Martine Méheut, professoressa all'Istituto Universitario di Formazione
degli Insegnanti dell'*Académie* di Créteil

C. UNITÀ NAZIONALI DI EURYDICE

BĂLGARIJA

Eurydice Unit
European Programmes Unit
International Cooperation Division
European Integration and Bilateral Cooperation Department
Ministry of Education and Science
2A, Kniaz Dondukov Bld
1000 Sofia

Contributo dell'unità: il contributo nazionale è stato preparato da una équipe del *Department for Information and Teachers Qualification* dell'Università 'St. Kliment Ohridski' di Sofia

BELGIQUE / BELGIË

Unité francophone d'Eurydice
Ministère de la Communauté française
Direction des Relations internationales
Boulevard Léopold II, 44 – Bureau 6A/002
1080 Bruxelles
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva;
Philippe Delfosse (ispettore)

Eurydice Vlaanderen / Entiteit Internationalisering
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
Departement Onderwijs en Vorming
Hendrik Consciencegebouw 7c
Koning Albert II – laan 15
1210 Brussel
Contributo dell'unità: Willy Sleurs (esperto)

Agentur Eurydice
Agentur für Europäische Bildungsprogramme
Ministerium der Deutschsprachigen Gemeinschaft
Gospertstraße 1
4700 Eupen
Contributo dell'unità: Suzanne Küchenberg;
Leonhard Schifflers (esperto)

ČESKÁ REPUBLIKA

Eurydice Unit
Institute for Information on Education
Senovářné nám. 26
P.O. Box 1
110 06 Praha 1
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva

DANMARK

Eurydice's Informationskontor i Danmark
CIRIUS
Assessment of Foreign Qualifications
Fiolsstræde 44
1171 København K
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva

DEUTSCHLAND

Eurydice Unit
FiF Kontaktstelle Frauen in die EU-Forschung
EU-Büro des BMBF
PT-DLR
Heinrich-Konen-Straße 1
53227 Bonn

Eurydice-Informationsstelle der Länder im Sekretariat der Kultusministerkonferenz
Lennéstrasse 6
53113 Bonn
Contributo dell'unità: Brigitte Lohmar; Marcus Hammann (esperto, junior professor di didattica della biologia al *Leibniz Institute for Science education*, IPN, Kiel fino alla fine del 2005, adesso professore di didattica della biologia all'Università di Münster)

EESTI

Eurydice Unit
SA Archimedes
Koidula 13a
10125 Tallinn
Contributo dell'unità: Kersti Kaldma (Capo dell'unità);
Imbi Henno (esperto capo, *National Examinations and Qualifications Centre*)

ELLÁDA

Eurydice Unit
Ministry of National Education and Religious Affairs
Direction CEE / Section C
Mitropoleos 15
10185 Athens
Contributo dell'unità: Tina Martaki;
Athanasios Skouras (esperto)

ESPAÑA

Unidad Española de Eurydice
CIDE – Centro de Investigación y Documentación Educativa (MEC)
c/General Oraá 55
28006 Madrid
Contributo dell'unità: Jessica Gallego Entonado, Alejandro García Cuadra, María Cristina Toral Cerro; Javier Manuel Valle López (esperto)

FRANCE

Unité d'Eurydice
Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Direction de l'évaluation et de la prospective
61-65, rue Dutot
75732 Paris Cedex 15
Contributo dell'unità: Thierry Damour; Gilbert Pietryk (esperto, ispettore generale decano del gruppo scienze fisiche e chimiche, generali e applicate).

IRELAND

Eurydice Unit
Department of Education and Science
International Section
Marlborough Street
Dublin 1
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva

ÍSLAND

Eurydice Unit
Ministry of Education, Science and Culture
Division of Evaluation and Analysis
Sölvholsgata 4
150 Reykjavík
Contributo dell'unità: Margrét Harðardóttir, María Gunnlaugsdóttir

ITALIA

Unità Eurydice
Ministero della Pubblica Istruzione (MPI),
c/o INDIRE
Via Buonarroti 10
50122 Firenze
Contributo dell'unità: Simona Baggiani;
esperti: Giunio Luzzatto (Presidente del CARED - Centro per la Ricerca Educativa e Didattica dell'Università di Genova) per il capitolo 1 e 2; Sandra Perugini Cigni (Ispettrice, Ministero della Pubblica Istruzione – MPI) per il capitolo 3.

