



Le immagini e le pratiche della scienza nei libri di testo della scuola primaria e della scuola secondaria di primo grado



Progetto di ricerca finanziato dal MIUR nell'ambito dei fondi della Legge 6/2000 per la diffusione della cultura scientifica



INDICE

- 1 **Presentazione della ricerca** pag 3
 - 1.1 Le motivazioni e gli obiettivi pag 3
- 2 **L'educazione scientifica nella scuola di base: alcuni elementi di contesto** pag 5
 - 2.1 I programmi scolastici pag 5
 - 2.2 La qualità dell'insegnamento e i risultati pag 7
 - 2.3 I docenti di scienze nella scuola secondaria di primo grado pag 10
- 3 **L'impianto della ricerca** pag 11
 - 3.1 Ambiti e strumenti di indagine pag 11
 - 3.1.1 Contenuti e metodi didattici pag 11
 - 3.1.2 Natura e valori della scienza pag 15
 - 3.2 Procedura di analisi pag 16
 - 3.2.1 Attività pag 16
 - 3.2.2 Il campione di testi analizzato pag 17
 - 3.2.3 Omogeneità delle analisi pag 18
 - 3.2.4 Valutazioni numeriche e valutazioni qualitative pag 19
- 4 **L'analisi dei testi** pag 20
 - 4.1 L'oggetto libro pag 20
 - 4.2 Analisi sinottica: contenuti e metodi pag 27
 - 4.2.1 Quali contenuti: cosa c'è? cosa manca? pag 27
 - 4.2.2 La trattazione delle discipline pag 31
 - 4.2.3 Gli indicatori metodologici pag 32
 - 4.2.4 Riferimenti al contesto pag 36
 - 4.3 Confronto fra i testi pag 37
 - 4.4 Gli atteggiamenti e i valori pag 46
- 5 **Un approfondimento su tre temi** pag 52
 - 5.1 Un tema classico: il moto sotto la lente di ingrandimento pag 52
 - 5.2 La teoria dell'evoluzione biologica nei testi della scuola secondaria di primo grado pag 60
 - 5.3 Informazione-comunicazione: un tema (quasi) assente pag 63

Appendice

- A – Traduzione dell'indice tematico proposto dal progetto National Science Educational Standards*
pag 71
- B – Analisi dettagliate* pag 82
 1. Scuola primaria pag 82
 - 1.1 Frequenze e valori dei temi pag 82
 - 1.2 Frequenze e valori dei fattori metodologici pag 85
 2. Scuola secondaria di primo grado pag 92
 - 2.1 Frequenze e valori dei temi pag 92
 - 2.2 Frequenze e valori dei fattori metodologici pag 96
- C – Organizzazione e divisione del lavoro* pag 103
- D – Prospetto di distribuzione dei libri alle docenti* pag 104

1 Presentazione della ricerca

1.1 Le Motivazioni e gli obiettivi

Motivazioni

I libri di testo delle scuole primarie e secondarie di primo grado sono un importante e cruciale strumento di iniziazione alla scienza e alla tecnologia. Per il fatto di essere spesso la prima lettura organica sono destinati, se i docenti ne fanno uno strumento di lavoro sistematico, a lasciare un segno molto forte. In effetti, come confermano anche alcune indagini di cui renderemo conto nel capitolo 2, il libro di testo è il principale e talvolta l'unico strumento didattico realmente disponibile e utilizzato.

Diverse ricerche hanno mostrato che le prime forme di concettualizzazione scientifica sono destinate a diventare strutture cognitive profonde e costituiscono preconcezioni (o misconcezioni) che nemmeno lo studio sistematico della formazione secondaria e, talvolta, universitaria, riescono a modificare. È quindi assai utile esaminare i libri di testo da questo punto di vista, mettendo in evidenza i casi più significativi. La ricerca, comunque, non va a caccia dello "scandalo", cioè dell'errore clamoroso, ma cerca di fare una analisi sistematica dei livelli di concettualizzazione.

La letteratura scolastica, d'altra parte, è assai sensibile all'atteggiamento che la società sviluppa nei confronti della scienza e della tecnologia, tanto da costituire uno specchio in cui essa si riflette. È interessante verificare in che modo i testi registrano i dibattiti, le mode prevalenti, le ideologie, la sensibilità verso problemi e temi emergenti, sia sul versante dei contenuti, sia su quello dei metodi sia, infine su quello dei valori.

Obiettivi

In coerenza con queste considerazioni gli obiettivi del progetto possono essere così riassunti:

- 1 Ricavare una mappa oggettiva di come la scienza e la tecnologia e i loro valori sono rappresentati nei libri di testo e nei curricoli reali, da diversi punti di vista:
 - la scelta dei contenuti e le misconcezioni
 - le epistemologie esplicite (discorsi sul metodo)
 - le epistemologie implicite (i metodi praticati o suggeriti)
 - gli atteggiamenti nei confronti della scienza, della tecnologia e dei loro valori e, in particolare,
 - il modo in cui vengono affrontati i temi dell'etica della scienza e della tecnologia
- 2 Creare strumenti di indagine che, al di là della loro utilizzazione nella ricerca, saranno utili, soprattutto ai docenti, ma anche ad altri operatori, per il loro autonomo lavoro di analisi, per la loro riflessione e per la programmazione didattica.

- 3 Alimentare un dibattito sia nei media di tipo generale sia in quelli specializzati, capace di dare un contributo a diffondere fra gli operatori, i genitori e, più in generale, i cittadini una maggiore sensibilità per una educazione scientifica e tecnica di qualità, ma anche di dare utili informazioni agli editori.

Destinatari

Pensiamo che la ricerca possa essere utile a una vasta gamma di destinatari.

- a) Giornali quotidiani e settimanali a larga diffusione, media, radio, TV.
- b) Riviste e inserti specializzati nella divulgazione scientifica e nella didattica delle scienze
- c) Docenti di scienze
- d) Ricercatori e operatori nel campo della divulgazione e dell'educazione scientifica e tecnologica
- e) Studenti di Master di comunicazione delle scienze (Milano, Trieste, Roma)
- f) Corsi universitari per la formazione di docenti di insegnamento primario

2 L'educazione scientifica nella scuola di base: alcuni elementi di contesto

2.1 I programmi scolastici

I Programmi e le indicazioni ufficiali, in un sistema, come il nostro, finora caratterizzato da curricula nazionali, hanno una grande importanza. Non solo perché costituiscono il quadro di riferimento per il lavoro dei docenti, ma anche in quanto costituiscono un riferimento abbastanza puntuale per i libri di testo e per una serie di azioni quali i piani di formazione dei docenti, i progetti di valutazione. L'editoria scolastica è assai condizionata dai programmi ufficiali e questo spiega anche il disagio nei momenti di passaggio fra vecchi e nuovi programmi, quando i tempi dell'innovazione editoriale difficilmente sono compatibili con quelli delle riforme. L'attenzione ai programmi ufficiali, comunque, non significa appiattimento. Ci possono essere differenze anche notevoli non solo, come è ovvio, sugli aspetti comunicativi e metodologici, ma anche nello sviluppo dei contenuti e sul loro grado di aggiornamento scientifico (si veda il capitolo 6).

I programmi del 1979 e del 1985 sono la base dei testi ancora in uso (dal prossimo anno scolastico, 2004-2005 le prime 3 classi del ciclo della scuola primaria useranno testi di nuova impostazione) e sui quali è stata fatta l'analisi di questa ricerca. Furono scritti da commissioni composte da docenti e studiosi rappresentativi delle esperienze didattiche più avanzate, del mondo accademico, della ricerca didattica, delle associazioni. Si trattò forse del primo esempio di programma-progetto, basato su una visione organica della disciplina. Infatti i contenuti non appaiono come un "elenco", ma come una struttura concettuale per temi, all'interno di ciascuno dei quali sono identificati i contenuti e le indicazioni metodologiche per il loro sviluppo. Occorre notare che i testi analizzati nella ricerca seguono abbastanza fedelmente sia la struttura concettuale, sia la scelta dei contenuti.

In che misura i programmi vengono realmente attuati? Ovvero in che misura il curriculum ufficiale viene "trasferito" nella pratica scolastica? Per avere un'idea di come vanno le cose ricorriamo alla analisi curricolare svolta in occasione della indagine comparativa internazionale IEA-TIMS (vedi par 2.2). Vediamo le due tabelle che seguono.

Tab 1 Percentuali di studenti ai quali sono stati insegnati i diversi argomenti di scienze (dato fornito dai docenti)

Caratteristiche fisiche della terra	82
Atmosfera terrestre	95
Processi e storia terrestri (es:clima, tettonica)	81
La terra nel sistema solare e nell'universo	70
Il corpo umano – struttura e funzioni degli organi	99
Il corpo umano – processi (metabolismo, respirazione, digestione)	99
Alimentazione, salute e malattie	97
Biologia delle piante e degli animali (diversità, struttura, processi vitali, cicli)	100
Interazione fra i viventi (ecosistemi, interdipendenza, comunicazione)	89
Riproduzione, genetica, evoluzione, e speciazione	87
Proprietà fisiche e cambiamenti fisici della materia	98
Particelle sub atomiche	89
Tipi, sorgenti e conversioni di energia	77
Calore e temperatura	95
Fenomeni ondulatori, suoni e vibrazioni	44
Luce	38
Elettricità e magnetismo	55
Forze e movimento	85
Classificazione della materia (elementi, composti, ecc)	95
Struttura della materia (atomi, ioni, molecole, ecc)	91
Reattività chimica e trasformazioni	78
Energia e cambiamenti chimici	58
Inquinamento	84
Conservazione delle risorse naturali	80
Produzione e fornitura del cibo, popolazioni, effetti di eventi umani e naturali	70

E' evidente una prevalenza della biologia e, al suo interno, dei temi più tradizionali. All'opposto alcuni temi di Fisica sono trattati molto poco.

Per la riforma Berlinguer-De Mauro fu elaborato, sempre da una commissione rappresentativa, un documento anche più complesso che, oltre a confermare l'impianto concettuale dei contenuti, introduceva il concetto di "nucleo fondante", ampliava le indicazioni metodologiche e proponeva, coerentemente con quello che era uno stile distintivo di questo progetto di riforma, un quadro epistemologico.

Per quanto riguarda la riforma Moratti il Decreto Ministeriale n° 59 del 19 Febbraio 2004 ne definisce le modalità di attuazione e fornisce le Indicazioni Nazionali per i Piani di Studio. Si tratta di documenti in cui compare un vasto apparato pedagogico generale, nel quale le indicazioni relative alle singole aree disciplinari sono presentate senza alcun inquadramento. Per quanto riguarda le scienze si è tornati a uno stile pre-1979, con un semplice elenco di argomenti senza alcuna strutturazione per temi.

Tali indicazioni per i piani di studio hanno suscitato molte polemiche, in particolare per l'esclusione di ogni cenno al concetto di evoluzione dei viventi. È difficile dire se e quanto essi influiranno sui libri di testo. È da segnalare, comunque, che gli editori, in recenti prese di posizione, hanno dichiarato l'intenzione di mantenere nei testi il concetto di evoluzione, facendo rientrare questa scelta nel diritto di interpretazione dei programmi.

Certo è che questa ricerca meriterebbe una ripetizione fra qualche anno.

2.2 La qualità dell'insegnamento e i risultati

La qualità dell'insegnamento delle scienze potrebbe essere oggetto di un lungo dibattito. Ci limiteremo a fornire alcuni indicatori ricavati dalle indagini comparative internazionali condotte durante un trentennio, che consentono anche di mostrare la situazione italiana rispetto a quella di altri paesi:

IEA – FISS First IEA Science Study	1971
IEA – SISS Second IEA Science Study	1983
IEA – TIMS Third IEA Mathematics and Science Study	1995
IEA – TIMS Third IEA Mathematics and Science Study	1999
Progetto PISA – OCSE	2000

La IEA (International Association for the Educational Evaluation) è una organizzazione non governativa globale, nata da una iniziativa originariamente UNESCO.

Il progetto PISA (Programme for International Student Assessment) è stato promosso dall'OCSE e coinvolge un insieme di paesi fra i più economicamente sviluppati.

La qualità dell'insegnamento nella secondaria di primo grado

Il discorso sulla qualità dell'insegnamento è chiaramente molto vasto e complesso. Volendo rimanere ancorati agli aspetti empirici, facciamo ricorso ad alcuni dati forniti dall'Analisi Curricolare svolta in occasione della indagine IEA TIMS del 1999, che riguardano però solo il livello 8, cioè la secondaria di primo grado.

Tab 2 **Percentuale di tempo spesa in una tipico mese di lezioni (dati forniti dai docenti)**

Compiti amministrativi	2
Correzione dei compiti a casa	10
Lezioni frontali	29
Pratica degli studenti guidata dal docente	15
Recupero	13
Pratica indipendente degli studenti	7
Prove e test	12
Dimostrazioni di esperimenti dell'insegnante	7
Esperimenti fatti dagli studenti	5

Tab 3 Percentuale di studenti che dicono che le seguenti attività vengono svolte spesso

Discutiamo i nostri compiti a casa	49
Gli insegnanti ci insegnano a risolvere problemi	56
Lavoriamo autonomamente su schede o libri di testo	38
Lavoriamo su progetti di scienze	35
Cominciamo a fare i compiti per casa	30
L'insegnante dimostra esperimenti	29
Gli studenti fanno esperimenti	18
Gli studenti usano di uso comune per problemi di scienze	31
L'insegnante usa la lavagna	73
L'insegnante usa il proiettore	9
L'insegnante usa il computer per spiegare	9
Gli studenti usano la lavagna	59
Gli studenti usano il proiettore	7

Tab 4 Percentuali di studenti che hanno compiti a casa, secondo gli insegnanti

Almeno tre volte a settimana	meno di 30'	3
	più di 30'	8
Una o due volte a settimana	meno di 30'	28
	più di 30'	50
Meno di una volta a settimana	meno di 30'	8
	più di 30'	3

Tab 5 Progetti o ricerche assegnati come compiti a casa, secondo gli insegnanti

Qualche volta o sempre	44
Raramente o mai	56

La componente più evidente è, nel dato fornito dagli insegnanti sul tempo speso nelle varie attività, la prevalenza delle lezioni frontali e, simmetricamente, la scarsità di attività sperimentali.

È anche da notare, nella tabella con i dati forniti dagli studenti, che il libro di testo è poco usato *in classe* come strumento di lavoro: il testo *non è un dispositivo didattico*, ma prevalentemente un manuale da studiare. La lavagna è ancora, e di gran lunga, lo strumento più usato. Si conferma la scarsità di attività sperimentali, specialmente se autonome degli studenti.

I risultati

L'educazione scientifica degli studenti italiani è tradizionalmente scadente. L'unico modo di verificare questa affermazione è quello di rammentare i risultati ottenuti nelle indagini comparative internazionali citate all'inizio. Le tabelle che seguono mostrano la posizione dell'Italia in rapporto ad alcuni paesi. Sono stati elencati solo alcuni paesi fra quelli che hanno partecipato alle varie indagini. In linea di massima sono stati considerati solo i maggiori paesi dell'OCSE (con l'aggiunta della Russia) che hanno partecipato più frequentemente alle indagini. Non sono riportati i risultati di diversi paesi del terzo mondo che hanno partecipato alle indagini IEA e che generalmente ottengono risultati peggiori dell'Italia.

Tab 6 Scuola elementare

IEA 1983	(1)	IEA 1995 (2)	(3)
Corea	15,4	Corea	576
Giappone	15,4	Giappone	553
Finlandia	15,3	USA	542
Svezia	14,7	Australia	542
Ungheria	14,4	Repubblica Ceca	532
Canada	13,7	Olanda	531
<i>Italia</i>	<i>13,4</i>	Inghilterra	528
USA	13,2	Canada	526
Australia	12,9	<i>Italia</i>	<i>514</i>
Norvegia	12,7	Ungheria	508
Inghilterra	11,7		

(1) Numero medio di risposte corrette su 24 domande

(2) Risultati in quarta elementare

(3) Punteggi espressi in scala normalizzata

Tab 7 Livello 8

IEA 1983 (1)	(2)	IEA 1995	(3)	IEA 1999	(3)	OCSE 2000	(3)
Ungheria	21,7	Repubblica Ceca	555	Ungheria	552	Corea	552
Giappone	20,2	Giappone	554	Giappone	550	Giappone	550
Olanda	19,8	Corea	546	Corea	549	Finlandia	538
Canada	18,6	Olanda	541	Olanda	545	G.B.	532
Finlandia	18,5	Ungheria	537	Australia	540	Australia	528
Svezia	18,4	Inghilterra	533	Repubblica Ceca	539	Svezia	512
Corea	18,1	Australia	527	Inghilterra	538	Repubblica Ceca	511
Norvegia	17,9	Russia	523	Finlandia	535	Francia	500
Australia	17,8	Canada	514	Canada	533	Norvegia	500
Inghilterra	16,7	USA	512	Russia	529	USA	499
<i>Italia</i>	<i>16,7</i>	<i>Italia</i>	<i>497</i>	USA	515	Ungheria	496
USA	16,5			<i>Italia</i>	<i>493</i>	Spagna	491
						Germania	487
						<i>Italia</i>	<i>478</i>
						Grecia	461
						Russia	460
						Portogallo	459

(1) Nella IEA-SISS il campione era, in realtà, per classe di età e considerava i ragazzi con 14 anni compiuti indipendentemente dalla classe frequentata. In Italia erano inclusi ragazzi di terza media e ragazzi di prima secondaria superiore.

(2) Numero medio di risposte corrette su 30 domande

(3) Punteggi espressi in scala normalizzata

Come si vede, la scuola italiana, nell'ambito dei paesi in qualche modo confrontabili a livello economico e di sviluppo, si colloca decisamente male. Questo avviene fin dalla prima indagine IEA-FISS del 1971, per la quale non disponiamo dei risultati comparativi internazionali, ma sappiamo che, per l'Italia, erano ancora inferiori a quelli del 1983. E questo avviene sia nell'ambito di indagini IEA sia nell'ambito di indagini OCSE, che usano strumenti tipologicamente molto diversi.

Bisogna notare che il problema riguarda in modo particolare la scuola media, mentre nelle elementari il confronto, pur non collocando l'Italia fra i paesi migliori, non è particolarmente negativo.

2.3 I docenti di scienze nella scuola secondaria di primo grado

Anche sui docenti, come per la qualità della didattica, il discorso sarebbe assai vasto, ma ci limitiamo a fornire e commentare qualche dato offerto dalla indagine IEA TIMS del 1999 per il livello 8.

Tab 8 **Principale campo di studio universitario dei docenti (percentuale)**

Biologia	61
Fisica	3
Chimica	5
Matematica	23
Altro	16

Tab 9 **Percentuale di docenti che si sentono ben preparati per i vari argomenti**

ST-Caratteristiche e processi fisici della terra	20
ST-II sistema solare e l'universo	33
B-Strutture e funzioni dei sistemi umani	67
B-Diversità biologica, strutture e processi di piante e animali	63
C-Classificazione struttura della materia	49
C-Reazioni e trasformazioni	36
F-Tipi, fonti e trasformazioni di energia	40
F-La luce	31
Ambiente e risorse	48
Il metodo scientifico	32
Media generale	42

È evidente, nella prima tabella, una forte inclinazione verso i titoli di studio in biologia e la quasi assenza di chimici e fisici. La voce "altro" si riferisce almeno in parte a lauree in scienze naturali e quindi a competenze miste, ma con una componente anche di Scienze della Terra.

Sorprende, nella seconda tabella, il livello relativamente basso della valutazione che i docenti danno sulla propria padronanza dei diversi argomenti. Si può dire che essi, per così dire, "stanno fermi" sul proprio titolo di studio. È sintomatico che la percentuale di quelli che si sentono sicuri su argomenti biologici è di poco superiore a quella dei laureati in biologia.

3 L'impianto della ricerca

3.1 Ambiti e strumenti di indagine

La gamma degli obiettivi prefissati (1.1) è stata ricondotta, anche per semplificare la procedura di raccolta ed elaborazione dei dati, a due ambiti di indagine:

- a) contenuti e metodi didattici
- b) natura e valori della scienza.

3.1.1 Contenuti e metodi didattici

L'indagine sui contenuti e sui metodi didattici ha lo scopo di rilevare

- a) la *misura* in cui i diversi temi delle scienze sperimentali sono presenti nei libri di testo,
- b) il *modo* in cui i diversi temi vengono trattati, in relazione a
 - a. la *qualità del contenuto*,
 - b. gli *aspetti didattici*

Per questo tipo di analisi occorre anzitutto scegliere una *classificazione dei contenuti o indice dei temi*. Per questo si potevano seguire diverse strade, ma sono stati posti due vincoli.

La classificazione scelta deve essere:

- indipendente dai curricoli scolastici e, in particolare, valere sia per le elementari sia per le medie e essere utilizzabile anche in futuro,
- basta su una consolidata e accettata mappa concettuale delle discipline scientifiche

Con questi criteri era esclusa l'adozione dell'indice di temi dei programmi vigenti. La ricerca e le associazioni più qualificate offrono diversi esempi di classificazione dei contenuti. Un buon punto di riferimento è costituito dai progetti che offrono, nei paesi con sistemi educativi non centralizzati, i National Standards. In questi progetti si elaborano classificazioni di contenuti indipendenti dai singoli curricoli e riconoscibili da tutti.

In questa ricerca è stato adottato, con qualche adattamento, l'indice tematico proposto dal progetto *National Science Educational Standards* promosso dal National Research Council, emanazione della National Academy of Sciences, e sostenuto, fra gli altri, anche dalla National Science Foundation. (vedi allegato A).

In particolare sono state adottate due versioni: una più analitica per la scuola secondaria di primo grado e una più sintetica per la scuola primaria. (cfr. tab 14 cap 4.2.1).

Tab 10 **Indici tematici:**

Scienze fisiche - chimiche
Proprietà dei corpi
Posizione e moto
Luce, calore, elettricità, magnetismo
Proprietà e variazioni delle proprietà della materia
Moti e forze
Trasferimento di energia
Scienze della vita
Caratteristiche degli organismi
Cicli vitali degli organismi
Organismi e ambiente
Struttura e funzione negli organismi
Riproduzione e eredità
Regolazione e comportamento
Popolazione e ecosistemi
Diversità e adattamento
Scienze della Terra e dello spazio
Proprietà dei materiali terrestri
Corpi celesti
Variazioni sulla Terra e nel cielo
Struttura del sistema terrestre
Storia della Terra
La Terra nel sistema solare
Scienze nella prospettiva personale e sociale
La salute personale
Tipi di risorse
Variazioni negli ecosistemi
Scienza e tecnologia nelle sfide locali
Popolazioni, risorse, ambienti
Rischi naturali
Scienza e tecnologia nella società

L'analisi consiste nel verificare, per ogni tema, se esso è presente nel testo e, in questo caso, se possiede e in che misura, alcune *modalità* o *fattori*.

Questi sono raggruppati in 4 *dimensioni*:

- qualità del contenuto
- modalità di presentazione
- attività proposte agli allievi
- valutazione

Le dimensioni e i fattori costituiscono la *griglia di analisi contenuti/metodi*.

Per rendere la valutazione il più oggettiva possibile per ogni fattore sono forniti alcuni indicatori della sua presenza.

Tab 11 Griglia di analisi contenuti/metodi

Dimensione	Fattori / metodologie	Indicatori
<i>1 Qualità del contenuto</i>	1.1 Coerenza degli obiettivi esplicitati	Per ciascuna unità didattica sono esplicitati gli obiettivi di apprendimento e la trattazione è coerente con gli obiettivi enunciati
	1.2 Rigore scientifico	Non sono presenti imprecisioni o errori concettuali nella presentazione di definizioni, teorie, applicazioni scientifiche
	1.3 Aggiornamento e attualità dei contenuti	Il testo è attento a presentare gli sviluppi più recenti delle teorie o applicazioni presentate
	1.4 Potenza euristica	Il testo mette in luce il potere esplicativo delle teorie e dei concetti introdotti in una molteplicità di situazioni differenti
	1.5 Spiegazione scientifica versus spiegazione di senso comune	L'introduzione di nuovi concetti/nuove teorie viene raccordata alle più frequenti spiegazioni usate dal senso comune nel particolare contesto
<i>2 Modalità di presentazione</i>	2.1 Giustificazione e contestualizzazione dell'introduzione di nuovi concetti e nuove teorie	Nell'introdurre nuovi concetti o teorie si parte da analisi di casi che richiedono nuovi strumenti di interpretazione o da situazioni problematiche e domande aperte che richiedono nuovi strumenti di risoluzione
	2.2 Molteplicità dei codici di presentazione	I diversi argomenti sono presentati facendo ampio ricorso ai diversi codici di comunicazione rilevanti nell'ambito delle discipline scientifiche e della tecnologia (ad esempio: uso di immagini/tabelle/grafici/quadri sinottici/schemi/foto)
	2.3 Registri di comunicazione	L'uso di terminologie scientifiche specialistiche è giustificato e corretto
<i>3 Attività proposte agli allievi</i>	3.1 Osservazioni e misure	Vengono proposte agli studenti attività di osservazione di fenomeni, eventi, oggetti, ecc. Vengono proposte misure quantitative, con l'aiuto di semplici strumenti, di grandezze fondamentali (lunghezza, volume, peso, tempo, temperatura, differenza di potenziale ecc), con attenzione ai problemi di precisione Agli allievi viene richiesto di attuare forme ordinate e sistematiche di registrazione e organizzazione dei dati raccolti, eventualmente anche con l'uso di un computer

	3.2 Manipolazioni	Costruire oggetti usando materiali di uso comune (carta, legno, plastica, metallo ecc.) usando le mani o utensili. Costruire semplici apparati usando componenti di uso comune: circuiti, meccanismi, strumenti di misura ecc. Usare liquidi e materiali solidi per creare soluzioni in proporzioni prescritte, ecc.
	3.3 Comunicazione	Gli studenti sono invitati a produrre descrizioni e resoconti secondo schemi e con modalità prescritte. Viene richiesto agli allievi di esporre in modo strutturato dati (es. tabelle, grafici ecc.), procedimenti (diagrammi temporali, diagrammi di flusso) relazioni o concetti (diagrammi concettuali, schemi a blocchi ecc.).
	3.4 Applicazione e trasferimento delle conoscenze	Vengono proposti agli allievi problemi, analisi o semplici ricerche che permettono di applicare le conoscenze acquisite a situazioni o contesti reali diversi da quelli già studiati.
	3.5 Esperimenti	Viene proposta agli allievi la conduzione di esperimenti che prevedono alcune o tutte le attività specifiche 3.1-3-3, ma le inquadrano in un percorso logico ispirato a una metodologia scientifica; nei casi più complessi si tratta di un percorso completo del tipo ipotesi-pianificazione delle prove-esecuzione delle prove-raccolta e interpretazione dei risultati-accettazione/rigetto dell'ipotesi
4 <i>Valutazione</i>	4.1 Valutazione formativa	Nel testo si trovano diffusamente, intercalati o integrati con le esposizioni e le attività, esercizi, test, domande, che permettono all'allievo di verificare il proprio apprendimento
	4.2 Valutazione sommativa	Alla fine di ogni sezione importante (Capitolo, modulo, tema ecc) vengono proposti test, esercizi o problemi sulla intera sezione.

3.1.2 Natura e valori della scienza

Un aspetto importante dell'educazione scientifica è l'immagine della scienza che viene offerta e acquisita dagli allievi. Di tale immagine fanno parte il ruolo che la scienza ha nello spiegare il mondo, i metodi scientifici, gli aspetti sociali. Si tratta di un problema non facile dal punto di vista didattico. Anzitutto è difficile definire chiaramente e delimitare il campo, perché questa operazione richiede una certa consapevolezza epistemologica e socio-culturale. Si tratta di componenti normalmente assenti o deboli nella formazione dei docenti. Proprio per la sua natura, questa area di riflessione è meno oggettiva di altre e ammette approcci e punti di vista molto diversi, fino agli estremi dello scientismo più acritico e della critica totale all'idea stessa di scienza, come si è determinata almeno da Galileo in poi. Le stesse difficoltà si incontrano nelle indagini, quando si deve decidere come concettualizzare questo campo.

Tutto questo spiega abbondantemente perché i problemi sulla natura e i valori della scienza sono trattati, come vedremo, in modo abbastanza superficiale nei libri di testo.

Nella ricerca e nei progetti sugli standard di cui si è detto sono state proposte diverse classificazioni tematiche. Lo stesso progetto National Science Educational Standards, al quale si è ricorsi per l'analisi contenuti/metodi, introduce alcuni temi sulla natura della scienza. Per questa ricerca, però, si è adottato un indice tematico, che appare più sistematico, anche se semplice, proposto da un altro progetto: il *Project 2061: Science for All Americans* promosso dalla American Association for the Advancement of Science.

La tabella che segue ne fornisce la versione, opportunamente semplificata, utilizzata nella griglia di analisi proposta per la ricerca.

Tab 12 Griglia di analisi per la natura e i valori della scienza

Dimensione	Fattori / metodologie	Indicatori
1. <i>La visione scientifica del mondo</i>	1.1 Il mondo è comprensibile	Il testo mette in luce che la realtà naturale in linea di principio è conoscibile e spiegabile mediante l'uso della ragione e di strumenti che "estendono" i nostri sensi
	1.2 Le idee della scienza possono mutare nel tempo	Il testo fa capire che la conoscenza scientifica può cambiare nel tempo per l'emergere di nuove osservazioni e/o di nuove teorie
	1.3 La conoscenza scientifica è durevole e razionale	Il testo presenta anche teorie più antiche, oggi non più usate dagli scienziati moderni, sottolineando come esse mantengano il loro carattere precipuo di razionalità e la loro capacità esplicativa nell'ambito di applicazione in cui sono state definite
	1.4 La scienza non è un ricettario per fornire risposte complete a qualsiasi domanda.	Il testo fa capire che esistono domande cui la scienza oggi non sa rispondere o non potrà mai farlo (ad esempio le questioni religiose) e comunque le risposte scientifiche che essa può dare non vanno fideisticamente assunte come "la verità".

2. <i>Il metodo scientifico</i>	2.1 La scienza richiede prove	Il testo sottolinea l'importanza delle prove sperimentali esplicitando le diverse caratteristiche dell'osservazione, delle operazioni di misura, della realizzazione di "esperimenti scientifici" ai fini della conferma, dell'aggiustamento e della confutazione di ipotesi teoriche
	2.2 I metodi della scienza sono una miscela di logica e di immaginazione	Il testo fa capire la "creatività" dell'azione dello scienziato che inventa le spiegazioni dei fenomeni naturali che va investigando e non le trova già definite e semplicemente leggibili nel mondo intorno
	2.3 La scienza spiega e predice	Il testo fa capire che la scienza non solo spiega tutti i fatti noti relativi a un fenomeno, ma è anche in grado di prevederne di nuovi, non ancora osservati.
3 <i>La scienza è un sistema sociale complesso</i>	3.1 La scienza è il risultato dell'azione di comunità di persone con propri specifici sistemi e canali di interazione, comunicazione, organizzazione	Il testo mette in luce il carattere sociale del lavoro dello scienziato, ne presenta i caratteristici codici di comunicazione, il valore della collaborazione e l'etica "dell'onesta scientifica"
	3.2 La scienza è organizzata in diverse discipline e prodotta in varie istituzioni	Il testo presenta le caratteristiche dell'organizzazione moderna della ricerca scientifica, le diverse discipline e le particolari condizioni di lavoro e attività degli scienziati che le praticano, le diverse istituzioni ad esse dedicate.

Nell'analisi sulla natura dei valori della scienza la griglia non è stata applicata alle singole aree tematiche, ma complessivamente ai testi analizzati. Questa scelta è stata dettata dal fatto che gli aspetti cercati compaiono in modo abbastanza sporadico e, in genere, al di fuori dei singoli contenuti.

3.2 Procedura di analisi

3.2.1 Attività

Il lavoro di analisi è stato svolto con la seguente organizzazione e divisione del lavoro:

- Gruppo di lavoro A (3 esperti di epistemologia e didattica delle scienze)
- Gruppo di lavoro B (5 docenti esperti di didattica delle scienze)
- Un esperto di informatica e di elaborazione dati
- Un comitato di coordinamento

Per i nomi delle persone si veda l'allegato.

Le attività si sono sviluppate secondo la tabella che segue.

FASI	ATTIVITA'	ORGANIZZAZIONE
1 Creazione degli schemi concettuali e degli strumenti di analisi.	-definizione dei campi di analisi -creazione delle tassonomie di analisi per i diversi campi -creazione delle griglie di analisi	Gruppo A
2 Scelta di un campione di libri di testo oggetto dell'analisi	-costruzione del data base dei libri -criteri di campionamento -selezione dei libri da analizzare	Gruppo A per i criteri di campionamento Gruppo B per la ricerca, l'ordinamento e la selezione dei testi Esperto informatico
3 Analisi dei testi	-applicazione delle griglie di analisi ai testi -confronto e controllo di uniformità delle valutazioni dei diversi testi -tabulazione, archiviazione e rappresentazione dei dati di analisi	Gruppo A Gruppo B Esperto informatico
4 Analisi dei dati	-interpretazione e commento dei dati -sintesi e approfondimenti	Gruppo A
5 Rapporto finale e strumenti di divulgazione dei risultati	-stesura del rapporto finale -creazione di strumenti di divulgazione	Gruppo A (Stesura) Gruppo B (Verifica) Esperto informatico

3.2.2 Il campione dei testi analizzato

Il campione di testi è stato formato da:

15 testi per le scuole primarie

10 testi per le scuole secondarie di primo grado

A questi si sono affiancati altri testi, sia per le scuole primarie che per le secondarie di primo grado, dei quali non è stata fatta valutazione analitica, perché o non più comunemente adottati e distribuiti dagli editori, o perché per la presenza di "guide" particolari (per docenti o per studenti) offrono una struttura particolarmente ricca nel complesso, ma non sempre nella selezione dei contenuti e delle attività proposti nel "manuale", poco rappresentabile con gli strumenti analitici sviluppati nella ricerca.

Per ragioni di omogeneità, nelle scuole primarie sono stati considerati solo i testi *obbligatori*. Non sono stati cioè considerati i testi collaterali, opzionali, dedicati in genere a schede per esercizi, attività ecc.

3.2.3 Omogeneità delle analisi

Il problema di garantire una lettura dei diversi testi condotta con criteri omogenei è stato affrontato con due soluzioni.

- a) *Riunioni di confronto* molto frequenti fra i gruppi A e B destinate a:
 - a. discutere e raffinare le griglie di analisi in modo da aumentarne l'oggettività
 - b. confrontare le valutazioni
- b) *Rotazione delle letture dei testi per le scuole secondarie di primo grado*. Alcuni testi sono stati letti da più docenti (di norma due).

Lo schema che segue mostra il piano di distribuzione dei testi per la lettura.

Tab 13 Piano di distribuzione dei testi per l'analisi

CODICI Sussidiari (SCUOLA PRIMARIA)	ESAMINATRICI				
	1° analista	2° analista	3° analista	4° analista	5° analista
E1	X				
E2		X			
E3					X
E4				X	
E5					X
E6			X		
E7				X	
E8	X				
E9			X		
E10					X
E11	X				
E12				X	
E13		X			
E14		X			
E15			X		

CODICI Manuali (SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO)	ESAMINATRICI					
	1° analista	2° analista	3° analista	4° analista	5° analista	5° analista
M1	X					
M2		X			X	
M3			X			
M4				X		
M5			X	X		
M6	X				X	
M7	X	X				
M8					X	
M9		X				
M10						X

3.2.4 Valutazioni numeriche e valutazioni qualitative

Analisi contenuti/metodi

a) Per ogni fattore/modalità e per ogni testo è stato espresso un punteggio da 0 a 5 secondo la seguente scala di significati:

- 0 Assente
- 1 Irrilevante/inesistente quasi
- 2 Appena percepibile/saltuario
- 3 Apprezzabile/abbastanza frequente
- 4 Rilevante/frequente
- 5 Particolarmente rilevante/sistematico

b) Per ogni area di contenuto e per ogni testo è stato compilato una breve nota di commento per approfondire o spiegare le valutazioni analitiche. Lo scopo è quello di:

- valutare ulteriormente la validità delle valutazioni date
- fornire indicazioni per gli approfondimenti e la sintesi

Il testo dei commenti, che ha avuto una funzione puramente strumentale per l'analisi, non viene pubblicato, ma è disponibile su richiesta per operatori qualificati.

Analisi natura e valori della scienza

In questo caso il meccanismo di attribuzione dei valori è stato molto semplificato.

Per ogni testo e per ogni fattore è stato attribuito il valore 0-5 secondo la stessa scala del punto precedente.

4 L'analisi dei testi

4.1 L'oggetto libro

I testi esaminati, presentano caratteristiche di “struttura”, oltre che di contenuto, che li rende oggetti peculiari del mondo dell'editoria, molto diversi dai libri cui il lettore medio è abituato.

La diffusione della lettura, delle librerie, delle biblioteche ha reso familiari alcuni elementi di catalogazione dei libri che ne facilitano individuazione, ricerca, acquisizione. Tutti i libri in commercio sono caratterizzati da un insieme standard di informazioni caratteristiche che ne consentono l'univoca identificazione, anche se non tutte vengono utilizzate comunemente nella ricerca di un libro. Spesso ad esempio è la tipologia del testo considerato a definire gli indici di ricerca usati dai suoi potenziali lettori. Così un manuale universitario o un testo di saggistica è spesso cercato, o citato, a partire dal nome dell'autore, per un best seller di narrativa viene invece più spesso fatto riferimento al titolo. Alcune case editrici sono riuscite a richiamare l'interesse dei lettori direttamente a partire dalle collane da esse curate.

I libri di testo delle scuole primarie presentano un quadro assolutamente peculiare. Solo in rarissimi casi, M2 e M11, l'autore è il riferimento di identificazione di un testo. Nel primo caso si tratta di scienziati assai famosi, eccezionalmente, e per la prima volta, presenti nel mondo dell'editoria scolastica, nel secondo invece l'autore, con il suo manuale, è diventato un modello dell'innovazione della didattica delle scienze nella scuola secondaria di primo grado.

I titoli non aiutano a differenziare i vari testi: soprattutto per i sussidiari delle elementari il più delle volte essi non contengono alcun riferimento al contenuto precipuo e sembrano piuttosto allettanti richiami pubblicitari (“Sussiblu”, “TG scuola”, “Domino”...).

Le case editrici sono una miriade, per lo più esclusivamente dedicate a questo settore editoriale e pertanto poco note agli estranei ai lavori. Questa molteplicità di editori però non corrisponde a un'effettiva ricchezza e varietà di offerta e, quindi, di scelta per il mondo della scuola. È possibile trovare manuali “Lego” costruiti grazie al differente assemblaggio di “blocchetti informativi” sostanzialmente identici. L'esempio è tratto da E6 ed E8 ed è solo uno dei frequenti punti di contatto fra i due testi contemporaneamente e autonomamente presenti sul mercato. Anche se i nomi degli editori appaiono diversi, si tratta di case editrici facenti riferimento alla stessa “cordata” e difficilmente distinguibili l'una dall'altra.



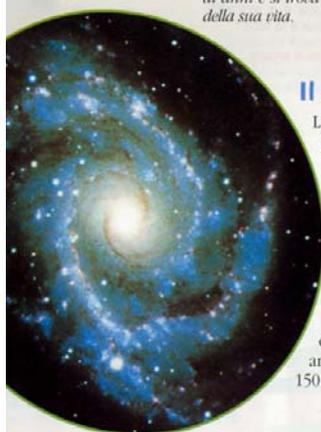
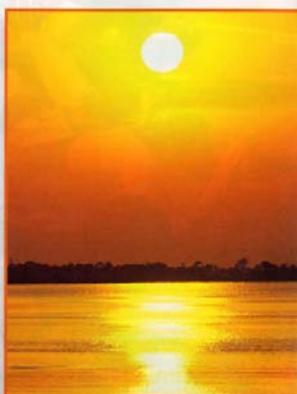
LA TERRA NELL'UNIVERSO

Il Sole, una stella speciale

Durante il nostro viaggio nelle scienze abbiamo scoperto che le innumerevoli forme di vita presenti sulla Terra sono possibili solo grazie alla luce e al calore del Sole. Poiché esso è così importante per noi, cerchiamo di scoprire le sue caratteristiche.

Il Sole è una stella, cioè una gigantesca sfera di gas ad altissima temperatura. Esso non ha niente di particolare rispetto alle altre stelle che, a migliaia di miliardi, affollano l'universo. È solo la stella più vicina alla Terra ed è quella che ci fornisce l'energia indispensabile alla vita. La Terra, invece, è un pianeta che, come tutti i pianeti, non ha né luce né calore.

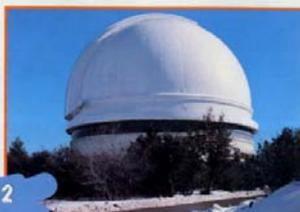
● Il Sole ha circa 6 miliardi di anni e si trova a metà della sua vita.



Il Sole nell'universo

L'universo è tutto ciò che esiste; esso è così grande che la Terra, che a noi sembra grandissima, non è che un granellino di sabbia. Sparse nell'universo ci sono moltissime famiglie di stelle, dette galassie. La galassia di cui fa parte il Sole si chiama Via Lattea (nella foto) ed è composta da milioni di stelle. Essa, durante le notti serene, appare ai nostri occhi come una striscia lattiginosa. Tutte le stelle sono talmente lontane che di esse percepiamo solo la luce. Il Sole è l'unica stella di cui avvertiamo, oltre alla luce, anche il calore, perché dista dalla Terra solo... 150 milioni di chilometri.

La scienza che studia l'universo è l'astronomia. Gli astronomi scrutano il cielo con potenti telescopi. Il più grande del mondo è quello di monte Palomar (nella foto) in California con il quale hanno potuto osservare e fotografare milioni di galassie.



162

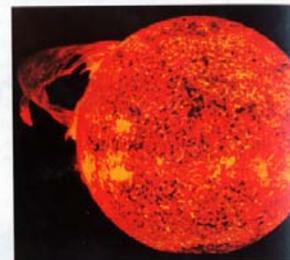
La Terra nell'universo

Il Sole, una stella speciale

Tutte le forme di vita presenti sulla Terra sono possibili solo grazie alla luce e al calore del Sole. Poiché esso è così importante per noi, cerchiamo di scoprire le sue caratteristiche.

Il Sole è una stella, cioè una gigantesca sfera di gas ad altissima temperatura ed è simile alle altre migliaia di miliardi di stelle.

Il Sole è la stella più vicina alla Terra ed è quella che ci fornisce l'energia indispensabile per la vita. La Terra, invece, è un pianeta e, come tutti i pianeti, non ha né luce né calore.



Questa sfera di fuoco è il Sole.

Il Sole nell'universo

Sparse nell'universo ci sono moltissime famiglie di stelle, dette galassie. La galassia di cui fa parte il Sole si chiama Via Lattea ed è composta da milioni di stelle. Essa, durante le notti serene, appare ai nostri occhi come una striscia lattiginosa.

Tutte le stelle sono talmente lontane, che di esse percepiamo solo la luce; il Sole è l'unica stella di cui percepiamo, oltre alla luce, anche il calore.



La Via Lattea.



La scienza che studia l'universo è l'astronomia. Gli astronomi scrutano il cielo con potenti telescopi. Il più grande del mondo è quello di monte Palomar, in California (nella foto).

128

scienze

I libri di testo vengono generalmente presentati alle scuole, nel periodo di Pasqua, direttamente dai rappresentanti editoriali delle diverse case editrici affinché i docenti selezionino, entro maggio, i testi da adottare per il successivo anno scolastico. Questo è il modo principale per conoscere i testi; rarissime sono le recensioni, anche nelle riviste di settore e difficilmente questo genere di libri, trova disponibilità sugli scaffali delle librerie. Infine, i libri della scuola primaria, non sono assimilabili agli articoli dell'editoria comune, in quanto le famiglie non devono acquistarli, ma solo ritirarli a fronte di un buono fornito dalla scuola e, per lo più, sono distribuiti attraverso canali riservati, le cartolerie vicine agli istituti scolastici piuttosto che le librerie.

I sussidiari sono, nella maggioranza dei casi, privi di un indice di volume, contengono però indici di sezione. Ciò può forse facilitare i bambini a riconoscere le diverse discipline (aritmetica, storia, geografia, scienze) presentate nello stesso volume, ma sicuramente rende più difficile ad un esterno, ad esempio alle famiglie, avere uno sguardo d'insieme sugli argomenti su cui lavorerà la classe per il dato anno scolastico. Questo limite viene in alcuni casi superato da una presentazione, in quarta di copertina, del piano editoriale dell'opera completa con gli indici di tutti i volumi.

La suddivisione in volumi non è omogenea, i testi delle secondarie di primo grado non sono sempre 3, uno per ciascun anno di scuola, ma un numero maggiore (M1 ad esempio propone 6 + 1 tomi diversi) e vanno nella maggior parte dei casi acquistati in soluzione unica. Anche qui sono chiari i vantaggi didattici che tale soluzione comporta: il docente è libero di organizzare sequenza e tipo di contenuti in funzione delle esigenze del lavoro con le diverse classi. Sono anche evidenti

però gli svantaggi per le famiglie che sono obbligate ad affrontare una spesa non diluibile sui tre anni e inutile nel caso di un cambio di istituto dovuto a qualsivoglia esigenza famigliare.

Spesso i sussidiari per le scuole primarie sono accompagnati da “quaderni di lavoro” che integrano l’offerta di esercitazioni per gli alunni. Questi quaderni sono stati esclusi dall’analisi perché dovrebbero essere fundamentalmente opzionali e perché, a differenza del libro di testo, non sono gratuiti. Ciò comporta di fatto il rischio di introdurre una discriminazione economica e socioculturale, favorendo le classi di alunni provenienti da famiglie più agiate, o anche solo più sensibili e attente a sostenere l’istruzione dei loro figli. Si è deciso pertanto che l’analisi non dovesse tener conto degli esercizi e delle informazioni aggiuntive di tali quaderni presupponendo che ogni testo debba essere comunque autoconsistente indipendentemente da tali complementi.

Oltre ai quaderni di lavoro alcuni manuali contengono anche delle “guide”. Eccetto pochissime eccezioni tali guide sembrano essere dei complementi non indispensabili al pieno utilizzo dei rispettivi libri. Nella maggior parte dei casi esse contengono essenzialmente esercizi aggiuntivi e un corredo d’indicazioni sugli obiettivi didattici dei diversi capitoli o unità didattiche. In due casi invece, M11 e M12 (vedi Appendice a pagine 33 e 34), le guide sono parti integranti del manuale e corrispondono a ben definite impostazioni didattiche che mirano a guidare e sostenere puntualmente il lavoro del discente (M11) o quello del docente (M12). Esse hanno la struttura e la funzione delle guide che integrano i manuali prodotti da organizzazioni o istituti di ricerca di didattica (PSSC, PPS, BSCS etc). Queste guide offrono approfondimenti, presentano esempi dei particolari punti critici per la comprensione del tal concetto o della tal teoria, suggeriscono esperimenti non presenti nel testo usato in classe e offrono, M12, anche la soluzione degli esercizi proposti nel manuale. Proprio per quest’eterogeneità rispetto agli altri manuali analizzati M11 e M12 sono stati esclusi dalla valutazione analitica..

Quasi inesistenti sono i riferimenti bibliografici o le citazioni da altri testi. Di contro però se presenti, le citazioni sono fatte con molta cura, diventano anzi una ricorrente strategia pedagogica finalizzata a suscitare l’interesse degli studenti e a dar conto dell’evoluzione storica del pensiero scientifico grazie al riferimento a scritti di grandi scienziati o a particolari opere di narrativa (M11 ed E7 da cui viene l’esempio in figura).

Un alieno alla scoperta del corpo umano

Una nave spaziale proveniente dal pianeta Memo fu deviata fuori rotta. Il pilota, di nome Danoid, avvistò uno strano pianeta azzurro e chiese l'autorizzazione a studiare forme di vita aliene. Fu così che scese sulla Terra e incontrò Pete.

◆◆◆ Pete avrebbe dovuto consegnare fra due settimane una ricerca sul corpo umano: forse l'alieno poteva dargli qualche idea geniale. A Pete venne in mente di toccare la superficie metallica di Danoid. Poi chiese:

– Di che cosa è fatta la tua pelle?

– Druconio. Abbina la durezza della kryptonite alla levigatezza di un astroblander: così diceva il reparto quando Danoid l'ha comprato.

– Vuoi dire che hai comprato la tua pelle?

– Affermativo. La tua come l'hai avuta?

– Ce l'ho da quando sono nato... ehm, da quando sono stato costruito – rispose Pete.

I bulbi oculari di Danoid schizzarono fuori:

– Non è possibile! Ti sta ancora giusta.

– Certo: è cresciuta con me. La pelle umana può crescere e aggiustarsi da sé – disse Pete.

Pete mostrò a Danoid il taglio che si era fatto sul ginocchio:

– Vedi questo? In una settimana o due la mia pelle sarà come nuova.

– Dov'è il tuo kit per le riparazioni?

– È incorporato. Un grumo di sangue tappa il buco e ferma il sanguinamento. Il grumo diventa duro (noi lo chiamiamo crosta) e rimane finché la pelle sotto è riparata.

nd. e coll. V. Wyatt, Un terremoto ai raggi X, Editoriale scienza

◆ Se incontrassi un alieno, quali domande gli faresti?

◆ Che cosa succede quando ti sbucci un ginocchio?

Cominciano ad apparire, in alcuni testi, alcuni richiami a siti web dove è possibile trovare ulteriori approfondimenti ed esercizi da fare on line o riferimenti sitografici (E15, M6, M7, M9). Per quanto gli esempi trovati siano ancora molto pochi e i siti siano ancora non molto sviluppati, appare interessante questo intreccio fra libri e internet; e sarebbe interessante monitorarne il gradimento e l'utilizzo presso docenti e alunni. Alcuni editori scolastici (Edumond Le Monnier S.p.A., Arnoldo Mondadori Scuola, Einaudi Scuola, Minerva Italica, Juvenilia, Carlo Signorelli e Macmillan) hanno di recente promosso un portale particolarmente ricco dedicato ai docenti e agli studenti con particolare attenzione alla scuola primaria e alle innovazioni introdotte dalla riforma (<http://www.pianetino.it>). Forse in tempi vicini si potrà assistere ad esperienze di vere e proprie complementarità fra internet e libro di testo.

Tutti i testi esaminati sono particolarmente curati dal punto di vista estetico e grafico. Nei sussidiari, foto o disegni colorati, ricoprono il 50% dello spazio disponibile. Le scelte e la loro efficacia variano notevolmente: si trova ad esempio il testo (E9) attento a presentare per prime le immagini di animali familiari e a stimolare osservazioni su di essi, o il testo (E14) che abbonda di foto eseguite con microscopi elettronici. Non vi è molta cura, in genere, nel riportare le scale degli ingrandimenti di disegni e delle foto. Anche se le scale sono di difficile lettura per i ragazzi più piccoli, digiuni di proporzioni, questa mancanza appare criticabile soprattutto ove, come nel caso delle schematizzazioni delle cellule, si insiste nel confronto dimensionale fra elementi o cellule particolari. Spesso l'immagine è parte integrante della comunicazione didattica e l'analisi di disegni o fotografie è proposta negli esercizi di valutazione.

L'esempio è tratto da M10:

APPROFONDIMENTO 2
La simmetria del nostro corpo è imperfetta e incompleta

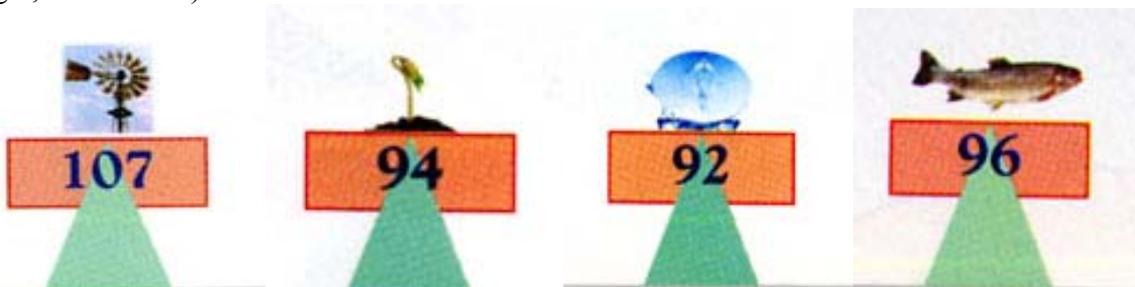
Guardandoci allo specchio, il nostro corpo ci appare *simmetrico*, cioè fatto di due "metà" uguali ribaltate una rispetto all'altra. Ma è perfetta questa simmetria? Osserva la figura 6, che mostra tre ritratti del viso di una stessa ragazza: il primo (a) è una fotografia vera, mentre gli altri due sono dei fotomontaggi, ottenuti mettendo insieme due metà uguali al lato destro del viso (b) o al lato sinistro (c). Le tre immagini sono diverse: ci accorgiamo, in particolare, che l'"espressione" della ragazza dipende in notevole misura dalle piccole asimmetrie del suo volto.

Se, poi, consideriamo gli organi interni del nostro corpo, la simmetria, in certi casi, viene a mancare del tutto. Possediamo, infatti, organi doppi (per esempio, un polmone destro e un polmone sinistro, un rene destro e un rene sinistro), ma anche organi unici, alcuni dei quali non si trovano al centro del corpo, ma spostati nettamente verso destra (per esempio, il fegato) o verso sinistra (la milza).

Fig. 6
 Il ritratto a sinistra (a) è la fotografia del viso di una ragazza; gli altri due ritratti sono, invece, fotomontaggi, ottenuti mettendo insieme, rispettivamente, due metà "destra" (b) o due metà "sinistre" (c) della prima immagine.



Elementi grafici sono usati per sottolineare nei testi della scuola primaria il passaggio da una disciplina a un'altra, così per esempio le pagine possono avere colori diversi o essere caratterizzate da "logo" differenti (gli esempi in figura sono tratti da E13 e caratterizzano le pagine di fisica, di biologia, astronomia)



Il corpo del testo all'interno di una singola pagina è spesso organizzato in aree ben riconoscibili che differenziano "attività", "glossario", "spunti di approfondimento" etc. In alcuni casi si tratta di aree a diversa funzionalità didattica, come i riquadri che guidano la realizzazione di semplici esperimenti. Talvolta invece il testo ha un'originale struttura ipertestuale, con "parole calde" evidenziate nel corso della trattazione e poi riprese e approfondite in sezioni specifiche.

E7

IL VIAGGIO DELL'ACQUA

Il mare

Il mare nasconde molte forme di vita animale e vegetale. La presenza e la distribuzione degli organismi dipende dalla quantità di **luce solare** che riesce a penetrare nell'acqua.

LE PAROLE PER IMPARARE

In superficie...
 ...l'acqua è ricca di sostanze nutritive. Qui infatti galleggia il **plankton**, la principale fonte di cibo per gli animali, formato da larve e piccole alghe che **si lasciano trasportare** dalla corrente.
 Il **necton**, invece, è formato dagli animali che **nuotano** nel mare: pesci, tartarughe, delfini, orche e balene.

- Il **plankton** è l'insieme di minuscoli organismi, animali e vegetali, che vivono sospesi nelle acque dolci e salate.
- Il **necton** è l'insieme degli organismi acquatici capaci di nuotare.
- Il **benthos** è l'insieme degli organismi fissi o poco mobili che vivono sul fondo del mare.