KYPROS

Eurydice Unit
Ministry of Education and Culture
Kimonos and Thoukydidou
1434 Nicosia
Contributo dell'unità: Koula Afrodisi, Christiana Haperi; Dr Zena Poulli (esperto, ispettore di fisica, dipartimento dell'istruzione secondaria, Ministero dell'educazione e della cultura)

LATVIJA

Eurydice Unit
Socrates National Agency – Academic Programmes Agency
Blaumaņa iela 28
1011 Riga
Contributo dell'unità: Viktors Kravāenko; Edgars Grīnis (Expert, Head of Education Development Unit, General Education Department, Ministry of Education and Science)

LIECHTENSTEIN

Eurydice-Informationsstelle
Schulamt
Austrasse 79
9490 Vaduz

LIETUVA

Eurydice Unit
Ministry of Education and Science
A. Volano 2/7
2691 Vilnius
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva dell'unità Eurydice, divisione per la formazione iniziale e per lo sviluppo professionale degli insegnanti, Ministero dell'educazione e delle scienze; esperti: Dr. Elena Motiejūnienė e Saulė Vingelienė (Centro per lo sviluppo dell'educazione – *Švietimo plėtots centras*)

LUXEMBOURG

Unité d'Eurydice
Ministère de l'Éducation nationale et de la Formation professionnelle (MENFP)
29, Rue Aldringen
2926 Luxembourg
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva

MAGYARORSZÁG

Eurydice Unit
Ministry of Education
Szalay u. 10-14
1055 Budapest
Contributo dell'unità: Áron Ecsedy;
Julianna Szendrei (esperto)

MALTA

Eurydice Unit
Education Director (Research & Planning)
Department of Planning and Development
Education Division
Floriana CMR 02
Contributo dell'unità: Raymond Camilleri;
Dr. Suzanne Gatt (esperto)

NEDERLAND

Eurydice Nederland
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
Directie Internationaal Beleid
IPC 2300 / Kamer 10.086
Postbus 16375
2500 BJ Den Haag
Contributo dell'unità: Chiara Wooning; Marja van Graft e Jenneke Krüger (SLO), Tony Schouten e Martin Heideveld (CITO), Hans Ruesink e Febe Jansen-Oliemans (Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap)

NORGE

Eurydice Unit
Ministry of Education and Research
Department for Policy Analysis, Lifelong Learning and International Affairs
Akersgaten 44
0032 Oslo
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva

ÖSTERREICH

Eurydice-Informationsstelle
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur – Abt. I/6b
Minoritenplatz 5
1014 Wien
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva

POLSKA

Eurydice Unit
Foundation for the Development of the Education System
Socrates Agency
Mokotowska 43
00-551 Warsaw
Contributo dell'unità: Joanna Kuzmicka;
Prof. Stanislaw Dylak (esperto, Adam Mickiewicz University, Poznan)

PORTUGAL

Unidade Portuguesa da Rede Eurydice (UPRE)
Ministério da Educação
Gabinete de Informação e Avaliação do Sistema Educativo (GIASE)
Av. 24 de Julho 134-2º
1399-029 Lisboa
Contributo dell'unità: Isabel Almeida;
esperti: Isabel Martins, Fátima Paixão, Celina Tenreiro-Vieira

ROMÂNIA

Eurydice Unit
National Agency for Community Programmes in the Field of Education and Vocational Training
1 Schitu Măgureanu – 2nd Floor
050025 Bucharest
Contributo dell'unità: Tinca Modrescu, Alexandru Modrescu

SLOVENIJA

Eurydice Unit
Ministry of Education, Science and Sport
Office for Development of Education (ODE)
Kotnikova 38
1000 Ljubljana
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva

SLOVENSKÁ REPUBLIKA

Eurydice Unit
Slovak Academic Association for International Cooperation
Socrates National Agency
Staré grunty 52
842 44 Bratislava
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva

SUOMI / FINLAND

Eurydice Finland
National Board of Education
Hakaniemenkatu 2
00530 Helsinki
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva;
Dr. Jarkko Lampiselkä (esperto, Università di Helsinki)

SVERIGE

Eurydice Unit
Ministry for Education, Research and Culture
Drottninggatan 16
10333 Stockholm
Contributo dell'unità: Responsabilità collettiva

TÜRKIYE

Eurydice Unit
Ministry of National Education
Strateji Geliştirme Başkanlığı
(SGB – Directorate for Strategy Development)
Eurydice Birimi Merkez Bina Giriş
Kat B-Blok No 1 Kızılay
06100 Ankara

UNITED KINGDOM

Eurydice Unit for England, Wales and Northern Ireland
National Foundation for Educational Research (NFER)
The Mere, Upton Park
Slough SL1 2DQ
Contributo dell'unità: Karen Whitby, Sigrid Boyd

Eurydice Unit Scotland
International Team
New Educational Developments Divisions
The Scottish Executive Education Department (SEED)
Area 2B South / Mailpoint 28
Victoria Quay
Edinburgh EH6 6QQ
Contributo dell'unità: Joanna Mackenzie e colleghi del SEED e del HMIE

Finito di stampare
nel mese di maggio 2007
dalla Tipografia ABC
Sesto Fiorentino (FI)