Scendendo in profondità...
 ...l'acqua diventa sempre più fredda e buia. Solo fin dove arriva la luce del Sole riescono a crescere le alghe. Esse, infatti, hanno bisogno della luce solare per fabbricare il loro nutrimento e produrre l'ossigeno, indispensabile per la vita degli animali.

Il riccio di mare

Il corallo

Sui fondali marini...
 ...vivono **fissi o strisciano** sulla sabbia le stelle marine, i ricci di mare, le spugne e i coralli che formano la grande famiglia del **benthos**.

108

E 14

Le piante

Parole per ESPLORARE

Generalmente, la foglia è attaccata al fusto tramite il **picciolo**. Alcune piante, come il giglio, il grano, la palma, non hanno il picciolo, perciò le foglie si collegano direttamente al fusto. La foglia è attraversata dalle **nervature**, che sono le "strade" che la linfa percorre. La **forma** della foglia può essere molto varia: a cuore, palmata, ovale, dentellata, rotonda, ad ago.

Parole per CAPIRE

Respirazione: è il processo mediante il quale si assorbe ossigeno e si elimina anidride carbonica.
Traspirazione: è la funzione che permette alla pianta di eliminare la parte di acqua assorbita in eccesso dalle radici.
Fotosintesi clorofilliana: è il processo mediante il quale la pianta si nutre.

Le piante, come hai visto, sono molto importanti per l'esistenza di tutti gli esseri viventi. La maggioranza delle piante è formata da **radici, fusto, foglie**. La radice ha la funzione di assorbire la **linfa** (acqua e sali minerali) dal terreno e di fissare la pianta al suolo. Il fusto ha la funzione di sostegno e collega le radici alle foglie; è attraversato da vasi conduttori verticali, che servono a trasportare la linfa in tutta la pianta.

La foglia è una parte molto importante della pianta; qui avvengono tre funzioni vitali: la **respirazione**, la **traspirazione** e la **fotosintesi clorofilliana**.

SPERIMENTIAMO

Verifica come le radici assorbono dal terreno acqua e sali minerali.

- **Occorrenze** Due vasetti trasparenti, acqua, inchiostro blu, una piantina fiorita di pratoline o un altro fiore con radici, una piantina di sedano con radici.

Versa l'acqua nei vasetti e aggiungi qualche goccia di inchiostro, poi metti le piantine nei vasetti. Dopo alcuni giorni, come si presentano le piantine? Prova a sezionare i fusti delle piantine, per vedere se trasportano l'inchiostro alle foglie e ai fiori.

130

L'elemento di grafica veicola quindi approfondimenti, ma anche approcci metodologici diversi. Un ruolo particolare al riguardo hanno le rappresentazioni di mappe concettuali utilizzate spesso e con diversa funzionalità in alcuni testi: riepilogo delle conoscenze, presentazione degli argomenti trattati nel capitolo, prove di verifica.

E 13

SCIENZE

Elementi viventi di un ecosistema



I microrganismi

Gli strumenti moderni, sempre più perfezionati e potenti, hanno moltiplicato le nostre capacità di osservazione e hanno permesso agli scienziati di scoprire i meravigliosi segreti della natura. Ad esempio, la scoperta dell'esistenza di molti organismi, invisibili a occhio nudo, fu resa possibile solo verso la metà del '600, quando si costruì il primo **microscopio**. Questi organismi presero perciò il nome di **microrganismi**.

Studiando i microrganismi gli scienziati si sono resi conto che essi sono presenti in qualsiasi ambiente. Hanno notato anche che alcuni possiedono le qualità degli animali, cioè si nutrono di altri organismi, altri quelle dei vegetali che fabbricano da soli il proprio nutrimento, e che altri ancora hanno caratteristiche comuni sia agli animali sia ai vegetali.

Appartengono al gruppo dei microrganismi, ad esempio, le muffe e i batteri.

Il microscopio, uno degli strumenti più utilizzati dagli scienziati, permette di avere un'immagine ingrandita di oggetti molto piccoli. Con esso è possibile cogliere anche quei particolari che sarebbero invisibili a occhio nudo.



Osserva il disegno di un microscopio composto: la presenza di più lenti fa sì che l'oggetto (detto "campione") che si vuole analizzare sia ingrandito più volte.

LEGGERE, CAPIRE E "SALVARE"

Utilizza lo schema per ripetere l'argomento ad alta voce, facendo alcuni esempi per ogni funzione che intendi spiegare.

si riproducono dando origine a esseri della stessa specie

Tutti gli esseri viventi

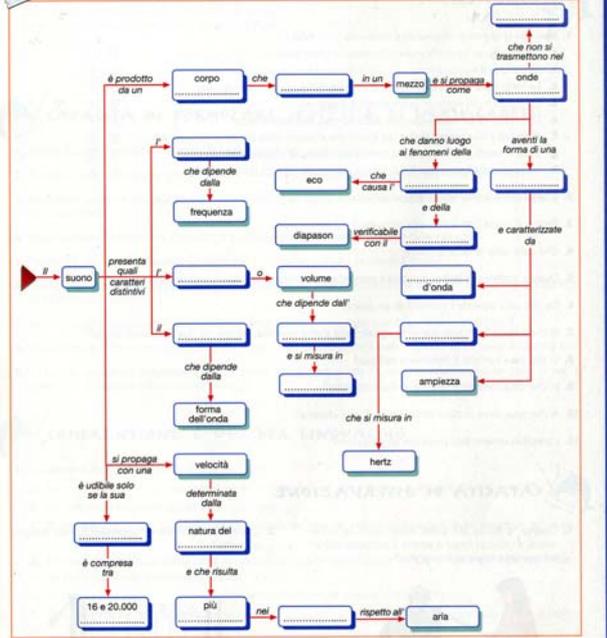
- sono sensibili agli stimoli
- nascono e muoiono
- si adattano all'ambiente
- si nutrono e crescono
- si muovono

78

M7

UNITÀ 5 IL SUONO E I FENOMENI ACUSTICI MAPPA INTERATTIVA 107

Completa la mappa inserendo, nelle caselle con punteggiatura, le parole elencate in basso (che possono ricorrere più volte).



risonanza sinusoidi riflessione lunghezza elastico mezzo frequenza hertz
vuoto altezza decibel solidi timbro sonore elevata ampiezza intensità vibra

GUIDA ALLO STUDIO

Oltre quest'uso "concettuale" dell'immagine c'è anche un uso deterioro delle figure e dell'invito all'osservazione e riflessione sui fenomeni reali per semplificare teorie scientifiche che sono invece frutto di astrazione e raffinata costruzione concettuale. Esempi di questo tipo sono soprattutto presenti in fisica, altrove si fa riferimento all'errata interpretazione dell'ormai familiare immagine della fluttuazione libera degli astronauti. Gli esempi riportati in questa sezione sono anch'essi esempi ricorrenti di un cattivo uso dell'intuitività nella didattica delle scienze.

Sperimenta

Il calore fa aumentare l'agitazione termica

Prendi un pentolino d'acqua e, con l'aiuto di un adulto, mettilo su un fornello acceso. Osserva l'acqua quando è ancora **fredda**, quando è **calda** e quando **bolle**.



• Che cosa osservi?

Nell'acqua fredda il movimento è così _____ che l'acqua sembra immobile.

Nell'acqua calda il movimento è più _____ e l'acqua non è proprio ferma.

Nell'acqua che bolle il movimento è _____ e l'acqua sembra in piena burrasca.

• Che cosa puoi concludere?

Il calore del fornello riscalda l'acqua aumentando _____ delle molecole.

Diciamo che il calore è una forma di energia, detta energia termica.

90

In questo caso (E4), il fenomeno macroscopico dell'ebollizione, con le caratteristiche bolle d'aria che salgono e gorgogliano in superficie, viene semplicisticamente ricondotto all'agitazione termica delle molecole!



▲ Fig. 40

Quando andiamo in bicicletta a velocità costante, la forza che esercitiamo serve a compensare esattamente le forze di attrito che si oppongono al moto. Se smettiamo di pedalare, gli attriti rallentano il nostro moto fino a fermarci.

Qui invece (M7) la rappresentazione vettoriale delle forze è applicata in modo improbabile (da chi e dove sarebbero esercitate le due forze schematizzate?)

4.2 Analisi sinottica: contenuti e metodi

I dati raccolti nella fase di analisi dei testi sono stati rielaborati graficamente per poter sviluppare letture qualitative e quantitative che consentano il confronto fra discipline e metodologie e una visione d'insieme di come la scienza sia presentata nei testi.

4.2.1 Quali contenuti: cosa c'è? cosa manca?

La prima e più immediata analisi che si fa di fronte a un libro di testo, così come di fronte ad ogni proposta di curriculum, è il controllo dei contenuti presenti. L'eclatante assenza dell'evoluzionismo nelle indicazioni didattiche allegate al decreto attuativo della riforma della scuola ha destato un ampio clamore e ha dato origine a un lavoro di revisione delle indicazioni.. Tali reazioni sono giustificate di fronte a un'organica proposta curricolare o di fronte a "Indicazioni Nazionali", tuttavia la presenza o assenza del dato contenuto all'interno di un particolare manuale non è di per sé un valore nell'ambito dell'insegnamento scientifico. Infatti, considerazioni didattiche, disciplinari e di normativa scolastica giustificano ampiamente la non omogeneità delle liste di argomenti proposti allo studio.

- La molteplicità delle fonti: oggi più che mai la scuola non è l'unica fonte di informazione e di apprendimento per i bambini, anche per quelli provenienti da famiglie che per fattori economici, culturali, geografici o sociali sono meno in grado di sostenere i figli nell'acquisizione di conoscenze e competenze. La possibilità di apprendimento non è prerogativa esclusiva del contesto scolastico. Attualmente si rendono disponibili ai giovani diverse fonti di informazione: documentari televisivi, articoli di giornale, internet, visite a musei, zoo, mostre, iniziative territoriali, esperienze dirette ecc. Gli autori dei libri di testo possono anche scegliere di inserire, o di non inserire, un tema nell'indice di un manuale mirando a realizzare uno strumento complementare, o aggiuntivo, o piuttosto rafforzativo rispetto all'apprendimento "extrascolastico" dell'allievo. Il compito dei docenti sarà poi quello di integrare esperienze e conoscenze intra ed extra-scolastiche per garantire la formazione di un corpus armonico ed esauriente. Il libro di testo è (o dovrebbe essere) uno fra i tanti strumenti di cui gli insegnanti possono servirsi.
- La complessità e lo sviluppo delle discipline: la scuola con la sua organizzazione costretta, e limitata, in termini di tempi, strutture e strumentazioni non è spesso in grado di seguire i ritmi dell'accrescimento del sapere e di presentare in modo esaustivo tutti i contenuti delle diverse scienze. Per questa ragione si sottolinea che ogni argomento di una qualsiasi disciplina di insegnamento, dovrebbe essere trattato in modo paradigmatico e non enciclopedico. Ciò che si fa a scuola, e in quest'ordine di scuola soprattutto, deve costituire la base per un apprendimento continuo nell'arco di tutta la vita. Questo vuol dire che non ci si può aspettare che siano presenti in un manuale tutti i contenuti di ciascuna disciplina, e va sempre controllato che i contenuti presenti siano trattati in modo "aperto" perché possano formare le basi per il life long learning.
- L'autonomia didattica e la personalizzazione dei piani di studio: la normativa che regola l'applicazione alle scuole della legge 15/03/97 relativa all'autonomia delle amministrazioni garantisce un ampio margine di discrezionalità e scelta delle scuole nell'organizzazione del curriculum (il decreto del 26/06/00 attribuisce alla decisione delle singole istituzioni scolastiche il 15% del monte ore annuale). Questa prima deviazione dalla tradizione di un curriculum nazionale viene rafforzata dal decreto legislativo del 19/02/04 che insiste sull'importanza dello sviluppo di piani di studio personalizzati. Ma questo ha come prima conseguenza che scuole, classi, alunni diversi potranno anche studiare contenuti diversi, almeno fino a una certa approssimazione.

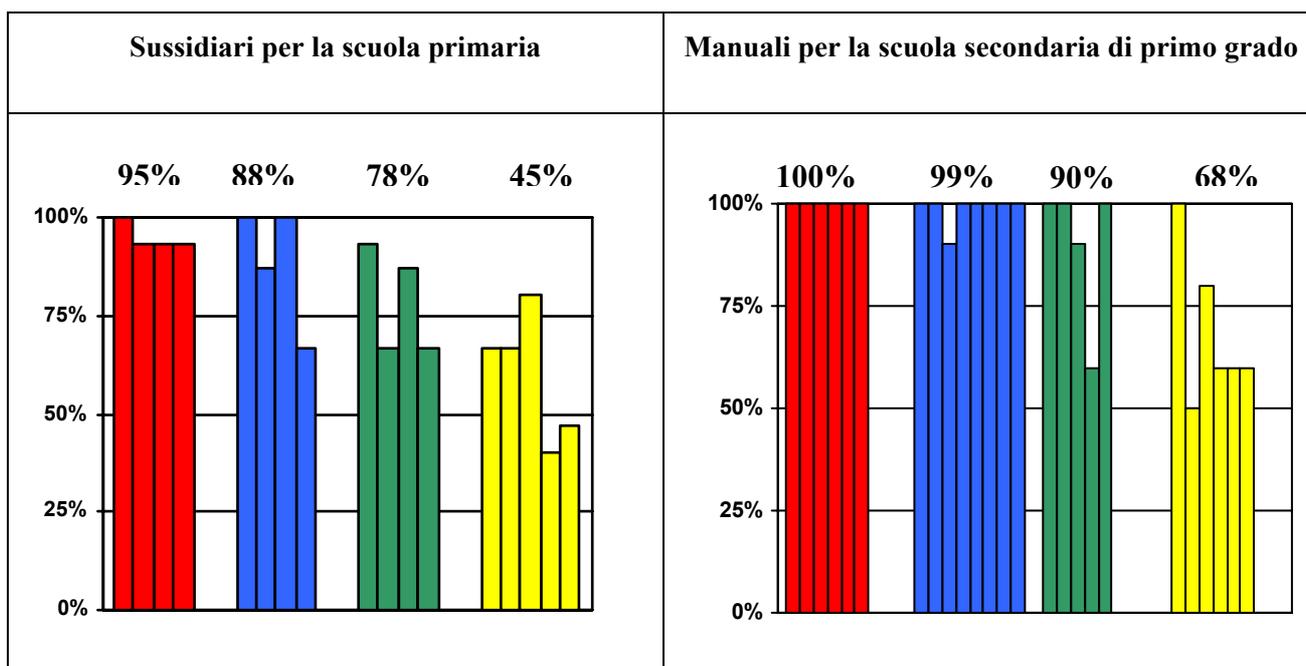
Nonostante però la grande flessibilità del contesto in cui vanno collocati gli indici dei testi scolastici, è comunque utile un confronto ed è importante capire in che misura questi libri possono essere un supporto efficiente al lavoro degli insegnanti nella progettazione dei piani di studio personalizzati per le loro classi o per i singoli allievi. È cioè importante poter controllare se i manuali offrano una scelta ampia su cui sarà possibile costruire vari percorsi di studio o se presentino invece dei percorsi obbligati; se essi potranno essere un esauriente riferimento per docenti o studenti, o se possono essere solo un sussidio accessorio nell'apprendimento di alcune discipline.

Il primo risultato che viene qui proposto è quindi il confronto sui contenuti trattati nei diversi manuali. I grafici che seguono indicano la frequenza del dato tema all'interno dei testi esaminati. La frequenza massima è 10, per i testi delle scuole secondarie di primo grado mentre è 15, per quelli delle scuole primarie, in considerazione del numero di testi analizzati nei due ordini di scuola. Per consentirne il confronto, sono stati entrambi rappresentati in valori percentuali.

Un tema è stato considerato assente quando non è in alcun modo trattato nel testo e quando la trattazione è talmente breve o indiretta che non è possibile alcuna analisi della metodologia didattica utilizzata.

grafico 1

Frequenze degli argomenti trattati rispettivamente nei:



- Scienze fisiche - chimiche
- Scienze della vita
- Scienze della terra e dello spazio
- Scienze nella prospettiva personale e sociale

I temi considerati nell'analisi dei sussidiari della scuola primaria sono stati "accorpati" rispetto a quelli della scuola secondaria di primo grado, perché nel livello elementare non è possibile fare una differenziazione spinta fra gli argomenti e l'approfondimento nell'ambito della singola disciplina è sensatamente limitato.

Tab 14

Scuola secondaria di primo grado		Scuola primaria
Scienze fisiche - chimiche		
Proprietà dei corpi		
Proprietà e variazione delle proprietà della materia		Proprietà dei corpi + Proprietà e variazione delle proprietà della materia
Posizione e moto		Posizione e moto + Moti e forze
Moti e forze		Luce, calore, elettricità, magnetismo
Luce, calore, elettricità, magnetismo		Trasferimento di energia
Trasferimento di energia		
Scienze della vita		
Caratteristiche degli organismi		
Struttura e funzione negli organismi		
Cicli vitali degli organismi		Caratteristiche degli organismi + Struttura e funzione negli organismi
Riproduzione e eredità		Cicli vitali degli organismi + Riproduzione e eredità
Organismi e ambiente		Organismi e ambiente + Popolazione e ecosistemi
Popolazione e ecosistemi		Regolazione e comportamento + Diversità e adattamento
Regolazione e comportamento Diversità e adattamento		
Scienze della terra e dello spazio		
Proprietà dei materiali terrestri		Proprietà dei materiali terrestri +
Struttura del sistema terrestre		Struttura del sistema terrestre
Corpi celesti		Corpi celesti
Variazioni sulla terra e nel cielo + La terra nel sistema solare		Variazioni sulla terra e nel cielo + La terra nel sistema solare
Storia della terra		Storia della terra
Scienze nella prospettiva personale e sociale		
La salute personale		
Variazioni negli ecosistemi		La salute personale
Tipi di risorse		Variazioni negli ecosistemi
Popolazioni, risorse, ambienti		Tipi di risorse + Popolazioni, risorse, ambienti
Scienza e tecnologia nelle sfide locali + Scienza e tecnologia nella società		Scienza e tecnologia nelle sfide locali + Scienza e tecnologia nella società
Rischi naturali		Rischi naturali

I dati raccolti mostrano che le scienze fisiche sono quelle più diffusamente trattate nei manuali, all'estremo opposto le scienze nella prospettiva personale sono quelle meno considerate nella trattazione manualistica.

Questo risultato è indicativo di un'impostazione dell'insegnamento che potremmo definire "ancorato alla didattica disciplinare" e ancora poco avvezzo ad approcci interdisciplinari. Nella trattazione dei manuali, gli argomenti raggruppati sotto il capitolo "Scienze nella prospettiva personale e sociale", dovrebbero descrivere le risposte della scienza a problemi complessi della realtà sociale e individuale rappresentando così un momento di sintesi e giustificazione dell'insegnamento scientifico. Ad esempio la proposta di temi quali "Tipi di risorse", presente nel 4° raggruppamento (scienze nella prospettiva personale e sociale), potrebbe semplificare lo studio disciplinare del concetto di energia, delle sue diverse forme, dei processi di trasferimento nonché dei limiti delle sue trasformazioni, al contrario, sembrerebbe che gli autori privilegino un approccio fisico-teorico e trascurino applicazioni e implicazioni delle teorie e dei concetti introdotti. Il risultato è che lo studio dell'energia non trova alcuna applicazione nella riflessione sui problemi sociali e ambientali derivanti dall'uso delle diverse fonti. Analogamente lo studio delle caratteristiche degli organismi viventi dovrebbe trovare nell'approfondimento dei temi connessi alla salute personale, un'importante finalità. Dall'analisi dei testi appare invece che in un buon 30% dei sussidiari lo studio analitico dell'anatomia umana o degli animali presenta poche occasioni di riflessione o collegamento a temi riguardanti la salute, la malattia, l'igiene o il benessere fisico. Lo stesso dicasi per il gruppo tematico "Scienze della terra e dello spazio"; lo studio del clima, della storia della terra, delle caratteristiche del sistema solare e dei corpi celesti, richiedono una visione interdisciplinare e a più dimensioni dei fenomeni trattati.

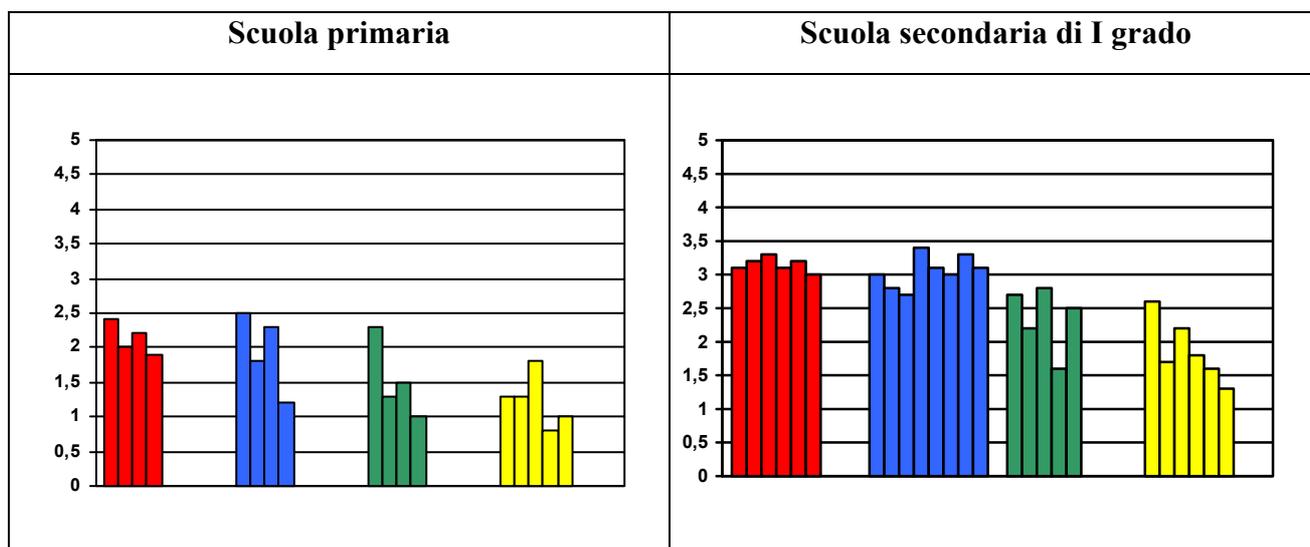
È significativo rilevare come l'ancoraggio all'insegnamento monodisciplinare sia presente in ugual misura nei sussidiari della scuola primaria e nei manuali delle scuola secondaria inferiore a discapito di una possibile trattazione interdisciplinare.

4.2.2 La trattazione delle discipline

I dati messi a disposizione dall'analisi, non solo indicano la presenza o l'assenza dell'argomento ricercato, ma là dove questo è trattato, ne consentono una valutazione qualitativa. La trattazione di ciascuna disciplina è stata "valutata" attribuendo a ogni aspetto metodologico presente nella griglia, un punteggio compreso fra 0 e 5. Il valor medio dei voti delle diverse metodologie viene presentato come il voto attribuito ad ogni singolo argomento. La media è calcolata solo sui testi in cui il dato tema è presente. Nel *grafico 2* si riportano i voti dei diversi argomenti disciplinari.

Valutazione degli argomenti trattati rispettivamente nei libri della:

grafico 2



■ Scienze fisiche - chimiche

■ Scienze della terra e dello spazio

■ Scienze della vita

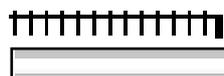
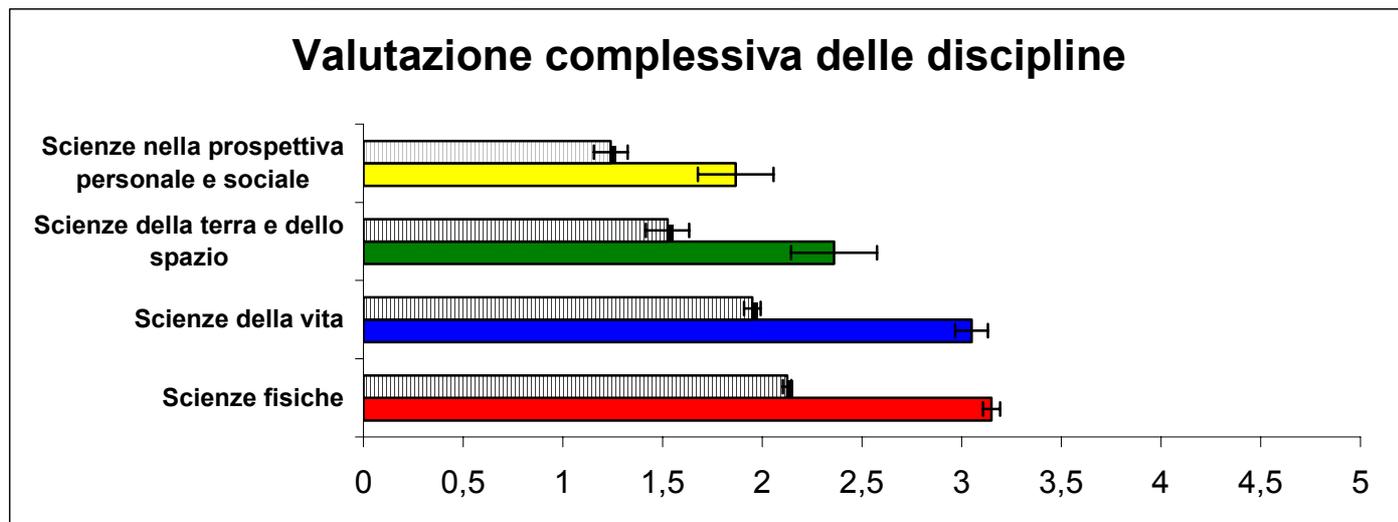
■ Scienze nella prospettiva personale e sociale

Tendenzialmente, rispetto a tutti gli argomenti esaminati, i manuali della scuola secondaria di primo grado registrano un voto più alto sulle metodologie rispetto ai sussidiari della scuola primaria. È forse l'oggettiva difficoltà alla lettura da parte dei bambini delle scuole primarie a fare del sussidiario uno strumento di utilità formativa decisamente più parziale, o forse si tratta solo di una diversa attenzione agli aspetti della didattica? Pur con le dovute riserve sulla confrontabilità fra i risultati emersi nei diversi ordini di scuola, da un rapido confronto, colpisce la netta differenza di almeno un punto per ciascuno dei valori individuati fra i due livelli scolastici. Si ha la forte impressione che la scienza venga "trattata peggio" nei testi della scuola primaria.

Dal punto di vista della metodologia didattica inoltre si conferma l'atteggiamento tipico rilevato nelle analisi di frequenza: i voti migliori sono collegati ai temi più collaudati e più frequenti della didattica tradizionale, quelli che fanno capo alle discipline "classiche", fisica e biologia. Si può forse ipotizzare che manchino modelli e riflessioni didattiche su come introdurre a scuola i temi interdisciplinari, quelli più vicini all'esperienza e alla realtà di vita degli allievi?

Il *grafico 3* esemplifica questa disparità mettendo a confronto i valori attribuiti ai 4 gruppi tematici trattati nei testi dei due diversi livelli scolastici.

Valutazione delle discipline trattate: quadro di confronto per livelli di scuola:



scuola primaria

scuola secondaria di primo grado

4.2.3 Gli indicatori metodologici ¹

Le metodologie didattiche sono state analizzate secondo 4 differenti prospettive:

- Il contenuto
- Come viene comunicato
- L'interattività promossa
- La valutazione

Un manuale didattico si differenzia da un testo di divulgazione scientifica soprattutto per i due ultimi aspetti: la scuola non è solo il luogo della comunicazione e dell'informazione, ma è un contesto fondamentale in cui i bambini possono fare esperienze a puro scopo euristico e in situazioni di sicurezza, per costruire proprie spiegazioni dei fenomeni osservati, confrontarle con gli altri, verificarne la solidità, correggerle e approfondirle con la guida e l'assistenza di adulti consapevoli e dedicati. Il libro di testo è strumentale a questo processo formativo e il diverso peso che ciascun manuale o sussidiario dà all'uno o all'altro aspetto metodologico può offrire un ottimo indicatore di qualità, che il docente può opportunamente integrare con altri strumenti o mezzi correttivi. Libertà di insegnamento e situazioni di contesto (la presenza o meno di laboratori o possibili esperienze praticabili nel territorio ecc.), possono quindi concorrere alla scelta di un testo come supporto didattico.

Il *grafico 5* da un'idea di un indirizzo attuale dell'editoria scolastica (sempre nei limiti del campione di testi esaminati) rispetto alle 4 diverse prospettive metodologiche sopra indicate. Pensiamo che questo tipo di analisi possa offrire uno strumento utile ai docenti sia nella scelta dei libri di testo, sia nella definizione di interventi volti a ottimizzare, compensare o ampliare la proposta didattica disponibile nei manuali.

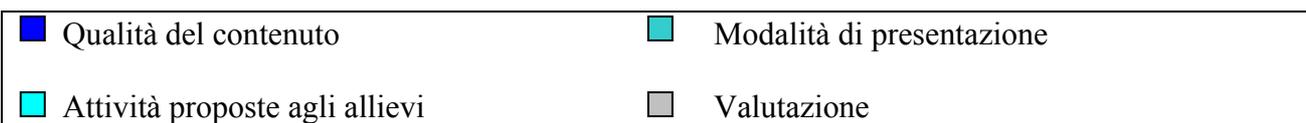
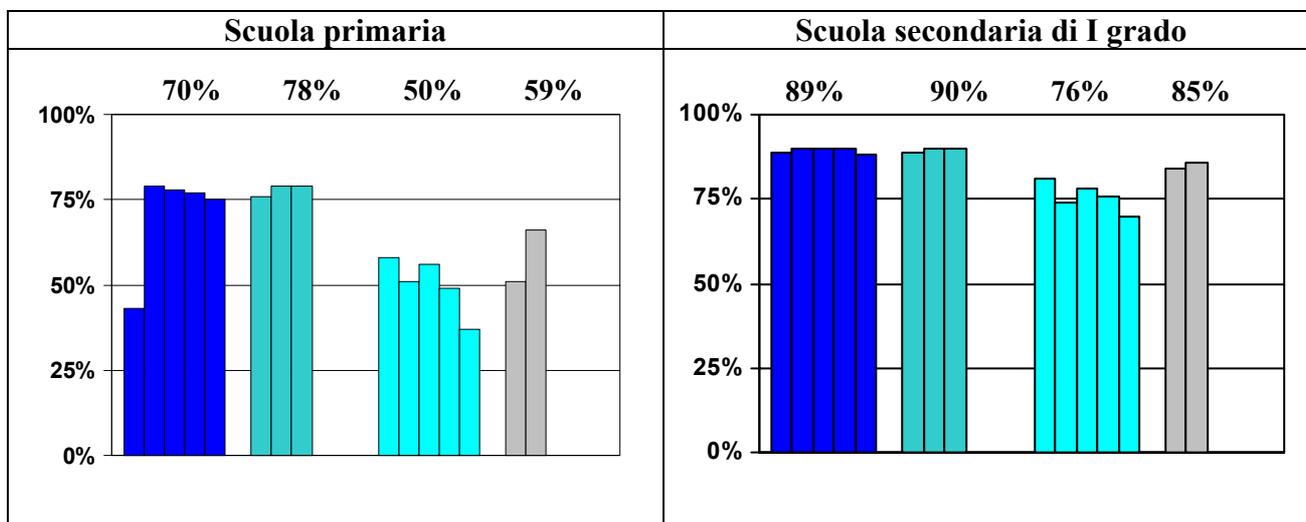
I due istogrammi mostrano le frequenze di ciascun gruppo di metodologie. Il valor massimo di frequenza per i sussidiari è 255 mentre per le secondarie di primo grado è 250. La differenza è dovuta al maggior numero dei testi di scuola primaria analizzati, 15 rispetto a 10, anche se il numero di argomenti differenti era minore per i raggruppamenti tematici introdotti in questo livello

¹ Consulta la griglia di analisi contenuti/metodi a pagina 13

di scuola (vedi tabella 14). Per confrontare i risultati sui due ordini di scuola i dati sono riportati in percentuale.

grafico 4

Frequenza delle metodologie adottate rispettivamente nei:

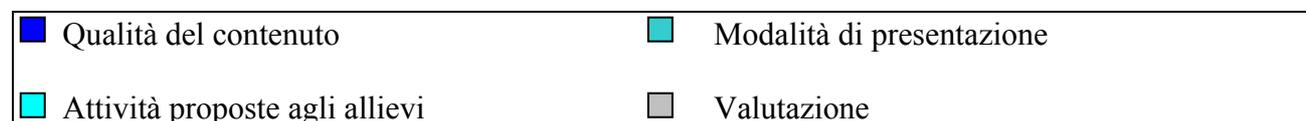
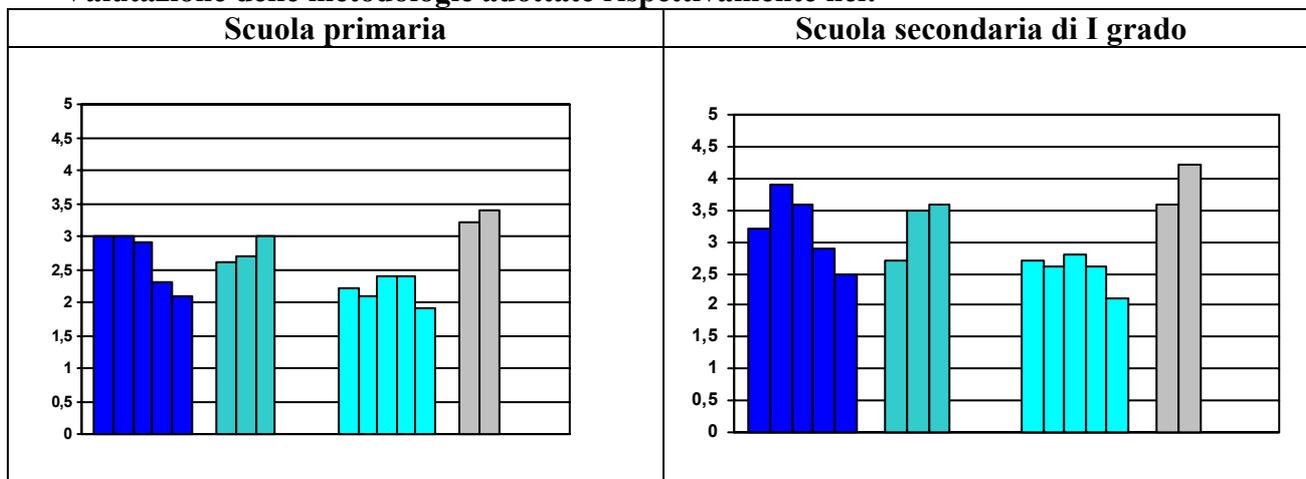


Questo grafico di frequenza presenta un’analogia “formale” con il corrispondente *grafico 5* sulle valutazioni espresse: i due ultimi raggruppamenti di metodologie (attività proposte agli allievi e valutazione) registrano una minore presenza nei testi analizzati. Anche in questo caso ci troviamo di fronte a un’impostazione “tradizionale” della didattica: i testi sembrano riflettere più una didattica trasmissiva che promuovere attività e riflessioni agli allievi.

Nel passare dall’analisi di quante volte la tal metodologia è presente, grafico 4, all’analisi del voto assegnato, grafico 5, si nota che indicatori metodologici presenti, non necessariamente vengono sviluppati in modo qualitativamente positivo e viceversa. È il caso delle proposte di valutazione presentate con particolare cura nei diversi testi.

grafico 5

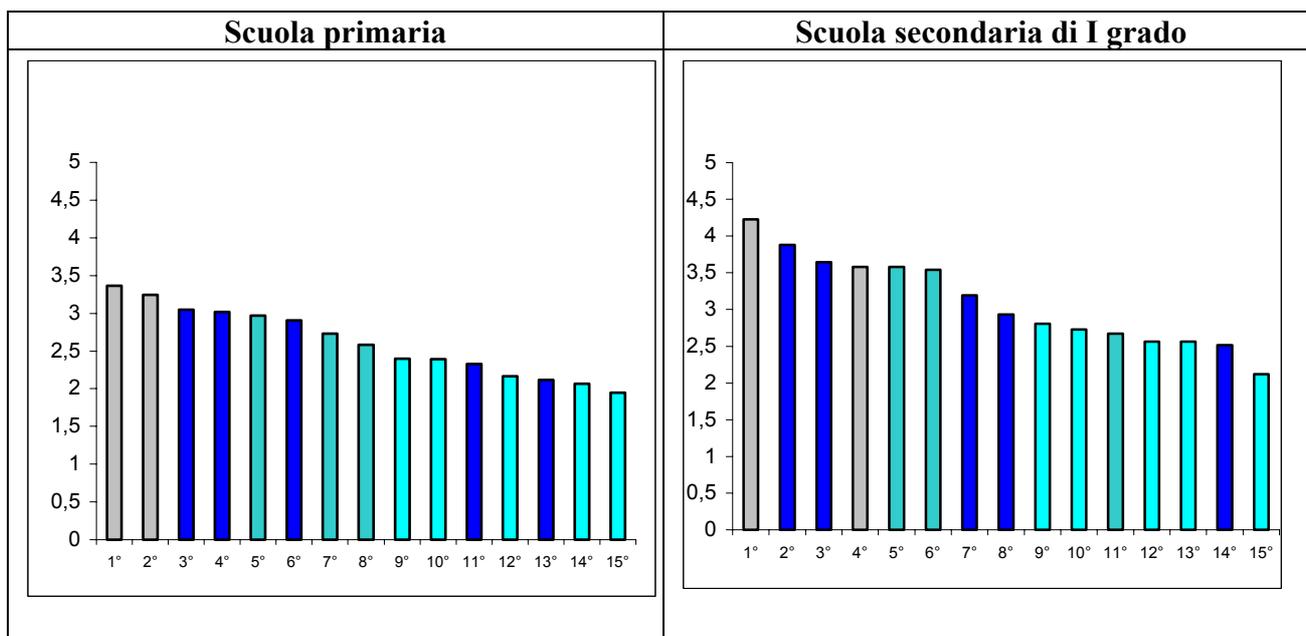
Valutazione delle metodologie adottate rispettivamente nei:



Il grafico 7 e l'annessa tabella presentano infine la "hit" delle metodologie:

La graduatoria delle metodologie:

grafico 6



1° Valutazione sommativa	1° Valutazione sommativa
2° Valutazione formativa	2° Rigore scientifico
3° Coerenza degli obiettivi	3° Aggiornamento e attualità dei contenuti
4° Rigore scientifico	4° Valutazione formativa
5° Registri di comunicazione	5° Registri di comunicazione
6° Aggiornamento e attualità dei contenuti	6° Molteplicità dei codici di presentazione
7° Molteplicità dei codici di presentazione	7° Coerenza degli obiettivi
8° Giustificazione e contestualizzazione dell'introduzione di nuovi concetti e nuove teorie	8° Potenza euristica
9° Applicazione e trasferimento delle conoscenze	9° Comunicazione
10° Comunicazione	10° Osservazioni e misure
11° Potenza euristica	11° Giustificazione e contestualizzazione dell'introduzione di nuovi concetti e nuove teorie
12° Osservazioni e misure	12° Applicazione e trasferimento delle conoscenze
13° Spiegazione scientifica vs spiegazione di senso comune	13° Manipolazioni
14° Manipolazioni	14° Spiegazione scientifica vs spiegazione di senso comune
15° Esperimenti	15° Esperimenti

Un'ultima considerazione sul grafico 5, che mostra un picco negativo in coincidenza con l'aspetto della coerenza degli obiettivi esplicitati nei testi per la scuola primaria. Pochi autori assolvono il compito di esplicitare agli allievi quali siano gli obiettivi di apprendimento delle attività proposte. È interessante però notare che chi si prende cura anche di quest'aspetto (il 45% degli autori) lo fa con un buon livello di attenzione e coerenza come mostra la posizione di questo indicatore nell'istogramma (grafico 6).

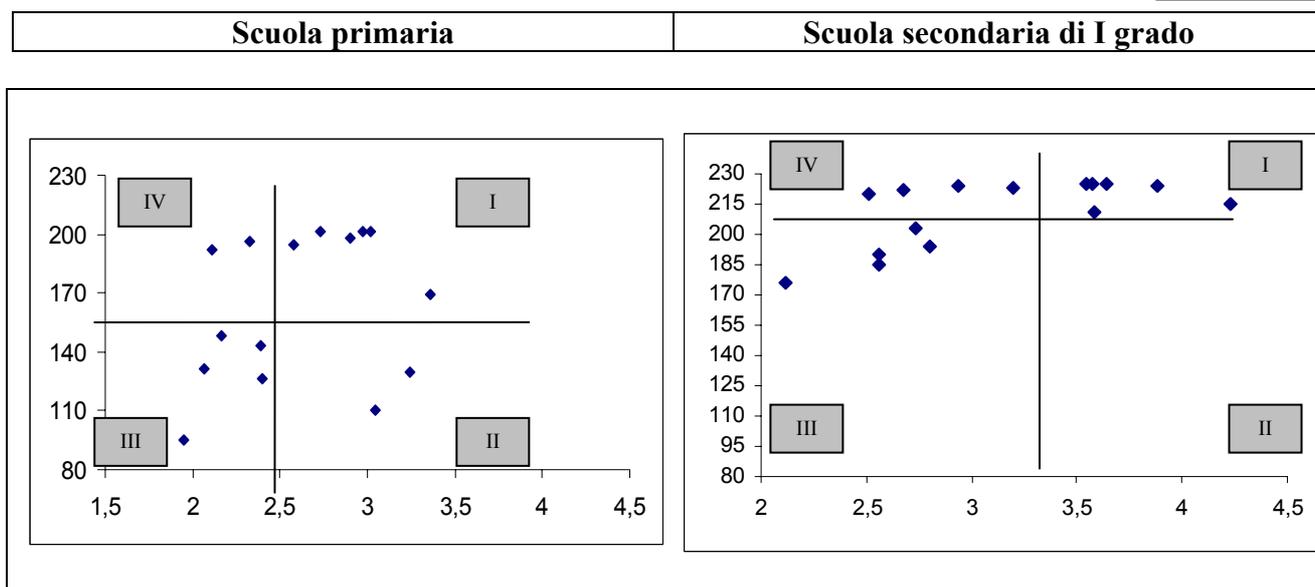
Anche il punteggio attribuito al rigore scientifico è abbastanza alto, ci sono solo alcuni casi isolati di errori concettuali nelle trattazioni dei vari temi (alcuni esempi vengono trattati nei due capitoli di approfondimento disciplinare e nelle raccolte di spunti particolari presentati nelle analisi dei diversi testi). Alto è anche il punteggio relativo alla molteplicità e pertinenza di codici e dei registri di comunicazione, tema specificamente trattato nel capitolo sul libro come oggetto.

Il valore più basso sia di frequenza che di punteggio è per entrambi gli ordini di scuola relativo agli esperimenti e alla spiegazione scientifica vs spiegazione di senso comune. La ricerca in didattica della scienza da anni richiama l'attenzione sulla necessità di tener conto delle rappresentazioni prescientifiche e questo trova riscontro anche nelle "Indicazioni Nazionali per i Piani di studio Personalizzati nella Scuola Primaria". Ma gli autori dei manuali sembra che non ne tengano proprio conto!

Abbiamo infine cercato di capire quanto si differenzino fra loro gli approcci metodologici proposti dai vari testi

grafico 7

Grafico di dispersione delle metodologie:



Nel *grafico 7* ogni punto (x,y) del piano cartesiano rappresenta un aspetto metodologico.

L'ascissa x è il valor medio dei voti attribuiti alle metodologie, cioè il valore del punteggio medio attribuito alle metodologie calcolato sommando tutti i voti attribuiti al dato indicatore nell'analisi di tutti gli argomenti e di tutti i testi di ciascun ordine di scuola diviso per il numero di presenze effettive dell'indicatore considerato (cioè sono stati esclusi gli 0, corrispondenti all'assenza del dato aspetto metodologico in un dato testo nella trattazione del dato argomento).

L'ordinata y è definita come somma delle frequenze con cui ciascuna metodologie si presenta nei testi considerati. Per i 15 sussidiari sono stati analizzati 17 argomenti quindi il valor massimo di frequenza di ciascuna metodologia è 255, mentre per i 10 manuali delle scuole

secondarie di primo grado sono stati considerati 25 argomenti diversi, quando la frequenza massima possibile per le metodologie sarebbe 250.

Le scale dei due grafici sono diverse e diversa appare la distribuzione dei punti rappresentativi dei testi della scuola primaria e di quelli della secondaria. Per quanto riguarda i manuali della scuola secondaria di primo grado, la concentrazione dei punti rappresentativi nel IV e I quadrante è indice di una sostanziale omogeneità fra testi che per lo più presentano approcci metodologici simili, anche se di diversa efficacia (IV quadrante metodologia presente, con basso punteggio, I quadrante metodologia presente, con punteggio alto). Nessun manuale si caratterizza per una particolare originalità metodologica ed impostazione didattica, al contrario, metodologie poco diffuse registrano anche una valutazione abbastanza bassa (la concentrazione di punti nel III quadrante è maggiormente significativa rispetto al II).

Per quanto riguarda i sussidiari della scuola primaria, occorre innanzitutto notare che sull'asse delle ascisse il voto medio, che oscilla tra 1,5 e 3,5, è di un punto inferiore rispetto a quello dei manuali della scuola secondaria. Inoltre, sull'asse delle ordinate si evidenzia una dispersione di valori (80 – 230), maggiore rispetto al grafico relativo ai manuali delle scuole secondarie, indice di una forte eterogeneità fra i sussidiari analizzati.

4.2.4 Riferimenti al contesto

Al termine dell'analisi è interessante tornare ai dati forniti relativamente al contesto (Cap 2). Naturalmente non si può stabilire un vero nesso causale fra dati di contesto e qualità dei libri di testo, in una direzione o nell'altra, ma si può ragionare su corrispondenze o dissonanze.

Ci limitiamo qui a due osservazioni che riguardano *la scuola secondaria di primo grado*.

- a) Esiste un evidente sbilancio, nella preparazione accademica (Tab 8) e nel grado di sicurezza dei docenti (Tab 9), rispetto ai contenuti, in particolare a vantaggio della biologia rispetto alla fisica e alle scienze della terra. I testi non assecondano questa tendenza per quanto riguarda il rapporto biologia/fisica, e lo fanno solo in parte per le scienze della terra. I testi, cioè, per quanto riguarda i contenuti, sono (o meglio sono stati fin ora) sostanzialmente fedeli ai programmi ufficiali.

L'analisi delle modalità didattiche (Tab 2, 3, 4, 5) mostra in modo evidente la scarsissima propensione al lavoro sperimentale, non solo agli esperimenti condotti personalmente degli studenti, ma anche alle dimostrazioni condotte dai docenti. In questo i testi assecondano, in gran parte (grafici 4, 5, 6), la rinuncia della scuola, con evidente sfiducia nella possibilità di contrastarla mediante proposte organiche. Si è del resto osservato (Tab 3), che il libro di testo è poco usato in classe per il lavoro autonomo degli studenti, come succede di norma quando esso funziona anche come guida pratica per gli esperimenti o per la soluzione di problemi. Il libro di testo in sostanza, almeno nella scuola secondaria di secondo grado, ha tendenzialmente più la caratteristica di un manuale che di un dispositivo didattico.

4.3 Confronto fra i testi

Questo paragrafo propone un confronto diretto fra i diversi testi analizzati.

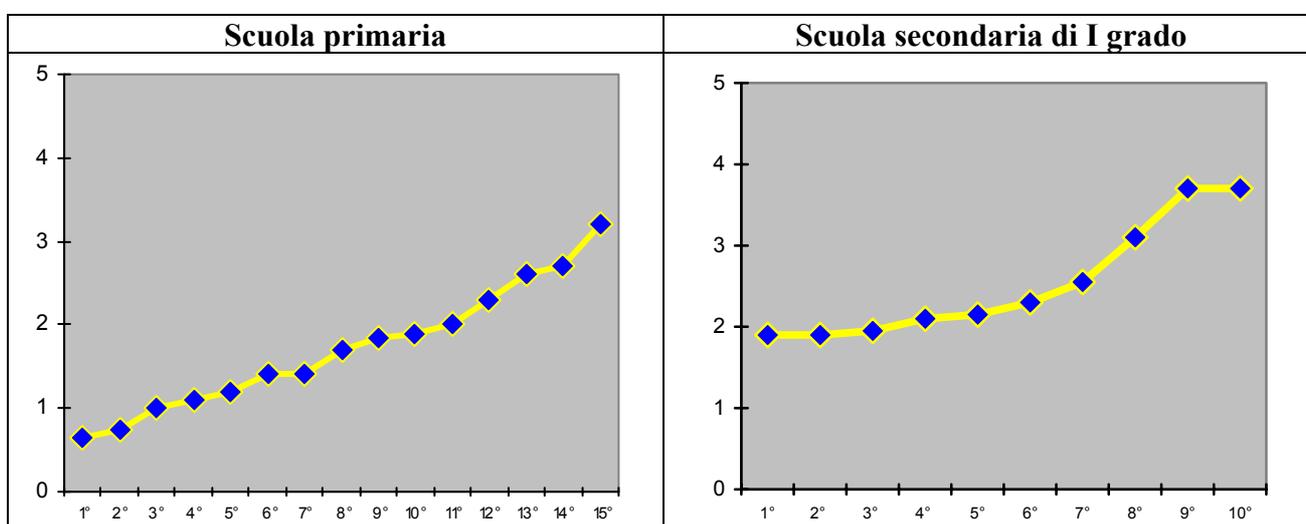
L'attribuzione del punteggio per ciascun libro è stata effettuata nel modo seguente: per i testi della scuola primaria come per quelli della secondaria di primo grado sono stati esaminati argomenti facenti capo a 4 gruppi disciplinari: scienze fisiche e chimiche, scienze della vita, scienze della terra e dello spazio, scienze nella prospettiva personale e sociale. Il numero di argomenti presenti nei 4 gruppi è stato ridotto a 17 per la scuola primaria e a 25 per quella secondaria. (vedi Tab 14)

Sull'asse delle ascisse sono stati collocati i testi esaminati: rispettivamente 15 sussidiari per la scuola primaria e 10 manuali per quella secondaria di primo grado. L'asse delle ordinate presenta una scala di valori che va da 0 a 5, uguale per i due ordini di scuola.

L'andamento delle due curve illustra visivamente i risultati di questa analisi e pone graficamente, in evidenza i punteggi assegnati e ordinati in senso crescente.

La "graduatoria" dei testi

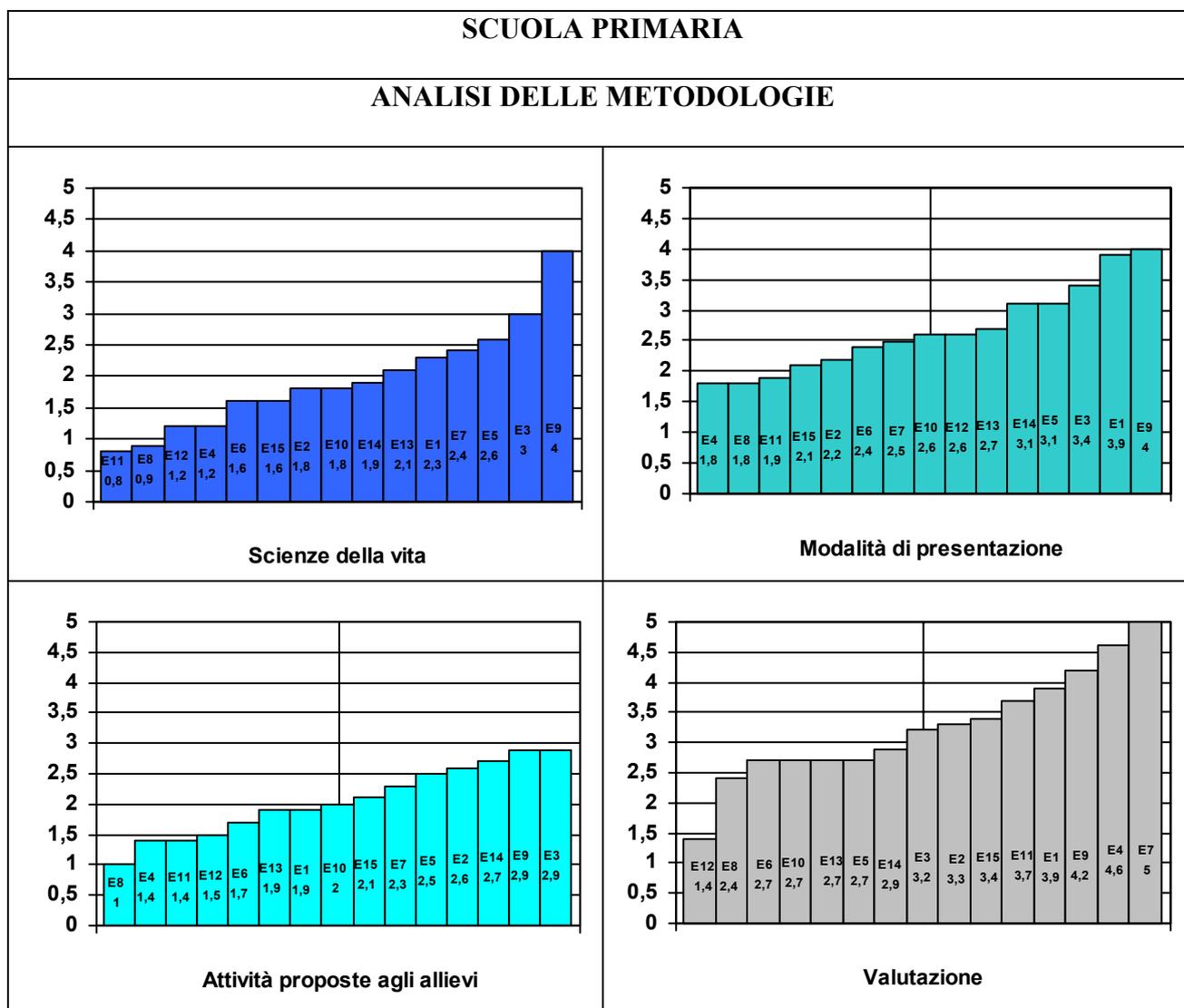
grafico 8



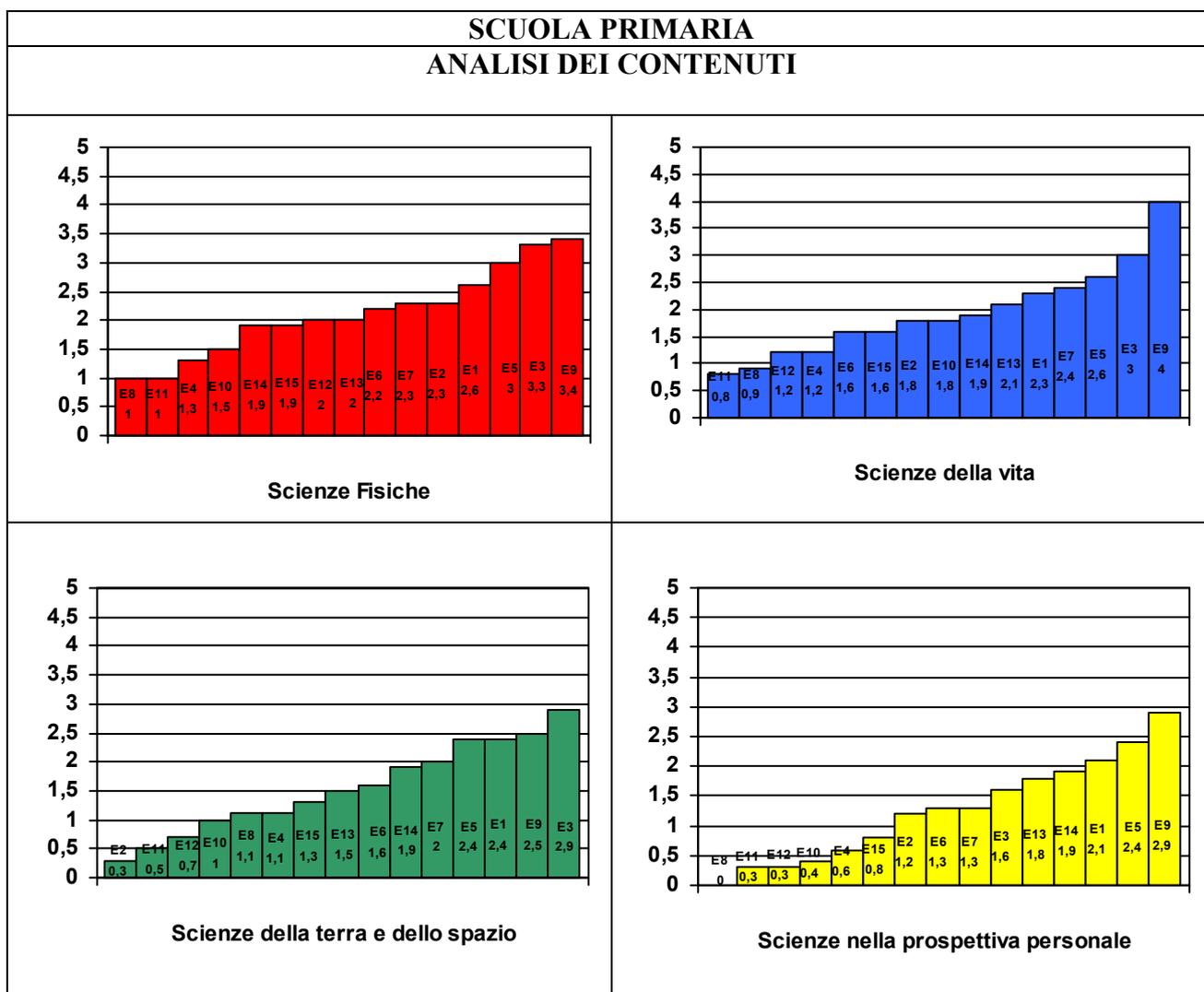
Questo grafico conferma risultati del grafico 7 sulla dispersione delle metodologie: la maggiore disuguaglianza qualitativa tra i libri di testo è tra i sussidiari della scuola primaria. Infatti, se nel caso della scuola secondaria di primo grado, il manuale che risulta avere il punteggio più alto (3.7), è stimato circa il doppio del più basso (1.9), per i sussidiari il rapporto tra il migliore (3.2) e il peggiore (0.65) testo è di 5 a 1.

Tale disuguaglianza si evidenzia ancor più chiaramente con una lettura dei punteggi, disaggregati per gruppi di discipline e per gruppi di metodologie.

Le metodologie nei sussidiari



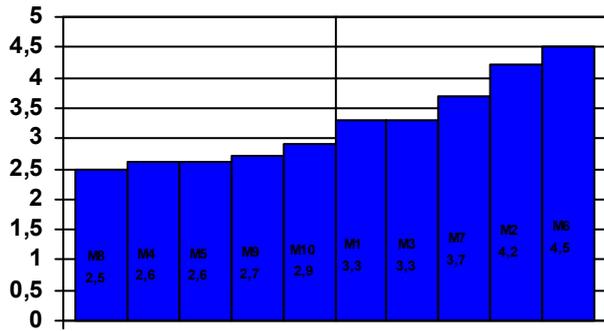
Si nota che il divario più ampio tra il punteggio massimo e il punteggio minimo si registra per l'attenzione ai processi di valutazione nei sussidiari. Nel capitolo successivo il *libro come oggetto*, nella raccolta dei libri per la ricerca sono stati volutamente esclusi dall'analisi dei testi per la scuola primaria i “quaderni per lo studente”, perché a differenza dei sussidiari, non prevedono una distribuzione gratuita ai bambini. È di facile intuizione pensare che la specifica carenza di processi di valutazione nei sussidiari, prospetti una sorta di forzatura all'acquisto dei relativi “quaderni”, come una compensazione inevitabile. Le considerazioni che emergono, in questo caso, vanno decisamente oltre un discorso analitico sulla qualità dei testi e non ricadono sicuramente sulle competenze e sulle sensibilità didattiche degli autori.



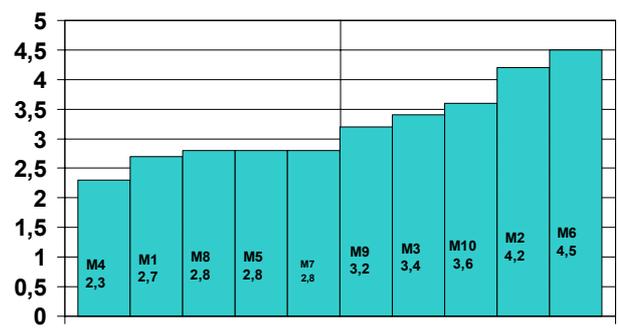
Nell'analisi dei contenuti sono quelle delle scienze della vita gli argomenti che presentano più errori e incompletezze rispetto alle altre discipline esaminate: le trattazioni risultano spesso poco accurate o poco adeguate alle conoscenze e alle capacità degli allievi. Scarsa è l'attenzione a costruire situazioni favorevoli all'apprendimento attivo. La presenza però di testi con valori "alti" anche su questi temi, ad esempio E9 mostra però che anche temi come la biologia o l'ecologia possono essere adeguatamente trattati a questo livello di scuola.

SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO

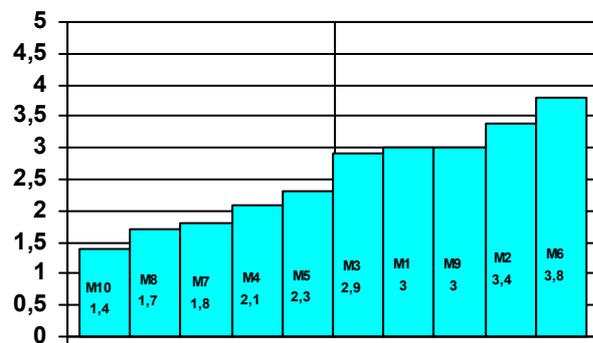
ANALISI METODOLOGICA



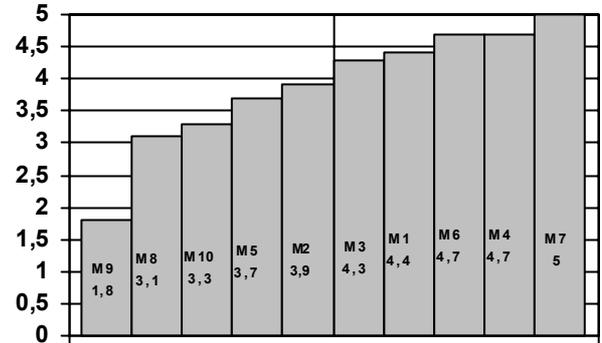
Qualità del contenuto



Modalità di presentazione



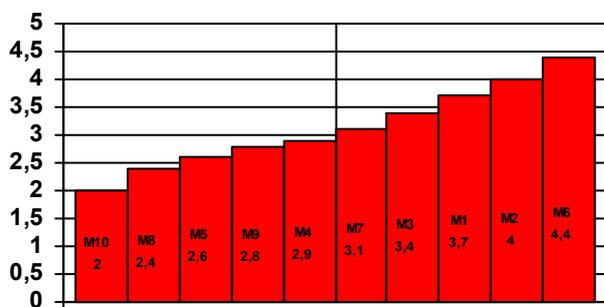
Attività proposte agli allievi



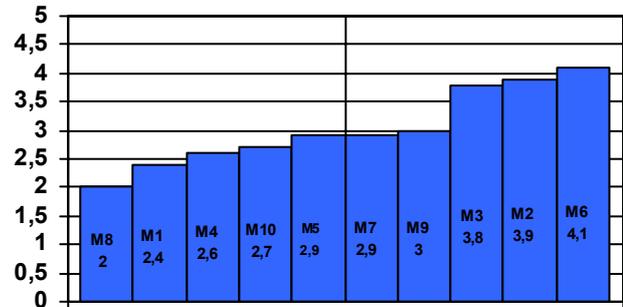
Valutazione

SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO

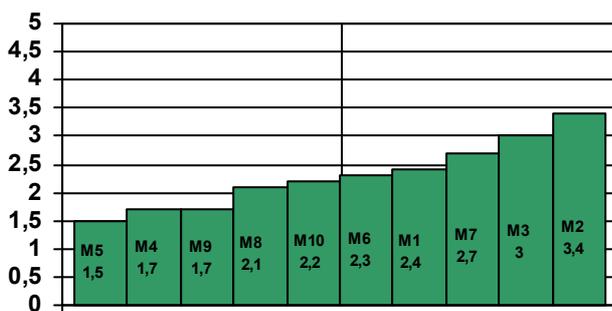
ANALISI DEI CONTENUTI



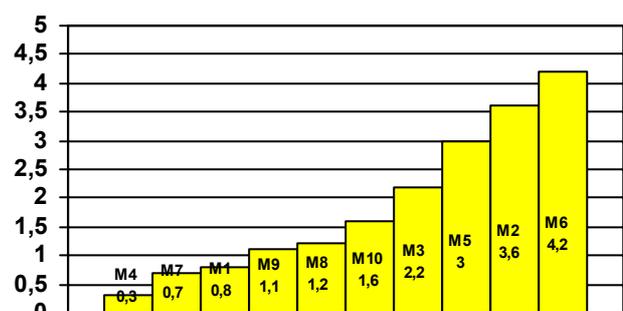
Scienze fisiche



Scienze della vita



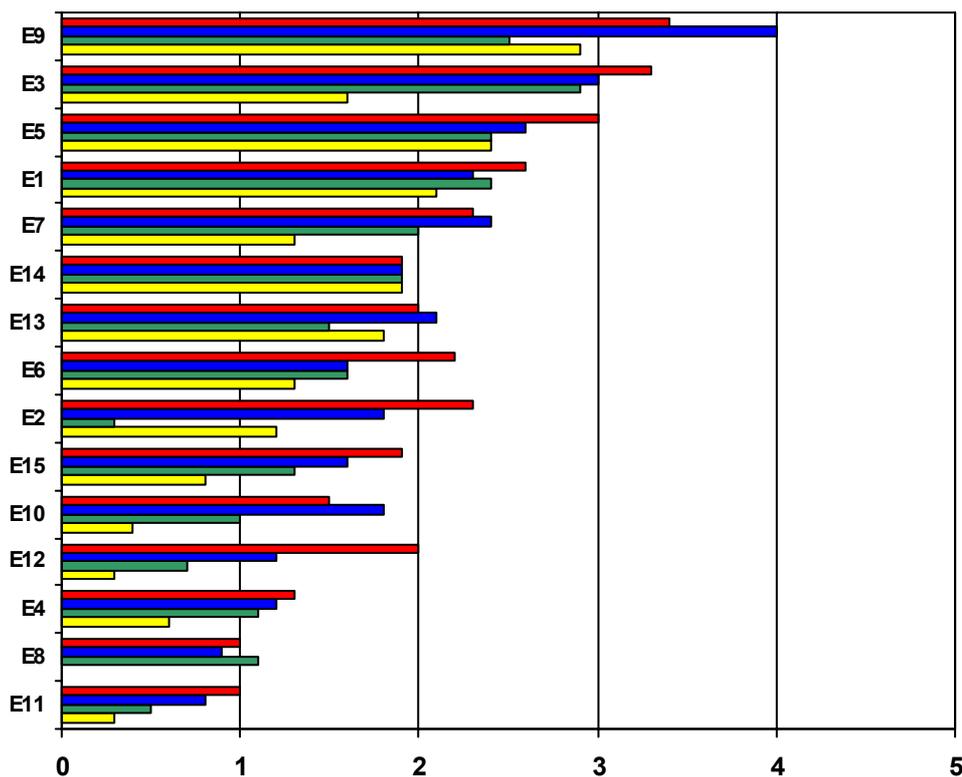
Scienze della terra e dello spazio



Scienze nella prospettiva personale

È da notare come si vanno a posizionare i libri esaminati all'interno delle diverse graduatorie disciplinari: se i testi di scuola primaria presentano una sostanziale omogeneità nei punteggi assegnati, e quindi lo stesso sussidiario presenta una votazione alta media o bassa, in tutte e quattro le discipline esaminate, questo non accade tendenzialmente nei manuali di scuola secondaria dove a un alto punteggio per le scienze fisiche e chimiche spesso può corrispondere un punteggio abbastanza basso relativamente alle altre scienze. I grafici e i coefficienti di correlazione sotto riportati evidenziano e illustrano bene questo aspetto.

**Classifica dei punteggi assegnati ai 15 sussidiari delle scuole primarie, graficamente disaggregata, nei 4 principali gruppi disciplinari analizzati
val. max : 5**



E9	3.2
E3	2.7
E5	2.6
E1	2.3
E7	2
E14	1.9
E13	1.85
E6	1.7
E2	1.4
E15	1.4
E10	1.2
E12	1.1
E4	1
E8	0.75
E11	0.65

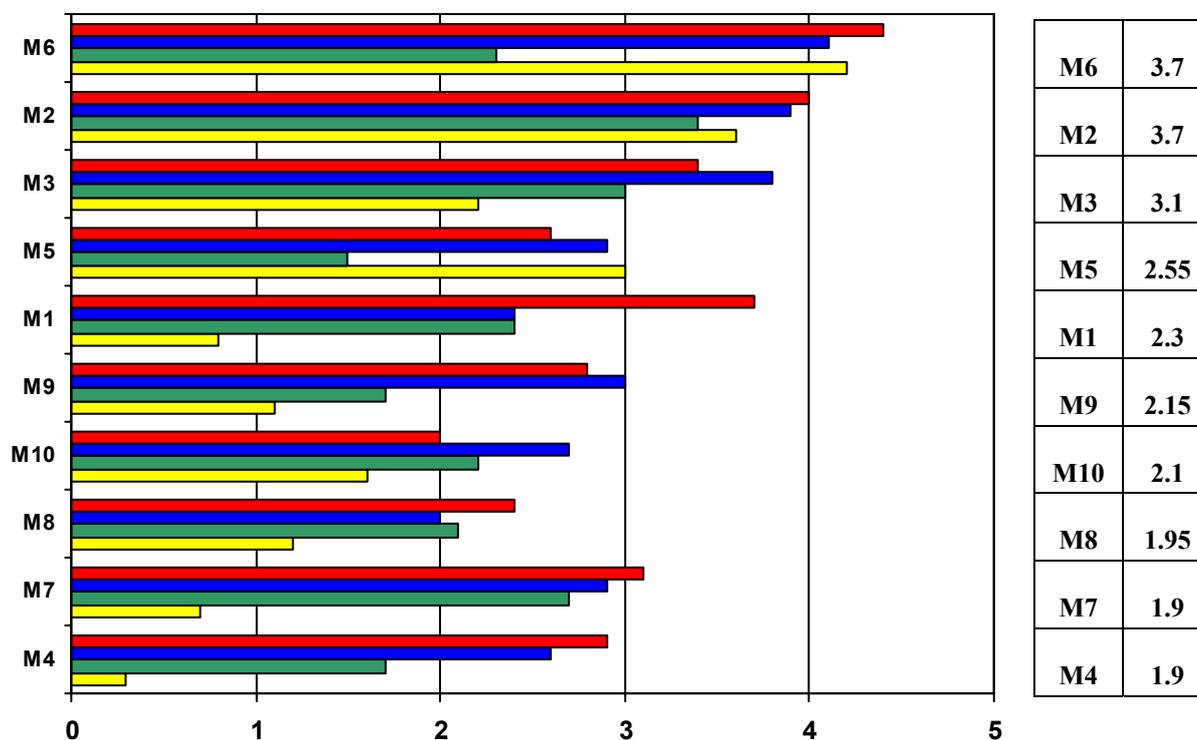
■ Scienze fisiche - chimiche	■ Scienze della terra e dello spazio
■ Scienze della vita	■ Scienze nella prospettiva personale e sociale

Coefficienti di correlazione:

Scienze fisiche – chimiche - Scienze della vita	0,91
Scienze fisiche – chimiche - Scienze della terra e dello spazio	0,77
Scienze fisiche – chimiche - Scienze nella prospettiva personale e sociale	0,83
Scienze della vita - Scienze della terra e dello spazio	0,79
Scienze della vita - Scienze nella prospettiva personale e sociale	0,86
Scienze della terra e dello spazio - Scienze nella prospettiva personale e sociale	0,77

Scienze fisiche – chimiche – Classifica punteggi totale libri	0,94
Scienze della vita - Classifica punteggi totale libri	0,96
Scienze della terra e dello spazio - Classifica punteggi totale libri	0,89
Scienze nella prospettiva personale e sociale - Classifica punteggi totali libri	0,93

**Classifica dei punteggi assegnati ai 10 manuali delle scuole secondarie inferiori, graficamente disaggregata, nei 4 principali gruppi disciplinari analizzati
val. max : 5**



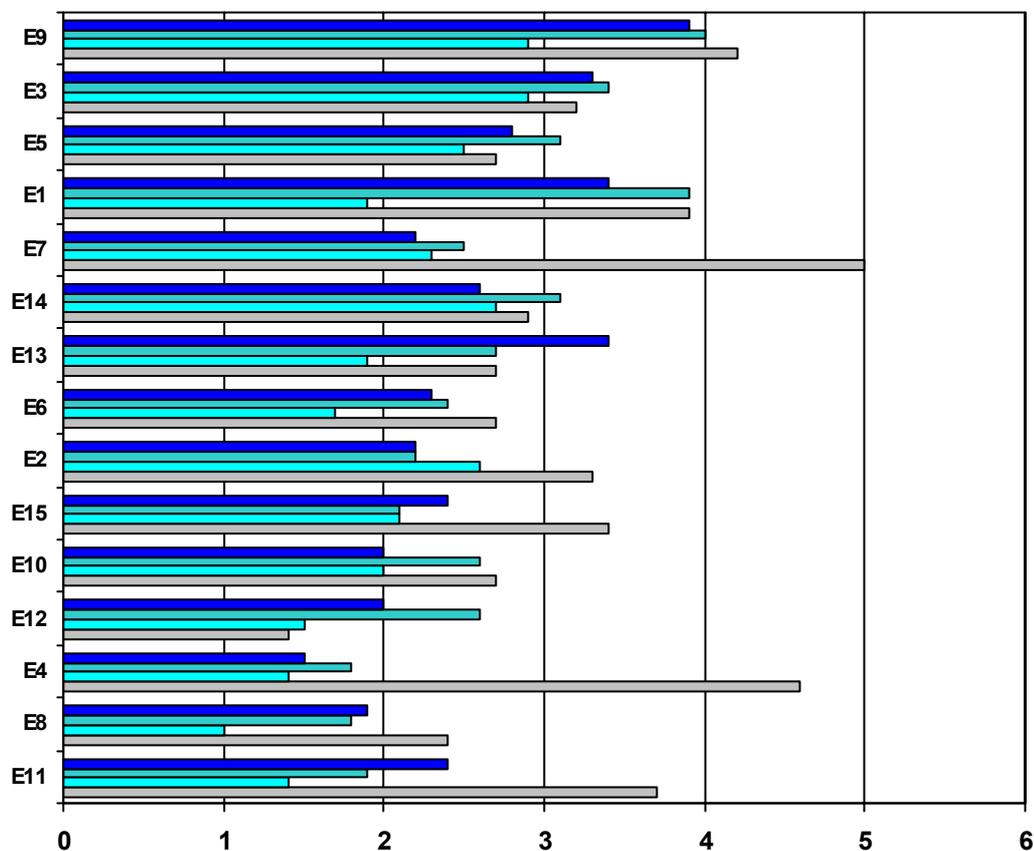
■ Scienze fisiche - chimiche	■ Scienze della terra e dello spazio
■ Scienze della vita	■ Scienze nella prospettiva personale e sociale

Coefficienti di correlazione:

Scienze fisiche – chimiche - Scienze della vita	0,71
Scienze fisiche – chimiche - Scienze della terra e dello spazio	0,54
Scienze fisiche – chimiche - Scienze nella prospettiva personale e sociale	0,53
Scienze della vita - Scienze della terra e dello spazio	0,53
Scienze della vita - Scienze nella prospettiva personale e sociale	0,78
Scienze della terra e dello spazio - Scienze nella prospettiva personale e sociale	0,31

Scienze fisiche – chimiche – Classifica punteggi libri	0,77
Scienze della vita - Classifica punteggi libri	0,89
Scienze della terra e dello spazio - Classifica punteggi libri	0,56
Scienze nella prospettiva personale e sociale - Classifica punteggi libri	0,91

**Classifica dei punteggi assegnati ai 15 sussidiari delle scuole primarie, graficamente disaggregata, nei 4 principali gruppi di metodologie analizzate.
val. max : 5**



E9	3.2
E3	2.7
E5	2.6
E1	2.3
E7	2
E14	1.9
E13	1.85
E6	1.7
E2	1.4
E15	1.4
E10	1.2
E12	1.1
E4	1
E8	0.75
E11	0.65

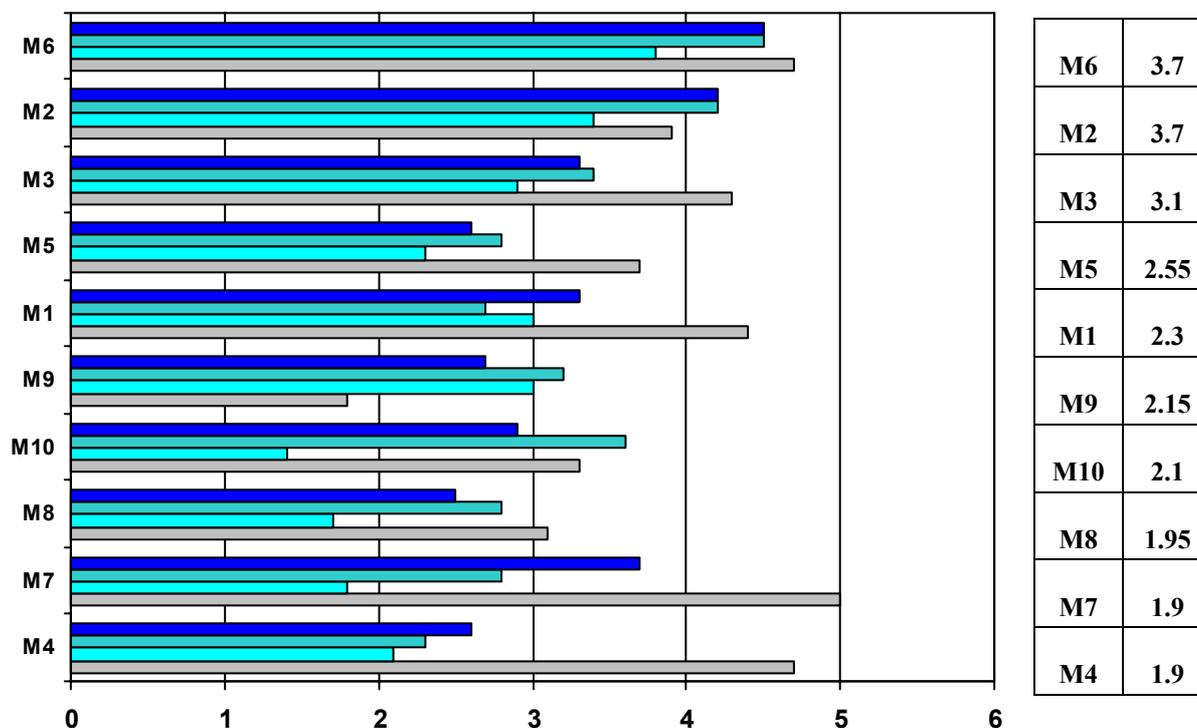
■ Qualità del contenuto	■ Modalità di presentazione
■ Attività proposte agli allievi	■ Valutazione

Coefficienti di correlazione:

Qualità del contenuto - Modalità di presentazione	0,84
Qualità del contenuto - Attività proposte agli allievi	0,59
Qualità del contenuto - Valutazione	0,12
Modalità di presentazione - Attività proposte agli allievi	0,66
Modalità di presentazione - Valutazione	0,08
Attività proposte agli allievi - Valutazione	0,22

Qualità del contenuto - Classifica punteggi libri	0,82
Modalità di presentazione - Classifica punteggi libri	0,88
Attività proposte agli allievi - Classifica punteggi libri	0,80
Valutazione - Classifica punteggi libri	0,2

**Classifica dei punteggi assegnati ai 10 manuali delle scuole secondarie inferiori, graficamente disaggregata, nei 4 principali gruppi di metodologie analizzate.
val. max : 5**



■ Qualità del contenuto	■ Modalità di presentazione
■ Attività proposte agli allievi	■ Valutazione

Coefficienti di correlazione:

Qualità del contenuto - Modalità di presentazione	0,76
Qualità del contenuto - Attività proposte agli allievi	0,66
Qualità del contenuto - Valutazione	0,51
Modalità di presentazione - Attività proposte agli allievi	0,60
Modalità di presentazione - Valutazione	-0,02
Attività proposte agli allievi - Valutazione	0,09

Qualità del contenuto - Classifica punteggi libri	0,77
Modalità di presentazione - Classifica punteggi libri	0,85
Attività proposte agli allievi - Classifica punteggi libri	0,81
Valutazione - Classifica punteggi libri	0,22

In generale, possiamo dire che nei libri che hanno ottenuto un buona valutazione in tutte le discipline, spiccano spesso nomi di autori, scienziati famosi o di ricercatori in didattica della scienza.

Inoltre i punteggi attribuiti ai manuali sono tendenzialmente più alti di quelli assegnati ai sussidiari. È forse meno difficoltoso confezionare un buon manuale per le scuole secondarie rispetto a un sussidiario per le scuole primarie? O sono proprio i primissimi passi nel mondo della scienza i più difficili da indicare?

4.4 Gli atteggiamenti e i valori

Per capire la scienza, occorre comprendere come lavorano gli scienziati: quali sono i loro valori, quali sono le metodologie che usano. È per questo motivo che gli autori di quell'insieme, estremamente dettagliato, di raccomandazioni e di linee guida per l'insegnamento della scienza nelle scuole degli Stati Uniti d'America che è *Science for All Americans. Project 2061* scrivono che: «lo studio della scienza come modalità di conoscenza deve essere reso esplicito nel curriculum».

Il consiglio, crediamo, è utile anche per la scuola italiana. Ed è per questo che abbiamo voluto verificare se nei libri sussidiari delle scuole elementari e nei manuali delle scuole medie è presente, e in che misura e con quale taglio, il «discorso sulla scienza».

L'analisi che abbiamo proposto riguarda tre diverse aree tematiche o dimensioni dell'impresa scientifica.

- 1. La visione scientifica del mondo**
- 2. Il metodo scientifico**
- 3. La scienza come impresa sociale**

Per ciascuna dimensione abbiamo individuato alcuni valori ritenuti fondamentali per i curricula dei ragazzi delle scuole elementari e delle scuole medie. Infine, abbiamo verificato se questi valori sono presenti nei vari libri di testo ponendo agli analisti le domande elencate nella tabella a pagina 15 (griglia di analisi per la natura e i valori della scienza)

Questi i risultati delle analisi. Tutti i libri di testo della scuola media e tutti i sussidiari della scuola elementare propongono una qualche riflessione sulla visione scientifica del mondo, sul metodo scientifico e sulla sociologia della scienza.

Tuttavia solo i testi della scuola media (con l'eccezione di uno) presentano una discussione sufficientemente allargata da contenere un riferimento a tutti i valori ritenuti fondamentali per comprendere cosa significhi costruire conoscenza in modo scientifico. Nei sussidiari della scuola elementare questi riferimenti sono più sporadici e frammentari.

In particolare, tutti i testi delle scuole medie hanno riferimenti relativi alla visione scientifica del mondo e al metodo scientifico. Un testo, tra tutti quelli esaminati, manca di fare un qualsiasi riferimento alla scienza come impresa sociale.

Nelle scuole elementari la presenza delle tre dimensioni del discorso sulla scienza non è riscontrabile in modo significativo in alcun sussidiario, anche se la maggior parte dei testi fa un qualche riferimento alla visione scientifica del mondo e/o al metodo scientifico e/o (più raramente) alla dimensione sociale della scienza.

La qualità del «discorso sulla scienza» presente nei libri dei due ordini scolastici è molto più variegata. In media, questo discorso o è mediocre o è addirittura insufficiente.

In realtà la media nasconde una situazione piuttosto diversificata. Se nessun sussidiario delle elementari è davvero brillante nella trattazione del «discorso sulla scienza», almeno tre libri su 15 (il 20%) hanno raggiunto un punteggio superiore a 3, e sempre tre su 15 (il 20%), un punteggio compreso tra 2 e 3, mentre il restante 60% dei libri esaminati ha ottenuto un punteggio inferiore a 2.

Anche nei testi delle scuole secondarie non c'è alcuna trattazione brillante, ma almeno tre testi su 10 (30%) risultano più che sufficienti, 5 risultano sufficienti (50%) e solo due (20%) risultano insufficienti.

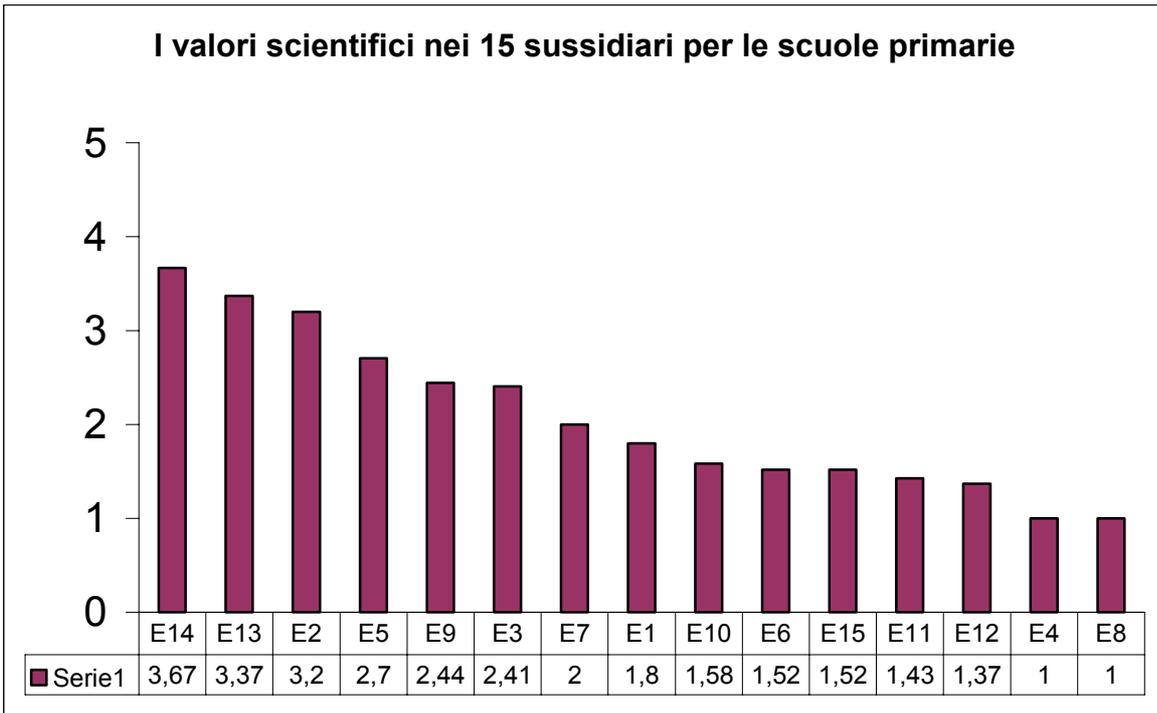
L'analisi consente, tuttavia, un'ulteriore articolazione del giudizio. È possibile infatti distinguere sulla qualità della trattazione delle tre diverse dimensioni del discorso sulla scienza. Gli autori dei vari testi, sia alle medie che alle elementari, tendono a fornire un discreto numero di elementi

intorno alla **visione scientifica del mondo**, che ricostruiscono con una certa organicità e completezza (più alle elementari che alle medie). In particolare viene sottolineata l'idea della comprensibilità del mondo che è alla base della ricerca scientifica, mentre sono trattati meno e meno bene i valori relativi alla solidità e, insieme, alla dinamicità della conoscenza scientifica. In definitiva, viene proposta la scienza come una forma di conoscenza sì fondata sulla ragione, ma sostanzialmente statica (o, almeno, non viene sottolineato abbastanza l'evoluzione nel tempo delle conoscenze scientifiche): si afferma un'idea di scienza in grado di spiegare tutto, di dare sempre soluzioni e che non muta nel tempo. La dimensione storica della scienza è spesso marginale o manca completamente, soprattutto nei testi di scuola elementare. Gli "agganci" alla storia delle scienze hanno spesso carattere anedddotico, si riferiscono all'opera di singoli scienziati e sottolineano un'idea di progresso che vede scienziati di tempi antichi "sbagliare" di più rispetto a quelli moderni. Non emerge in modo significativo come si è evoluta la figura dello scienziato né un'idea della scienza come costruzione continua. Più che dell'operare dello scienziato si parla dei suoi prodotti. In generale traspare assai poco (solo in 3 sussidiari sui 15 esaminati) l'azione creativa dello scienziato - che spesso è presentato come uno che ha tutte le risposte sempre pronte.

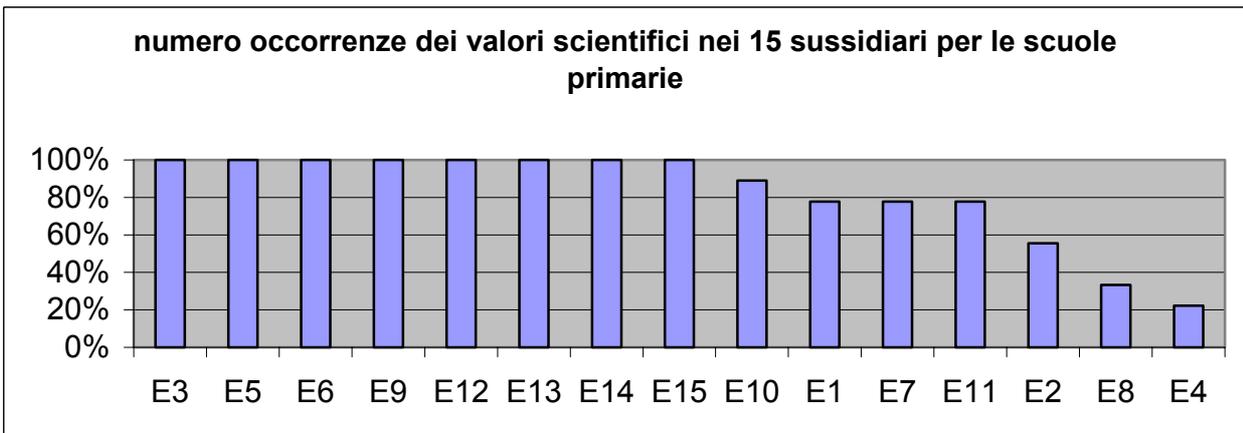
La dimensione relativa al **metodo scientifico** è presente ma non ben rappresentata. Generalmente non emerge in modo significativo che la conoscenza scientifica è costituita da teorie corroborate da prove di fatto, né l'idea di indagine e ricerca,. Le prove sperimentali sono proposte spesso come verifica di enunciati e il risultato viene talvolta anticipato come sicuro e inconfutabile: la scienza spiega tutto, non predice. Le teorie scientifiche vengono in genere proposte come informazioni di valore assoluto; ne risulta un apprendimento delle scienze basato sulla memorizzazione di informazioni, descrizioni, enunciati. C'è spesso una contraddizione fra le modalità di trattazione e le premesse iniziali dove si enuncia il metodo scientifico. Pochi autori fanno riferimento alla logica scientifica. Tutto sommato, i libri di testo non spiegano abbastanza come si forma il consenso razionale d'opinione degli scienziati intorno ai vari fatti che essi studiano.

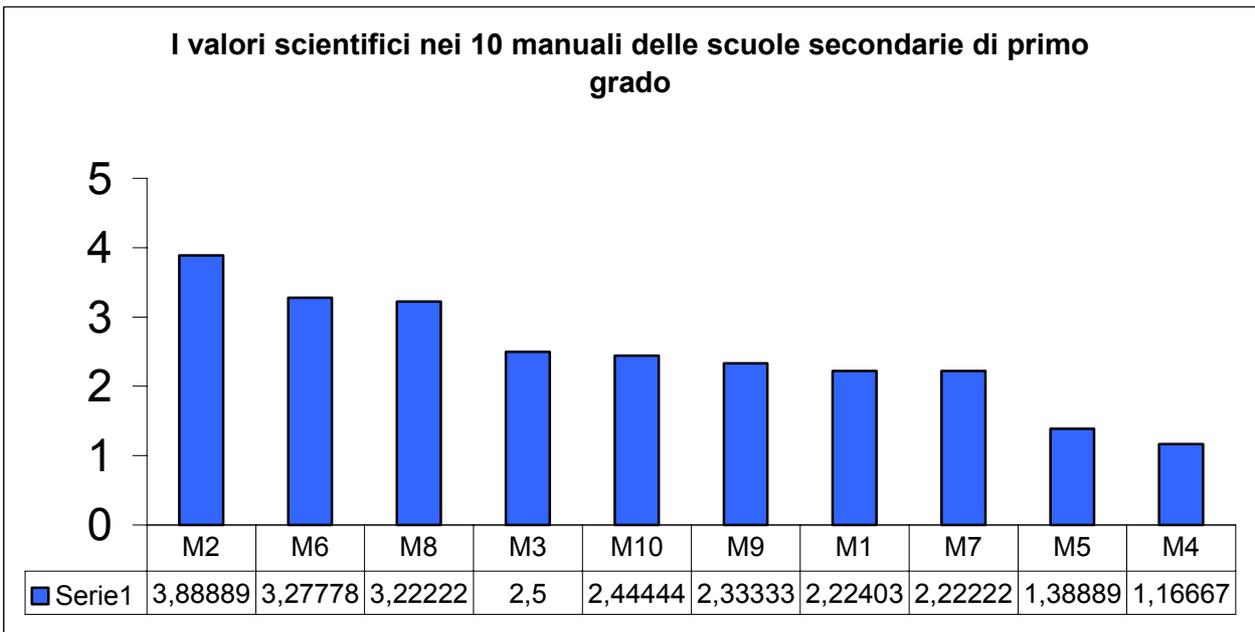
Meno presente e spesso trattata in maniera poco soddisfacente è la dimensione relativa alla scienza come impresa di una comunità di uomini, ovvero come **impresa sociale**. Eppure questo è uno dei caratteri fondanti della scienza moderna nata nel Seicento. In generale, nei testi esaminati (e ciò vale sia per la scuola primaria che per la scuola media) non si evidenzia l'immagine di una scienza strettamente collegata alla realtà sociale, economica, politica dell'epoca e del luogo in cui si sviluppa e di conseguenza non emerge nemmeno l'idea che la scienza e lo scienziato possano influire e sostenere valori etici e sociali. In definitiva i testi esaminati risultano essere più carenti proprio in questa dimensione, relativamente ai valori ad essa riferibili:

- la scienza è il prodotto della realtà sociale, economica, politica.
- la scienza è indispensabile per il progresso dell'uomo, ma da sola non è sufficiente a garantirlo
- gli scienziati sono uomini che vivono in precisi contesti storici, che li influenzano e con i quali possono entrare in conflitto quando le loro interpretazioni della realtà contrastano con gli interessi economici e sociali di quei contesti
- la società futura potrà costruirsi attraverso la complessità, ovvero i fenomeni potranno essere affrontati solo come sistemi complessi dove sono presenti molte relazioni che vanno considerate non separatamente, ma nei loro effetti integrati.
- la scienza può contribuire all'elaborazione di un modello di vita che abbia come obiettivo primario "la qualità sociale"

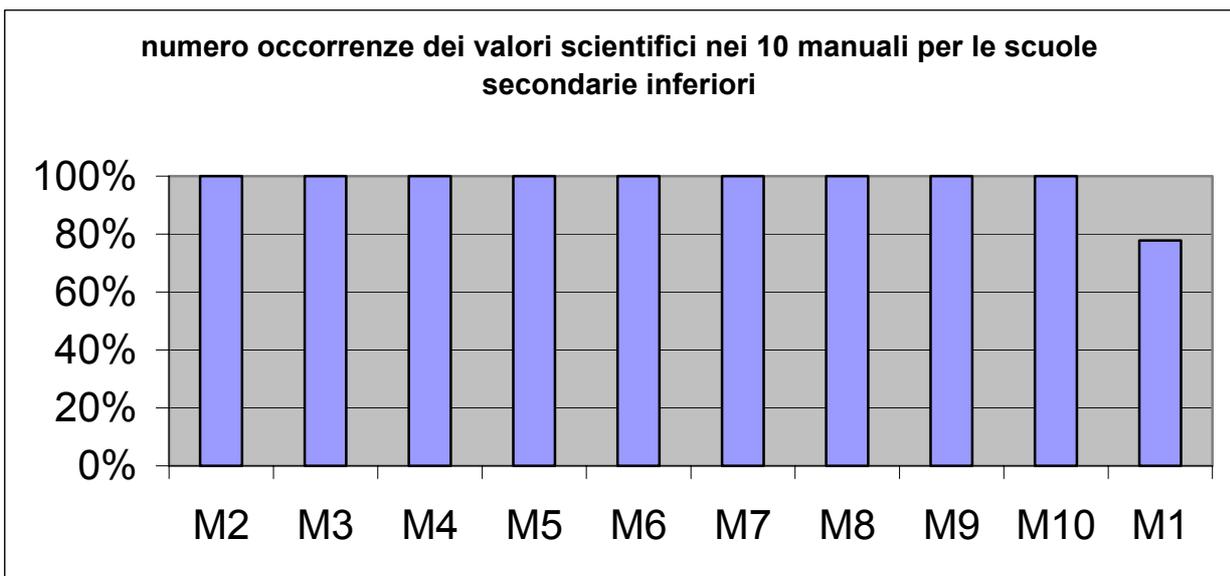


e le relative frequenze:

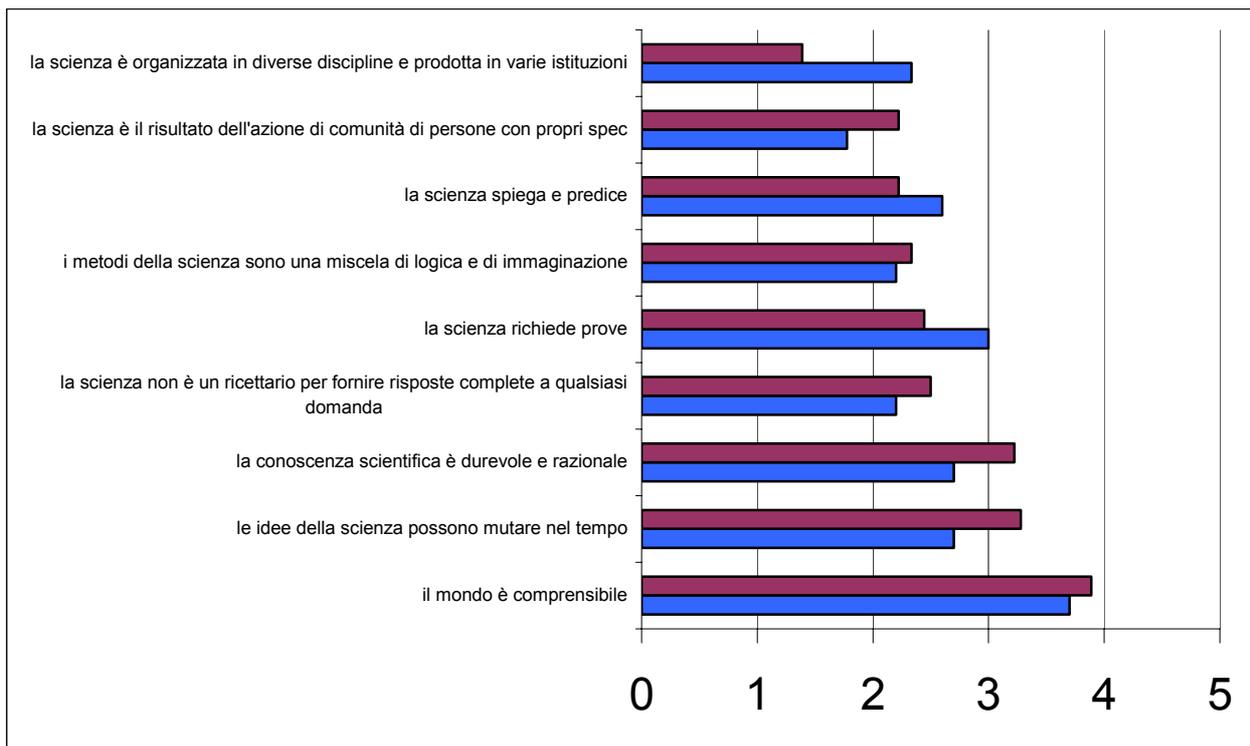




e le relative frequenze:



Valutazione media delle singole metodologie rispettivamente nei testi delle scuole primarie e in quelli delle secondarie di primo grado. (valore max. 5)

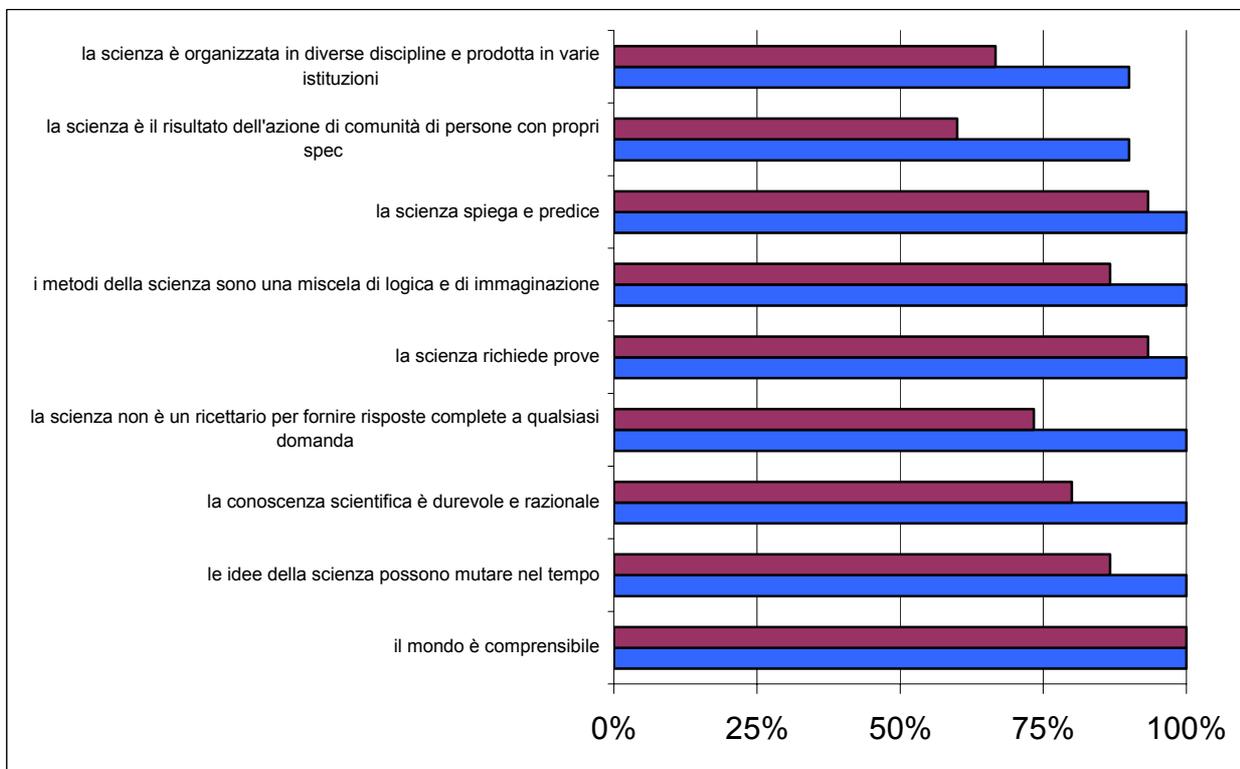


sussidiari delle scuole primarie

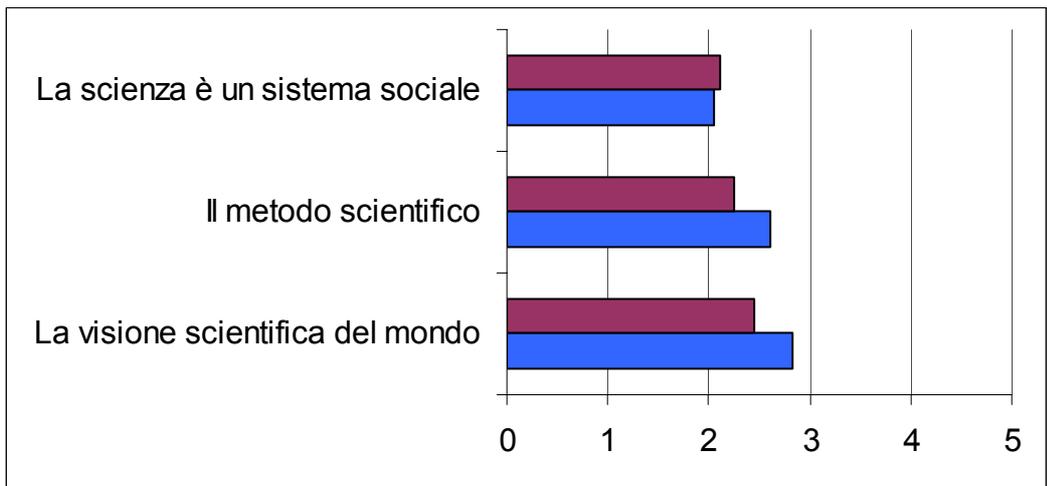


manuali delle scuole secondarie

e le relative frequenze:

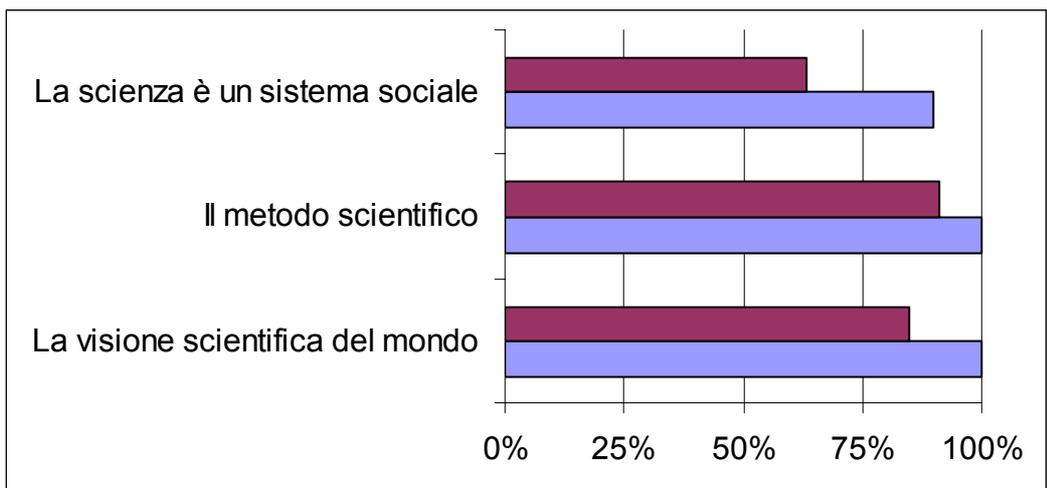


Valutazione media delle metodologie raggruppate (valore max. 5)

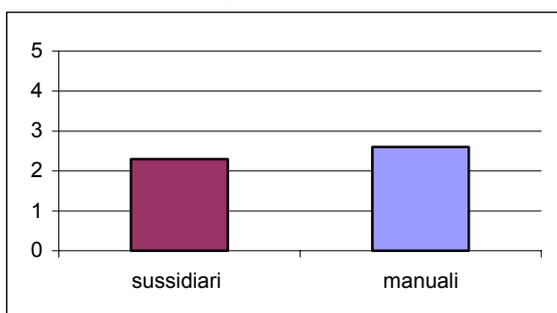


■ sussidiari delle scuole primarie ■ manuali delle scuole secondarie

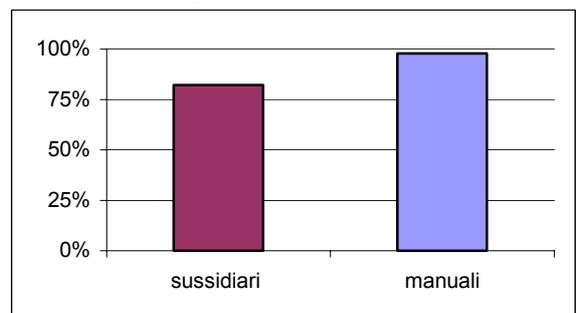
e le relative frequenze:



Valori medi complessivi:



e relative frequenze:



5 Un approfondimento su tre temi

5.1 Un tema classico: il moto sotto la lente di ingrandimento

Un piccolo capitolo della fisica trattata nei libri di testo esaminati, l'introduzione allo studio dei moti e al concetto di forza, viene qui analizzato secondo l'ottica particolare della propedeuticità per successivi studi più avanzati. Concetti cinematici e forze sono argomenti "classici" dell'insegnamento scientifico, con essi nasce la fisica moderna di Galileo e di Newton, ma sono anche estremamente attuali perché il loro campo di applicazione, forse più di altri, risente dell'influsso della tecnologia ed esperienze significativamente nuove vengono sviluppate dai ragazzi nella vita di tutti i giorni.

Tutti i bambini delle nostre città moderne hanno viaggiato in macchina, su un autobus o su un treno o su un ascensore, hanno fatto esperienza diretta di cosa vuol dire accelerare/frenare/curvare, molti hanno provato la sensazione di essere in movimento quando è il treno di fronte a partire, tanti hanno visto in TV o al cinema esempi di "caduta libera", il galleggiare degli astronauti all'interno delle capsule spaziali, i più conoscono strumenti di misura della velocità istantanea quali il tachimetro o gli strumenti di misura dell'intensità di un campo come quello indicato dal display dei telefonini, per non parlare poi dei loro eroi, "fanta"-scientifici e iper-tecnologici, che non inforcano più gli stivali delle sette leghe per viaggiare nello spazio, ma, "più veloci della luce", sanno viaggiare nel tempo.

È plausibile supporre che il senso comune dei ragazzini moderni sia significativamente diverso da quello di un loro coetaneo di un secolo scorso, un bambino nato alla fine dell'ottocento, ma anche di un loro coetaneo di solo 50 o 40 anni fa, cioè di una persona che abbia oggi l'età media dei loro insegnanti o degli autori dei manuali scolastici.

C'è una ragione di più per guardare a questi temi: fra breve, nel 2005, ricorrerà il centenario della nascita della teoria della relatività²; la storia dell'affermarsi di questa teoria è molto particolare anche perché strettamente intrecciata alla storia, e alla leggenda, del suo creatore forse più di qualunque altra teoria scientifica. Einstein fa oggi parte dei miti dell'immaginario collettivo, la sua immagine è usata nella pubblicità come quelle delle star di Hollywood, ma per lungo tempo questa teoria venne "utilizzata, ma non assimilata"³ all'interno della comunità scientifica e ritenuta delle più astruse e anti-intuitiva tanto che ancora negli anni '70 venivano lanciati "programmi per la didattica della relatività" dalla Società Italiana di Fisica⁴. Oggi, a cento anni di distanza dalla sua creazione la relatività è rimasta un tabù della didattica?

Secondo Arnold B. Arons: *La rivoluzionaria demolizione da parte di Einstein, delle idee classiche di spazio e di tempo assoluti impiegò molto tempo per diffondersi largamente nella comunità scientifica. Solo un numero piuttosto piccolo di menti già preparate pervenne velocemente alla comprensione e accettazione di queste novità. Le idee che conducono alla relatività ristretta sono estremamente sottili e controintuitive*⁵

Il problema dell'intuitività di una teoria scientifica è però uno strano problema: cosa vuol dire che una teoria è più o meno "intuitiva"? Una teoria sarebbe più intuitiva perché "vicina" alle spiegazioni prescientifiche? Ci sarebbe cioè la possibilità di attribuire una scala di difficoltà

² Einstein, A. *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* in "Annalen der Physik" 1905, 17

³ Goldberg, S. *Understanding relativity: Origin and Impact of a Scientific Revolution*, 1984 Clarendon Press, Oxford.

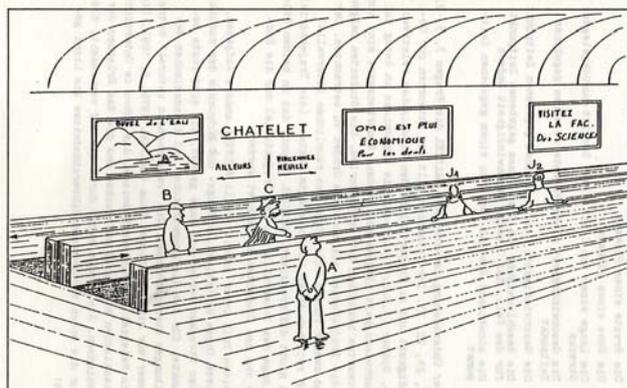
⁴ Cortini, G. *La relatività ristretta*, 1978 Loesher, Torino. Nella prefazione si spiega che il volume ha origine dall'esperimento pedagogico denominato "Iniziativa relatività" svolto tra il 1973 e il 1976 per iniziativa della Società Italiana di Fisica e dell'Associazione per l'Insegnamento della Fisica.

⁵ Arons, A.B. *Guida all'insegnamento della fisica*, 1992, Zanichelli, Bologna pag 326.

semantica dell'apprendimento di certe teorie in misura della loro prossimità e/o concordanza con il senso comune?

È comprensibile che l'apprendimento di concetti e teorie che coprono gamme di fenomeni non direttamente osservabili, e di cui è difficile fare esperienza in prima persona, possa richiedere maggiori capacità di astrazione, ma il problema dell'apprendimento della relatività è alquanto diverso. Non c'è dubbio che gli "effetti" relativistici⁶ siano al di là dell'esperienza diretta, ma i "concetti" della relatività⁷ sono quelli che spiegano il moto: posizione, distanza, tempo, sistema di riferimento, velocità... Questi concetti fanno indubbiamente parte dell'esperienza quotidiana di tutti gli allievi, anche dei più piccoli. E allora? La ricerca in didattica della fisica sulle rappresentazioni di senso comune da anni ha messo in chiaro in modo definitivo l'ambiguità e la pericolosità di un insegnamento che insista su una presunta "intuitività" di una data teoria scientifica e trascuri la discontinuità e spesso la contrapposizione fra spiegazioni di senso comune e spiegazioni scientifiche. La tesi dei primi lavori di L. Viennot⁸, una dei pionieri di questo campo della ricerca in didattica della fisica, partiva proprio dalla ipotesi che ciò che costituisce l'ostacolo maggiore all'apprendimento della fisica non sia il formalismo matematico, ma la contrapposizione fra spiegazioni "pre-scientifiche", acquisite dagli studenti nella loro esperienza quotidiana, e le spiegazioni "fisiche" dei fenomeni considerati. Il primo sistema di spiegazioni, lungi dal venir sostituito dalle teorie studiate, resta quello cui gli studenti fanno più spesso ricorso per fornire spiegazioni qualitative dei fenomeni anche dopo anni di studio della fisica (le ricerche della Viennot erano state fatte con studenti universitari dei primi anni delle facoltà scientifiche, ma i suoi risultati vennero confermati anche da ricerche fatte con docenti di fisica delle scuole primarie e secondarie un po' in tutto il mondo⁹).

Molte ricerche sulle rappresentazioni pre-scientifiche hanno avuto per oggetto proprio cinematica e dinamica. In particolare proprio sul "ragionamento spontaneo" dei fenomeni di moto ha ampiamente lavorato un'altra studiosa francese, E. Saltiel¹⁰ ed è interessante guardare ai risultati di questa ricerca prima di affrontare il problema dell'intuitività della cinematica, classica o relativistica.



Nel suo lavoro la Saltiel esamina le risposte che gruppi di studenti di fisica universitari danno a una serie di quesiti che richiedono valutazioni su oggetti in moto relativo rispetto ad osservatori diversi; in particolare la ricercatrice propone tre esperimenti ideali in cui due osservatori in moto relativo guardano allo stesso oggetto o fenomeno e sono chiamati a confrontare le loro descrizioni. In tutti e tre i casi lo

⁶ Sono chiamati effetti relativistici quelli che si verificano a velocità vicine alla velocità della luce quali la contrazione delle distanze e la dilatazione degli intervalli di tempo. Non sempre questi effetti sono riportati con chiarezza nei manuali, ad esempio raramente viene chiarito che nel caso di corpi tridimensionali l'effetto "visivo" relativistico è una rotazione e non una contrazione, cfr Taylor, E. ti & Wheeler, J. A. "Spacetime physics". San Francisco, W.H. Freeman & Co, 1963 pg 96.

⁷ Si parla qui e nel seguito sempre e solo della relatività ristretta.

⁸ Viennot, L. "Le raisonnement spontane en dynamique élémentaire." These de doctorat d'état présentée à l'Université Paris, 1977

⁹ Nel 1986 a questo campo di ricerca in didattica della fisica venne dedicato un numero speciale *Ricerche sulle rappresentazioni mentali in fisica* del bollettino dell'associazione Italiana per l'insegnamento della fisica "La fisica nella scuola".

¹⁰ Saltiel, E. "Concepts cinématique et raisonnement naturels: étude de la compréhension des changements de référentiels galiléens par les étudiantes ec science" These de doctorat d'état présentée à l'université Paris, 1978. Nel citato bollettino "La fisica nella scuola" c'è un articolo in italiano che contiene la ricerca per il dottorato qui presentata e i suoi ulteriori sviluppi E. Saltiel, J.L Malgrange "I ragionamenti naturali in cinematica elementare", in *La fisica nella scuola*, anno XIX, n. 2 aprile giugno 1986.

studente deve prevedere se i due osservatori attribuiscono o meno lo stesso valore a una serie di grandezze cinematiche osservate dai due diversi sistemi di riferimento, cioè lo studente è chiamato a riconoscere il carattere assoluto o relativo delle grandezze osservate.

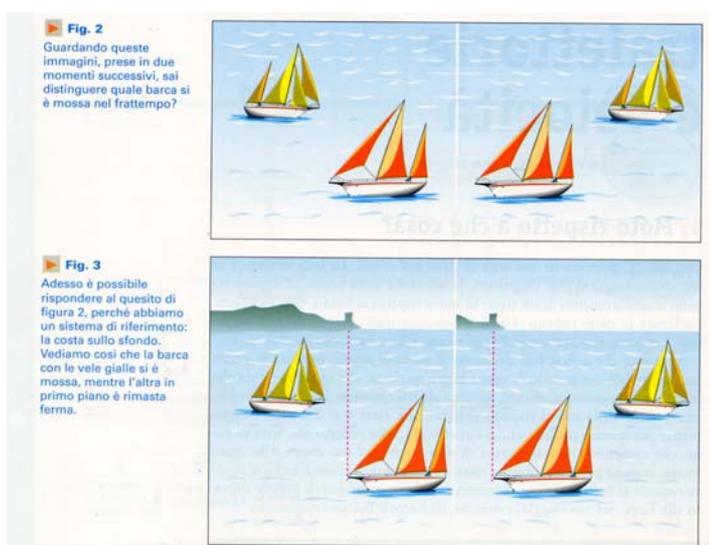
I risultati di questi test mostrano forme di spiegazioni che sono ben lontani da quanto ci si aspetterebbe alla fine di un normale percorso scolastico per gli studenti francesi (ma anche per quelli italiani visto che uguali risultati vennero ritrovati nella somministrazione di esercizi simili all'università La Sapienza¹¹)

- traiettoria e velocità sarebbero grandezze assolute, cioè indipendenti dal sistema di riferimento (dal particolare osservatore in ciascun esercizio) in cui le si valuta
- distanze parallele alla direzione del moto varierebbero a seconda dell'osservatore (osservatore in moto relativo o in quiete rispetto all'oggetto considerato) diversamente dalle distanze perpendicolari alla direzione del moto che resterebbero invece tendenzialmente invarianti.

Che senso ha chiedersi se sia la cinematica classica o la cinematica relativistica quella più "intuitiva", più "semplice"? Comunque l'insegnamento scientifico richiede il consapevole abbandono di forme di spiegazione spontanee e deve promuovere lo sviluppo di capacità di astrazione e formalizzazione avanzate. È importante conoscere le spiegazioni spontanee più frequenti e tenerne conto nell'insegnamento, ma ciò per introdurre i ragazzi alle spiegazioni della fisica di oggi, non di quella di uno o due secoli fa che non è peraltro meno "difficile" da apprendere. Sempre Arons poco dopo scrive nella sua eccellente guida: *"È però del tutto possibile fornire un'introduzione qualitativa e fenomenologia che pone le fondamenta per permettere agli studenti di indirizzo specifico di giungere, in seguito, a una migliore comprensione del formalismo, ma che dia anche a coloro che non continueranno nella materia una certa comprensione di ciò che si intende per relatività dello spazio e del tempo"*¹².

A seconda dei livelli scolastici potranno essere introdotti formalismi e approfondimenti differenti, ma fin dall'inizio occorre far grande attenzione a qual è il sistema concettuale che si punta a far sviluppare ed evitare di introdurre proprio con l'insegnamento ostacoli cognitivi allo studio successivo

Relatività del moto e sistemi di riferimento



Mentre la fisica newtoniana riconosceva l'esistenza di un sistema di riferimento assoluto, quella relativistica pone l'assoluta equivalenza fra tutti i sistemi di riferimento inerziali.

Questa è l'esemplificazione del carattere relativo del moto proposta dal manuale per le scuole medie M10. Gli studenti sono invitati a indicare quale barca si sia mossa confrontando due immagini (a sinistra e a destra) corrispondenti a istanti successivi. A parere degli autori solo quando l'immagine include anche il faro (un sistema di riferimento "sicuramente" in quiete), sarà possibile fornire una risposta al quesito.

¹¹ Duprè, F. & Vicentini, M. "Indagine sulle conoscenze in fisica degli studenti iscritti al primo anno del corso di laurea in fisica". Istituto di Fisica G. Marconi, 1981, Università di Roma La Sapienza, nota interna n° 785.

¹² Arons, A. B. 1992 pag 326

Gli autori non propongono una spiegazione “errata”, bensì una spiegazione che è in contrasto con il paradigma fisico attuale, in particolare con il principio di relatività che postula l’uguaglianza fra tutti i sistemi inerziali, nega cioè l’esistenza di un “sistema” privilegiato in cui osservare i fenomeni e applicare le leggi della fisica (il riferimento “intrinsecamente” in quiete da cui, per i nostri autori, è possibile decidere qual è la barca in moto). Per fortuna non tutti gli autori sono così pervicacemente “newtoniani”¹³, non tutti cioè tentano di inculcare a tutti i costi l’idea di un riferimento assoluto: questo è un’esercitazione proposta in M2, testo per le scuole medie.

esperimento

• un blocco per appunti

Sistemi di riferimento

1. Prova ad affacciarti a una finestra di casa tua e osserva ciò che ti circonda: bambini che corrono, persone che camminano e altre che stanno sedute sulle panchine, auto che passano, aerei che volano nel cielo...

2. Osserva e annota sul tuo blocco per appunti i diversi corpi in moto o in quiete che puoi vedere dal tuo sistema di riferimento.

3. Ora cambia sistema di riferimento: prendi la bicicletta e percorri la strada sotto casa tua; osserva ciò che si muove intorno a te.

4. Chiedi a un amico di stare fermo sul ciglio della strada, guardarti passare e osservare gli altri corpi presenti. Annotate le vostre osservazioni e mettele a confronto.



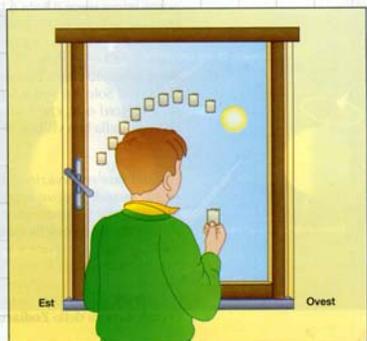


Questa è una proposta didatticamente particolarmente rilevante e positiva. Si tratta di esperienze di facile realizzazione che suggerisce un’analisi qualitativa di quanto visto, da discutere fra coetanei. In che cosa potrebbe essere “più” difficile rispetto all’esempio delle due barchette che chiamano in causa un osservatore esterno per il quale non viene specificato il sistema di riferimento con cui è solidale, bensì il campo visivo?

¹³ Qui e nel seguito il termine “newtoniano” assume quasi valore negativo, ma è solo un paradosso. Certo sarebbe un risultato eccezionale quello di una didattica che formasse studenti in grado di applicare in modo completo e coerente il sistema di spiegazione della meccanica newtoniana. Magari la nostra scuola producesse almeno questo! Ma ciò che accade è ben altro: in modo confuso e non riflesso gli studenti usano di volta in volta spiegazioni che richiamano per certi versi la fisica classica, a volte quella medioevale, a volte altri sistemi teorici. L’insegnamento scolastico non ha contribuito allo sviluppo di un sistema coerente di descrizione e spiegazione dei fenomeni, ma solo di spezzoni di conoscenze che costituiscono poi ulteriori ostacoli all’apprendimento successivo.

Come procedere

Una domenica alzati presto (alle 6 del mattino, alle 7 dell'ora legale estiva) e mettili davanti a una finestra rivolta a Sud.
 Incolla un pezzetto di carta adesiva sulla finestra per segnare la posizione del Sole.
 Ripeti l'osservazione ogni ora fino alle 6 del pomeriggio, stando attento a metterli sempre nello stesso posto davanti alla finestra.

**Che cosa osservare**

- Quale forma ha il cammino del Sole?
- Dov'è il Sole a mezzogiorno?
- Come sembra muoversi il Sole?

Esempi frequenti di “newtonianesimo strisciante” si trovano spessissimo poi nella presentazione del moto dei pianeti. Con l’atteggiamento agiografico proprio di molta presentazione didattica della storia della fisica, si presenta il sistema copernicano come la vera “spiegazione” del moto del sole e dei pianeti contrapposta all’oscurantismo dell’antica spiegazione tolemaica. Gli studenti sono invitati a irridere la propria esperienza, prima ancora di approfondirla e cercare di capire come potrebbe essere utile per una comprensione dei fenomeni studiati. Solo raramente (M2 e M11, testo non sottoposto all’analisi quantitativa per la sua struttura non omogenea a quella degli altri testi analizzati¹⁴) l’esperienza diretta dei ragazzi viene chiamata in causa per spiegare l’alternarsi del giorno e della notte che in modo veramente “intuitivo” può venir dedotto sulla base di esempi e osservazioni che pongano la terra ferma al centro e il sole che le gira intorno, salvo poi passare a re-interpretare il tutto nel sistema eliocentrico. L’immagine seguente presenta l’originale esercitazione proposta da M12 per costruire occasioni di osservazione e riflessione concreta per gli studenti.

Nei libri delle

elementari quasi mai il tema della relatività del moto viene accennato, probabilmente perché reputato di difficile comprensione. Un raro e semplice esempio positivo che si poggia proprio nel collegamento fra spiegazione dell’alternarsi del giorno e della notte e il richiamo all’esperienza vissuta dei viaggi in treno, è proposto in E4.

Invece è pericolosamente ricorrente uno degli errori “classici” connessi all’analisi del moto in riferimento non inerziali. L’esempio successivo è tratto da E10, ma quasi tutti i testi delle elementari esaminati ripetono quest’errore che per la sua frequenza è catalogato anche nel testo di

IL MOTO DI ROTAZIONE

Come tutti i pianeti del Sistema Solare, la Terra compie due movimenti: il **moto di rotazione** e il **moto di rivoluzione**.
 Il **moto di rotazione** è quello che compie ruotando su se stessa, in senso antiorario (da Ovest a Est), attorno all’**asse terrestre**, la linea immaginaria che unisce il Polo Nord al Polo Sud. Per compiere una rotazione completa la Terra impiega **24 ore**, cioè un **giorno**. Le conseguenze di questo moto di rotazione della Terra sono il **moto apparente**, in senso orario (da Est a Ovest), **della volta celeste** e l’**alternarsi del giorno (di) e della notte**.

- Noi sulla Terra non siamo in grado di percepire il moto di rotazione, piuttosto abbiamo l’impressione che siano il Sole e le stelle a muoversi dall’alba al tramonto da Est verso Ovest. Ecco perché parliamo di **moto apparente della volta celeste**. Proprio come accade quando viaggi in treno, e dal finestrino vedi il paesaggio “muoversi” in senso inverso alla tua marcia.

- Il Sole, in ogni istante, illumina solo metà della Terra, dove si ha il di; l’altra metà nello stesso istante è al buio e si ha la notte. Per il moto di rotazione, nell’arco di una giornata, 24 ore, le due parti (di e notte) si invertono permettendo l’**alternarsi del di e della notte**.

¹⁴ M11 (De Agostini) e M12 (Mezzetti) non sono stati inseriti nella valutazione quantitativa perché in entrambi i casi il testo è completato da un’ampia guida per i docenti, M11, per gli studenti M12, che integrano in modo essenziale il manuale. I risultati della valutazione davano in entrambi i casi l’analisi di un vero e proprio “doppio” testo e non sono confrontabili con gli altri libri.

Giovanni Tonzig “100 errori di fisica pronti per l’uso: Guida rapida alla svista d’autore” nel capitolo “Se il riferimento precipita”.¹⁵



Il “fluttuare” dell’astronauta non dipende affatto dalla sua distanza dal centro della terra, la Luna infatti che è ben più lontana non fluttua ma, vista dalla terra, percorre un’orbita regolare intorno a essa. Il fenomeno presentato è invece un importante esempio di sistema “localmente” inerziale. All’interno di un contenitore in caduta libera infatti i corpi “cadono” alla stessa accelerazione con cui “cade” il loro sistema di riferimento e quindi si trovano in quiete rispetto ad esso. Spesso si vedono in televisione gli oggetti che tirati dagli astronauti si muovono perfettamente in linea retta senza accennare a voler percorrere la parabola

che si avrebbe invece in un sistema di riferimento solidale alla terra. Esistono esperienze della vita quotidiana che consentono per un istante di provare cosa si sente in tali condizioni di inerzia locale: quando in un grattacielo un ascensore parte rapidamente verso la discesa si ha proprio la sensazione di esser spinti verso l’alto o di esser diventati più leggeri perché “il pavimento viene a mancare”. La possibilità di creare all’interno delle stazioni spaziali ambienti in cui è possibile lo studio dei fenomeni in condizioni di “microgravità” è proprio uno dei grandi motivi di interesse per le imprese come quelle dello Skylab, dei Saliut, degli Spacelab. Non si va sullo spazio infatti solo per conoscere meglio i corpi celesti, ma anche per saperne di più sui fenomeni che si svolgono quotidianamente sul nostro pianeta, all’interno delle stazioni spaziali è possibile studiare in assenza di gravità i fenomeni più diversi che proprio dalla gravità dipendono come la sedimentazione, il galleggiamento, la separazione di miscele di liquidi, la convezione o anche studiare le reazioni all’assenza di gravità degli organismi viventi che vengono per questo trasportati e fatti vivere nei laboratori in orbita. Il concetto di sistema localmente inerziale richiede decisamente una grossa capacità di astrazione, ma forse sarebbe meglio non presentare situazioni così peculiari piuttosto che spiegarle in modo errato.

¹⁵ Giovanni Tonzig *100 errori di fisica pronti per l’uso : Guida rapida alla svista d’autore*, 1999, RCS Sansoni editore SpA, Firenze

Le forze: cosa dire e cosa evitare

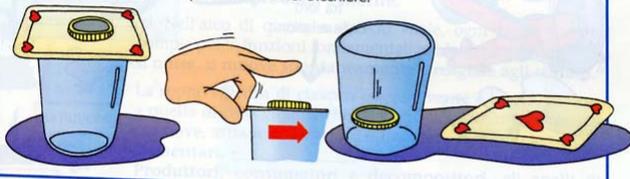
Se nel caso dell'introduzione alla cinematica e ai sistemi di riferimento si è notata la scarsa attenzione alle esperienze vissute dagli studenti, al contrario in tutte le trattazioni del concetto di forza nei manuali esaminati c'è un ampio ricorso a situazioni familiari della vita di tutti i giorni. Paradossalmente però, proprio come in precedenza è stata criticata l'assenza di tali esemplificazioni, ora è proprio l'ambiguità della loro presenza la principale fonte di confusioni, errori, superficialità. Arons¹⁶ sottolinea in uno specifico paragrafo i danni possibili causati da un'impropria o superficiale terminologia nel trattare le forze, ma è proprio uno degli errori su cui il nostro autore mette in guardia a essere continuamente proposto soprattutto nei testi per le elementari. L'espressione della lingua comune dell'andare "andare avanti per /o a forza di/ inerzia" trova immediato errato riscontro nell'introduzione di una cosiddetta "forza d'inerzia" presente in un

LA FORZA D'INERZIA

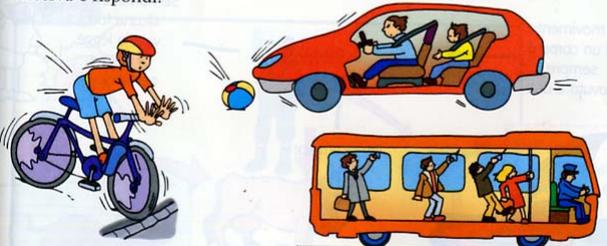
Un corpo si muove o si ferma, come hai visto, solo se interviene una forza, altrimenti resta fermo, se è in quiete, o resta in movimento, se è in moto. Si può quindi affermare che: **un corpo non sottoposto ad alcuna forza mantiene sempre il proprio stato di quiete o il proprio stato di moto.** Questa tendenza di un corpo a mantenere il proprio stato di moto o di quiete si chiama **forza d'inerzia.**

Osserva

- La moneta al centro della carta posta sul bicchiere è ferma. Un bel colpo secco alla carta e... che cosa succede? La carta scorre in avanti, ma la moneta, per **inerzia**, mantiene il suo stato di quiete e cade nel bicchiere.



Quante volte ti è capitato di "avere a che fare" con questa forza d'inerzia? Osserva e rispondi.



Perché urtando con la bicicletta il marciapiede sei stato sbalzato in avanti? A causa della forza d'inerzia hai mantenuto il tuo stato di moto e hai continuato la tua corsa... volando per terra.

Perché alla brusca frenata di papà, se non avessi avuto le cinture, avresti sbattuto la testa contro il sedile anteriore?

Perché all'improvvisa partenza dell'autobus sei stato sbalzato indietro?

101

buon 70% dei testi considerati. L'esempio è tratto da E4. Arons (pag 81) dice al proposito: "Un' affermazione molto comune è quella secondo cui «la forza vince l'inerzia del corpo». Questa frase incoraggia lo studente a pensare all'inerzia come a una forza che debba essere contrastata da altre forze. (È vero che lo stesso Newton parlava della *vis inertiae* come di una di quelle forze agenti in natura, ma egli evitò di confonderla con le «forze attive» che provocano variazioni della quantità di moto.) Nell'insegnamento è meglio evitare qualunque cosa che possa fare pensare all'inerzia come a una forza. Una forza viene intuita dagli studenti come qualcosa che è dato, essendo una proprietà insita o comunque presente nel corpo che si muove o che viene accelerato. In ogni caso è consigliabile opporsi a questa idea sottolineando che le forze sono azioni esterne agenti sul corpo, e non proprietà presenti nel corpo stesso.

I fenomeni descritti in questi casi si riferiscono a ciò che accade a corpi che si trovano in un sistema non inerziale, un sistema accelerato, e che sembrano dunque soggetti a forze cui non corrisponde alcuna interazione visibile. In fisica queste forze sono chiamate "forze apparenti" e non è

difficile condurre gli studenti a capire il loro significato se si sono correttamente introdotti il primo e il terzo principio della dinamica in modo assolutamente qualitativo, se cioè è chiaro per i ragazzi che affinché un corpo si muova di moto rettilineo uniforme non è necessaria alcuna forza e che sempre le forze si presentano in coppia come interazioni reciproche.

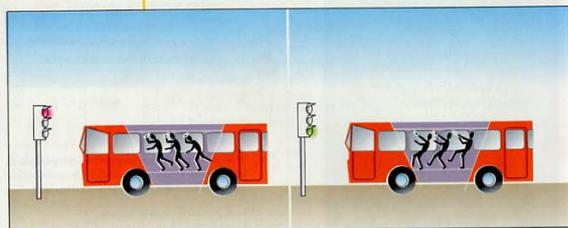
Invece in assenza di chiarezza sui principi fondamentali si arriva a costruire garbugli concettuali quali quelli presentati in uno dei più discutibili testi analizzati.

¹⁶ Arons 1992, opera citata paragrafo 3.11 "Ciò che diciamo può danneggiarci: alcuni problemi di linguaggio"

2.4 Le leggi della dinamica

Fig. 35

Quando l'autobus frena, veniamo spinti in avanti. Quando accelera, siamo spinti all'indietro.



OSSERVAZIONI

1 A bordo dell'autobus

Quando l'autobus frena, veniamo spinti in avanti. Quando accelera, veniamo spinti all'indietro. Tanto che rischiamo di cadere, se non ci teniamo ai sostegni (► figura 35).

2 La pila di dadi

Costruite una pila di dadi. Poi date un colpo secco, con un righello o un piccolo bastone, al dado che si trova alla base: esso si sposterà, ma il resto della pila resterà in piedi (► figura 36).

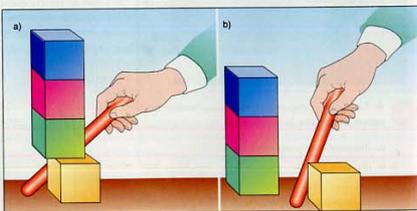


Fig. 36

Diamo un colpo secco al dado che si trova alla base della pila: esso si sposta, ma la pila resta in piedi.

66

3 La calamita modifica la traiettoria della pallina d'acciaio

Sospendete una calamita a qualche centimetro dal piano orizzontale del tavolo. Lanciate sul tavolo una pallina d'acciaio in modo che passi vicino alla calamita. La pallina si muoverà di moto rettilineo uniforme, salvo che nei pressi della calamita, dove cambierà direzione a causa della forza magnetica (► figura 37).

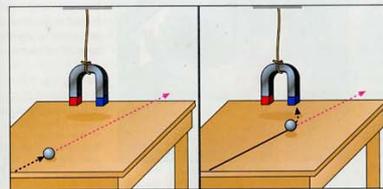


Fig. 37

La pallina d'acciaio che rotola sul piano cambia direzione quando passa vicino alla calamita.

1. Il principio d'inerzia

Le osservazioni precedenti mostrano che un corpo, quando non è soggetto a forze, tende a mantenere il suo stato di moto; cioè se era fermo, a restare fermo; se era in moto, a proseguire il suo moto in linea retta e con velocità costante.

L'autobus, alla partenza, accelera perché è spinto dalla forza del motore; mentre i passeggeri, sui quali questa forza non agisce, tendono a rimanere fermi, sicché, se non si reggono a un sostegno, cascano all'indietro. Alle fermate, invece, quando l'autobus rallenta per l'azione dei freni, i passeggeri tendono a proseguire il loro moto, cascando in avanti.

E perché la pila di dadi resta in piedi? Perché abbiamo colpito il dado in basso, che si sposta, ma non gli altri, che infatti restano fermi (soltanto spostandosi in basso per effetto della gravità).

La pallina, infine, si muove di moto rettilineo e (approssimativamente) uniforme, finché la forza magnetica, esercitata dalla calamita, non cambia la sua direzione.

Queste conclusioni sono riassunte dal **principio d'inerzia**, o **prima legge della dinamica**: un corpo non soggetto a forze rimane in quiete (se inizialmente era fermo) oppure in moto rettilineo uniforme (se era in movimento).

Più precisamente: se un corpo è fermo, esso resta fermo finché non interviene una forza a muoverlo; se un corpo è in moto, esso continua a muoversi di moto rettilineo uniforme finché una forza non interviene a modificarne il moto (accelerandolo, rallentandolo o cambiandone la direzione).

Ma che cosa s'intende per *inerzia*? La tendenza, appunto, che hanno i corpi a rimanere nello stato di moto in cui si trovano. (Questa parola si usa anche in senso figurato: per esempio quando diciamo che abbiamo una certa "inerzia" a metterci a studiare oppure ad alzarci dal letto al mattino.)

67

In questo testo, M10, forze apparenti e interazioni vengono presentate insieme in modo indifferenziato; quale potrà essere il concetto qualitativo di forza che si viene a formare nella comprensione degli alunni?

Trattazioni esemplari invece per chiarezza e rigore sono anch'esse ben presenti nel campione di testi considerato, e anche a livello dei testi delle primarie non è rara l'attenzione a differenziare i concetti, a introdurre con cura le diverse terminologie. L'esempio in figura è tratto da E1. È evidente che la presenza di una definizione non possa da sola condurre alla comprensione della differenza fra i concetti di massa e di forza, ma questo appare un modo corretto di presentare le cose

introducendo termini differenti per concetti diversi. Procedendo nello studio questi concetti verranno ulteriormente approfonditi e caratterizzati.

Spesso nei testi analizzati, e soprattutto in quelli della scuola primaria, là dove per la prima volta gli studenti affrontano il modo della scienza di guardare e spiegare i fenomeni, è carente una riflessione del perché un dato fenomeno

venga spiegato usando certi concetti e teorie o del perché in alcuni casi le grandezze e i sistemi concettuali di spiegazione considerati siano invece altri.

Nel linguaggio comune forza ed energia sono quasi sinonimi, si può indifferentemente dire che non "si hanno le forze" o non "si ha l'energia", si parla di "forza d'animo", "forza del destino", "forza Roma" o di "energie vitali" o di "persone energiche". Ma in fisica "guardare per forze" o "guardare

So anche che...

La massa di qualsiasi corpo, vivente o non vivente, è sempre la stessa in qualunque luogo ci si trovi.

Il peso, invece, è la misura della forza con cui la Terra attira i corpi verso il suo centro e dipende dal luogo in cui ci si trova. Ecco perché sulla Luna, dove la forza di attrazione è minore, gli astronauti sembrano galleggiare in aria.

Quando noi pesiamo un oggetto, in realtà misuriamo la sua massa e non il suo peso; infatti nel Sistema Internazionale di unità di misura si parla di misure di massa e non di peso: il chilogrammo è dunque l'unità di misura di massa.

So le parole

materia: è tutto ciò che occupa uno spazio e che possiamo percepire con i nostri sensi.

corpo: con questa parola indichiamo le diverse «forme» con cui la materia si presenta e viene da noi percepita.

massa: è la quantità di materia di cui è fatto un corpo.

75

per energia” sono modi profondamente diversi come direbbe Paolo Guidoni¹⁷ e *la strategia didattica può essere efficace, ed evitare frustrazioni più o meno permanenti, se sottolinea e demarca gli schemi del fare – subire forza e del dare/ricevere/avere/consumare spinta* (qui la spinta è il termine intuitivo, di senso comune, per “energia”) *come reciprocamente correlati dal punto di vista fenomenologico e interpretativo, ma concettualmente distinti: dall’essere il primo di tipo differenziale corrispondente cioè ad un equilibrio sincronico, il secondo di tipo integrale, corrispondente ad una conservazione diacronica.*

Mai nei testi analizzati viene spiegato il carattere “impulsivo” delle forze in fisica, cioè non viene mai detto che una forza agisce su un corpo solo se questo entra in contatto con un secondo corpo (forze di contatto) o se si trova nel raggio di azione, il campo, di un secondo corpo (forze a distanza). Eppure esistono una quantità enorme di ricerche di didattica che testimoniano l’esistenza di pre-concezioni diffuse che portano gli studenti a spiegare le forze con modelli conservativi vicini alla teoria medioevale dell’*impetus* per cui la forza sarebbe un qualcosa contenuto in un corpo e che si consuma¹⁸. Il problema è che sono proprio certi libri di testo i primi artefici di queste rappresentazioni mentali.

5.2 La teoria dell’evoluzione biologica nei testi della scuola secondaria di primo grado

La teoria dell’evoluzione biologica per selezione naturale del più adatto è considerata il fondamento delle moderne scienze biologiche. Elaborata da Charles Darwin circa un secolo e mezzo fa, è stata successivamente confermata sia dalle nuove conoscenze di genetica e di biologia molecolare, sia dalla paleontologia, sia infine dalle applicazioni della biologia molecolare e della genetica alla paleontologia (la cosiddetta paleontologia molecolare).

Tutti i testi della scuola secondaria di primo grado che abbiamo analizzato parlano della teoria dell’evoluzione biologica. Quasi sempre in modo diffuso. Inoltre tutti i testi hanno un chiaro approccio darwiniano. Nessuno concede nulla in alcun modo ad approcci non darwiniani. In altri termini c’è, in tutti gli autori considerati, una forte adesione alla visione scientifica fondante della moderna biologia. Rilievo non da poco, visto che sulla teoria darwiniana dell’evoluzione biologica si registrano perplessità e critiche da parte di variegati ambienti culturali e/o religiosi. I libri di testo proposti finora agli studenti della scuola secondaria di primo grado si caratterizzano, dunque, per laicità e rigore di fondo sulle questioni della scienza della vita.

Il giudizio complessivo.

Pur nella comune scelta di fondo, i libri di testo si differenziano – talvolta si differenziano molto – non solo per stile narrativo, ma anche per qualità del contenuto. Ciò comporta un diverso giudizio complessivo dei testi.

Va segnalata la presenza di un testo (M2), che per chiarezza narrativa e pregnanza dei contenuti può essere considerato un modello per l’insegnamento della biologia evolutiva. E non solo a livello di scuola secondaria di primo grado. Non mancano altri buoni testi, come M3, propongono con successo una narrazione della teoria evolutivista che segue il percorso di pensiero di Charles Darwin.

¹⁷ Il brano citato è tratto dal capitolo iniziale di un pacchetto formativo sulla didattica dell’energia commissionato dal Ministero della Pubblica Istruzione agli inizi del ’90 “L’energia, le sue forme, conservazione e trasformazione”.

¹⁸ Una panoramica su queste ricerche è presentata in Lillian McDermott “Ricerche sulla comprensione dei concetti di meccanica” in *La fisica nella scuola*, anno XIX n 2, aprile-giugno 1986 pagg 8497.

Sono diversi i testi meno efficaci, sia nello stile narrativo che nella presentazione chiara ed esaustiva dei contenuti (ad esempio M4 e M5). Tuttavia anche in questi testi la presentazione della teoria darwiniana è, dal punto di vista dei contenuti e della loro completezza, sufficiente.

Più rari sono i casi (ad esempio M1) in cui non risulta sufficiente perché la descrizione della teoria dell'evoluzione è piuttosto frammentaria, non segue un filo logico coerente e, di conseguenza, i concetti di base non sono ben evidenziati.

1. Lo spazio dedicato.

In tutti i testi esaminati c'è uno spazio cospicuo esplicitamente dedicato alla teoria dell'evoluzione per selezione naturale. Nel già citato M2 c'è qualcosa in più: la prospettiva evoluzionista fa correttamente da sfondo all'intero volume dedicato alle scienze della vita. In modo che lo studente lettore ha chiaro che la teoria darwiniana è il fondamento della moderna biologia. Ne è la cultura profonda.

2. Lo stile narrativo.

Gli stili narrativi dei vari testi sono diversi tra loro. M5, ad esempio, persegue il modello, molto interessante, di spiegare l'evoluzione attraverso la storia del pensiero evoluzionista. Purtroppo imprecisioni, forzature o lacune presenti qui e là nel corso della narrazione, non consentono di utilizzare appieno tutte le potenzialità dell'idea.

M3 propone una narrazione della teoria evolutiva che segue sostanzialmente il percorso di pensiero di Darwin, conseguendo un buon risultato.

Nella sua narrazione, al contrario, M4 propone un filo che segue vagamente il percorso di pensiero di Darwin, conseguendo un risultato non eccezionale, a causa, soprattutto della sua disorganicità.

La frammentarietà del discorso, invece, rende di difficile lettura la descrizione della teoria evoluzionista nel testo di M5.

3. I concetti fondamentali.

In M2 i concetti essenziali dell'evoluzionismo biologico ci sono (quasi) tutti e vengono presentati con estrema precisione e nella giusta concatenazione logica.

Non tutti i concetti essenziali della teoria darwiniana sono presenti o presentati con correttezza in M5 (per esempio, non si dice che è il successo riproduttivo e non tanto la sopravvivenza dell'individuo la dimensione dove agisce la selezione naturale). Anche in M3 vi sono alcune lacune (la selezione naturale viene presentata più come un processo deterministico che stocastico; non è definito il concetto di specie biologica). Tuttavia il percorso narrativo, in apparenza un po' astratto, consente all'autore di esprimere con molta chiarezza i fondamenti della teoria darwiniana.

In M4 c'è una chiara e rigorosa definizione di specie. Ma i concetti fondamentali dell'evoluzionismo darwiniano non sempre sono espressi con la stessa chiarezza ed efficacia. Per cui il risultato complessivo è, da questo punto di vista, mediocre.

Pecca sia per quantità (presenza dei concetti fondamentali) che per qualità (chiarezza della illustrazione) il testo M1.

4. Cos'è la vita?

Il testo M2 mostra che in un testo per la scuola di base si può spiegare con chiarezza cos'è la vita, proponendo una definizione non affatto banale. Il testo mostra che la differenza tra l'organizzazione della materia vivente e della materia non vivente – ovvero tra vita e non-vita – emerge solo da analisi multifattoriali che comprendono la complessità, la crescita, la riproduzione e la varietà tra individui e specie.

Questa complessità e multifattorialità della definizione di vita non è presente a sufficienza in altri testi pure buoni come M5. Mentre negli altri testi la definizione di vita risulta assente.

5. La storia della vita

In M2 la presentazione della teoria adattiva ha un profilo di tipo storico: gli autori narrano, in modo conciso ma efficace, la storia della vita sulla Terra e, quindi, gli effetti dell'evoluzione. Ciò consente loro di introdurre, dopo, le cause che spiegano l'evoluzione.

M5 tratta la storia della vita in un capitolo a parte, rispetto a quelli in cui illustra la teoria dell'evoluzione. Si tratta di una pura scelta narrativa.

Anche in M3 la storia della vita è trattata in un capitolo a parte, dopo i capitoli sulla teoria darwiniana. La trattazione è ampia e ben strutturata. Buona anche la trattazione (a parte) dell'evoluzione umana. Interessante la trattazione dell'evoluzione del comportamento, organicamente inserita nel contesto dell'evoluzione adattiva.

Nel testo M4, invece, la storia della vita è trattata in un libro (in un anno) a parte. Mentre subito dopo il capitolo dedicato alla teoria dell'evoluzione c'è quello dedicato alla storia dell'evoluzione umana. Ciò rende la trattazione del tutto frammentaria.

In M1, infine, la storia della vita è trattata in un capitoletto a parte (due pagine). Ci si diffonde di più sull'evoluzione dell'uomo. Ci sono due pagine dedicate alla storia del pensiero evoluzionista.

6. Il dibattito attuale: «l'evoluzione della teoria dell'evoluzione»

Questo aspetto è ben poco trattato. Anche nel più volte segnalato M2 non c'è un sufficiente riferimento all'attuale dibattito intorno alla teoria darwiniana. Alcune tematiche (la selezione causa unica dell'evoluzione; livello gerarchico in cui interviene) non vengono poste né in modo diretto, né indiretto; altre (l'evoluzione continua o per salti; il ruolo della storia; il processo teleologico o cieco) non vengono poste in maniera esplicita, ma affrontate (correttamente) in maniera implicita. Tuttavia sono questioni che, forse, non possono essere affrontate a livello della scuola media inferiore. Infatti, solo M5 fa qualche cenno all'«evoluzione della teoria dell'evoluzione».

5.3 Informazione-comunicazione: un tema (quasi) assente

Considerazioni sul contesto: articolazione del tema e collocazione, virtuale e reale, nei curricoli

Il modo in cui la cultura scolastica, e più in generale tutta la cultura, si rapportano ai concetti di informazione e comunicazione è decisamente paradossale. Da una parte si riconosce e a volte si teorizza che il mondo in cui viviamo è caratterizzato dal rapporto con l'informazione e dai processi di comunicazione. Anzi si adotta spesso una teoria delle ere culturali attraversate dall'uomo, secondo la quale si è passati da quella della materia a quella dell'energia per finire, appunto, a quella dell'informazione. Nello stesso tempo, però, è facile constatare che nella formazione scolastica non solo non c'è una trattazione sistematica, ma neanche qualche elemento significativo e corretto.

Facciamoci una domanda: quali dovrebbero essere i contenuti del tema informazione-comunicazione? Ecco un possibile, dichiaratamente sbrigativo, elenco:

Il processo di comunicazione: *messaggio, informazione, sorgente, destinatario, canale*

Codici e linguaggi: *codice, linguaggio, classificazioni (ad es. gestuale, figurativo, grafico, alfabetico; naturale, artificiale), codice binario.*

Aspetti fisici della comunicazione: *natura dei segnali, scomposizione dei segnali in armoniche, limiti dei canali fisici, banda di trasmissione, velocità di trasmissione*

Cosa è l'informazione: *l'informazione come riduzione dell'incertezza, l'informazione come risorsa, misurabilità dell'informazione, bit*

Elaborazione delle informazioni: *algoritmo, automa, programma*

Sistemi per l'elaborazione e la trasmissione delle informazioni: *macchine, architettura fisica, architettura software (dal linguaggio macchina al sistema operativo), ambienti e applicazioni (dai sistemi di scrittura agli archivi)*

Reti: *topologia, funzionamento, internet*

C'è un secondo versante della questione ed è quello della capacità di usare le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC), come strumenti. L'uso delle TIC è potenzialmente pervasivo, nel senso che può inserirsi in un grande numero di attività e funzioni, anche in ambito scolastico, come ad esempio:

- produrre e interpretare comunicazioni (scritte, iconiche, multicode)
- calcolare
- organizzare informazioni
- cercare informazioni
- interagire e collaborare a distanza
- progettare/disegnare
- progettare elaborazioni di informazioni
- progettare piani di azione
- raccolgere e interpretare dati sperimentali

L'ipotesi di una disciplina specifica, nella quale vengano raccolti gran parte degli aspetti concettuali e alcune delle principali applicazioni viene accettata, ma a partire dalla secondaria superiore, in

alcuni sistemi scolastici. Una soluzione del genere è stata sperimentata anche nei bienni di alcune scuole secondarie superiori.

Più frequentemente il tema informazione-comunicazione viene, per così dire, distribuito nelle varie aree disciplinari. Quali potrebbero essere e quali effettivamente sono le soluzioni curriculari nella scuola dell'obbligo?

Nell'*area linguistica* i processi di comunicazione e i linguaggi vengono spesso introdotti, a volte anche in modo sistematico, ma ovviamente senza riferimento ai linguaggi artificiali. Assai più raramente si usano in modo sistematico le tecnologie nella pratica della comunicazione linguistica o anche semplicemente della scrittura.

L'*area artistico-espressiva* si presterebbe anch'essa all'introduzione di alcuni concetti generali sulla comunicazione, cosa che avviene però di rado, e certamente potrebbe dare grande rilevanza all'uso delle tecnologie. In effetti vi sono alcune ottime sperimentazioni che dimostrano quale stimolo alla creatività degli studenti esse possono offrire.

Quello della *matematica* è ancora un appuntamento mancato. Non che manchino elementi di informatica nei programmi a tutti i livelli. Ve ne sono e spesso si spingono fino all'introduzione di un linguaggio di programmazione. Ma la visione che si dà è piuttosto limitata. Difficilmente si risale alle radici concettuali che nascono da quell'altro pezzo di cultura molto debole nella tradizione italiana: la logica. Anche quello che c'è, comunque, anche a causa della preparazione dei docenti, ha sempre una collocazione marginale. Per quanto riguarda l'utilizzazione delle tecnologie, che dovrebbe trovare in questa disciplina un contesto privilegiato, c'è sempre una forte tendenza preoccupata o contraria che impedisce di compiere quella rivoluzione metodologica che le tecnologie potrebbero innescare.

Nell'ambito dell'insegnamento della *tecnologia*, che ha un carattere generale, c'è sempre stato uno spazio per le TIC. I programmi vigenti fino a questo momento sono troppo vecchi e limitati, in relazione a questo tema, per fornire un contesto consolidato. I nuovi danno uno spazio più vasto alle TIC, ma con un disegno che appare disorganico e senza un quadro concettuale chiaro. Con discipline così poco stabili la pratica scolastica è sempre poco correlata ai programmi ed è difficile conoscerla poiché mancano indagini approfondite e di vasto respiro come quelle esistenti per le scienze.

Veniamo al nostro campo di indagine: le *Scienze sperimentali*. Nei programmi, sia quelli sin ora in vigore, sia i nuovi non c'è cenno al tema informazione-comunicazione. In sostanza prosegue un'immagine della scienza nella quale i concetti in questione non hanno cittadinanza. Si tratta di un fatto dato per scontato, ma non certamente logico. E' infatti discutibile che la formazione scientifica rinunci a priori a occuparsi di un ambito, come si è detto all'inizio, culturalmente cruciale. Ed è anche strano, se si pensa che sia la teoria della comunicazione sia quella della macchine da calcolo sono nate da una costola della Fisica.

Informazione-comunicazione nei testi di scienze

Nonostante l'assenza istituzionale il tema spunta ogni tanto, anche se con modalità in genere disorganiche e molto parziali. Ci sono poi alcuni casi in cui l'introduzione di qualche concetto sarebbe abbastanza naturale, ma di solito questo non viene fatto o è fatto in modo marginale e abbastanza casuale. Vediamo i casi principali.

L'analisi di tutta la ricerca è limitata ai testi di scienze sperimentali. Nel caso della scuola primaria, però, vale la pena esaminare anche la sezione di matematica dei sussidiari, perché in essa compare di solito una parte importante dei contenuti.

Algoritmi e quasi algoritmi

Un tema costantemente presente nei testi della scuola primaria, quasi sempre nella sezione di matematica, è quello che si riferisce agli algoritmi. Per la verità il termine "algoritmo" non compare quasi mai, mentre si usa sempre la dizione *diagramma di flusso* (ddf). Nella maggior parte dei casi questo va d'accordo con il fatto che in effetti i ddf non vengono usati per rappresentare algoritmi, ma generici procedimenti presi dal senso comune. I sussidiari sono tutto un fiorire di ddf che rappresentano il procedimento per fare passeggiate, telefonare a un amico, spedire una cartolina, studiare la lezione, farsi lo shampoo, prendere una bibita al distributore (e qui siamo già più vicini all'idea di algoritmo, se non altro perché implica l'interazione con un automa), fino, naturalmente, alla realizzazione di una grande quantità di ricette, come fare una cioccolata in tazza e fare la pasta. Non c'è niente di male nell'usare ddf per rappresentare azioni quotidiane sia per familiarizzare i ragazzi con questo linguaggio, sia per introdurre il concetto di procedimento soggetto a regole. Questa linea, però, dovrebbe avere due seguiti, non difficili neanche nella scuola primaria, come mostrano molte sperimentazioni e anche qualche sussidiario. Il primo dovrebbe essere il concetto di algoritmo vero e proprio, visto come procedimento risolutivo di problemi. Il secondo dovrebbe essere la distinzione fra la rappresentazione di un procedimento generico e quella di un procedimento soggetto a regole precise, usando per questi il nome di algoritmi. Il fatto è che, nella maggior parte dei casi, ci si ferma ai "quasi algoritmi" prima elencati, e allora non si capisce bene lo scopo dell'operazione nel contesto di un libro di scienze o di matematica.

Tuttavia vi sono alcune proposte che vale la pena di menzionare, perché testimoniano, anche se a volte con qualche misconcezione, la possibilità di approcci più significativi. La prima è quello della contestualizzazione dei ddf nel calcolo aritmetico (E6, E11, E12) che, almeno, scalfisce l'idea che il ddf servano solo a formalizzare il senso comune. In un caso (E6) si approfitta di questo per proporre, senza nominarlo, una possibile definizione del concetto di algoritmo: "con il ddf si può rappresentare la procedura risolutiva di *qualsiasi* problema matematico". Il corsivo, nostro, mette in evidenza una ovvia misconcezione: i ddf possono rappresentare procedimenti risolutivi di problemi solo quando questi sono ridotti a un calcolo. Altrimenti non ci sarebbe spazio, nella matematica, per i procedimenti euristici, che sono la maggioranza. La seconda è quella che associa i ddf alle calcolatrici, mostrando come essi possono rappresentare le azioni di calcolo. In un caso si mostra anche che invece del ddf si possono usare liste di istruzioni (E12). Si tratta di un approccio interessante perché introduce di fatto la distinzione fra controllo del processo di calcolo (in questo caso affidato al ddf o alla lista di istruzioni) ed esecuzione di operazioni da parte della coppia uomo-macchina. In effetti basterebbe poco, a questo punto, introdurre il concetto di "programma" e di "esecutore", ma non viene fatto.

Vale la pena segnalare un caso in cui viene seguita una strada del tutto diversa (E15) e originale. Un soggetto (la lumaca Luki) deve spiegare alla sorella (Miki) come può fare per raggiungere un obiettivo (l'insalata) muovendosi in uno spazio a quadretti, e lo fa mediante una lista di istruzioni in codice. L'idea è stata sfruttata molte volte in esperienze di introduzione all'informatica, anche in forma computerizzata (ad esempio Karel il robot). Essa ha il vantaggio di ancorare i concetti di algoritmo e di programma a un contesto non numerico, quindi generalizzandolo, conservando però le caratteristiche di procedimento deterministico. Il testo approfitta per introdurre, ma in modo solo implicito e, per la verità, frettoloso e non molto preciso, i termini algoritmo e codice, ma non quello di programma e linguaggio.

PROCESSI ED ALGORITMI

I percorsi

Luki si avvia per raggiungere l'insalata e, per indicare la strada a sua sorella Miki, che è sempre in ritardo, le manda un messaggio in codice. Ma Miki, lenta come una lumaca, è in difficoltà. Dopo aver osservato attentamente il percorso tracciato in rosso aiutala a decifrare il codice.

Miki sbrigati!
Come sei lenta!

Messaggio in codice

→	→	→	→	↑	↑	↑
↑	←	←	↑	↑	↑	↑
↑	→	→	→	→	→	→
↑	↑	↑	↑	→	→	→

A

Non capisco.
Che cosa significano
queste frecce?

- Spostati di un quadretto a destra
- ← Spostati
- ↑
- ↓

Luki sarebbe stata
più chiara se avesse
scritto: 4→
4↑ 2← 5↑ 6→
4↑ 3→

PER SAPERE

Disegna, a partire dal punto indicato, i percorsi descritti dai codici A e B e stabilisci quale dei due è il più breve.

A → → ↑ → → ↑ → → ↑ → → ↑

B 3→ 3↑ 2← 3↑ 3→ 2↓ 4→

Ne sapresti tracciare uno più breve di entrambi?
Inventalo e scrivi il codice corrispondente.

C

▶ 66 ◀

Computer e internet

Curiosamente, a parte l'esempio illustrato più oltre nell'ultimo paragrafo, nei libri della secondaria non compare praticamente mai alcun cenno né agli aspetti concettuali, né a quelli tecnologici. Una spiegazione è, forse, che questo tema è lasciato ai testi di Educazione Tecnica. Essi non sono oggetto di analisi in questa sede, ma è noto che di solito hanno un taglio prevalentemente pratico, senza pretesa di risalire ai fondamenti concettuali.

Nei testi della scuola primaria, a parte quello che si è visto sugli algoritmi nell'ambito della matematica, non compaiono aspetti concettuali di rilievo. Invece in un certo numero di essi si introducono alcuni aspetti tecnologici dell'informatica. Questo avviene essenzialmente in due modi. Il più frequente è una introduzione descrittiva di qualche aspetto dell'informatica. Non è facile trovare un tratto comune ai vari approcci, a testimonianza del fatto che ci troviamo di fronte a un'area disciplinare senza tradizione scolastica e tutt'altro che consolidata. L'approccio è per lo più descrittivo-narrativo, senza la pretesa di approfondire. Considerando le esigenze operative di allievi della scuola primaria ci si domanda quale persistenza possano avere questi tentativi. Il secondo modo è invece quello di fornire una guida pratica all'uso del computer, con riferimento a Windows e i suoi ambienti applicativi. In un caso (E6) si arriva fino a un vero e proprio modulo, di 18 pagine, diviso in tre anni, che, come una mini-guida alla patente informatica, fornisce le istruzioni di base per diversi ambienti applicativi (word, excel, internet).

Comunicazione, informazione e codici in biologia

Curiosamente tocca alla biologia offrire alcune aperture ai concetti di informazione e comunicazione. Questo avviene in due contesti.

Il primo, ovvio, contesto è quello della biologia molecolare, dove viene introdotto il *codice genetico*. È l'occasione in cui si affacciano termini come informazione, codice, linguaggio. Ciò avviene quasi esclusivamente nei testi della scuola secondaria, con l'eccezione di E12. Naturalmente il fatto di trovarsi per la prima volta di fronte a questi concetti mette gli autori di fronte a due possibilità. La prima è quella di introdurre i concetti in modo implicito, mentre spiegano cosa è il codice genetico. Ad esempio (M9) "Nel DNA le *informazioni sono scritte sotto forma di sequenze di basi azotate* e il *linguaggio* utilizzato viene detto *codice genetico*" la marcatura dei termini, come in originale, indica che si approfitta della spiegazione per introdurli. Si crea così un curioso cortocircuito: quei termini che dovrebbero aiutare a capire la spiegazione biologica, vengono in realtà spiegati da questa! In pochi casi, invece si apre un piccolo spazio in cui si introducono i concetti di base necessari. Ad esempio in M2 "L'insieme di regole che consentono di tradurre un sistema di segni, come le lettere che formano un alfabeto, in un altro sistema, prende il nome di codice". Certamente più corretto, ma inevitabilmente ermetico, considerata la mancanza di almeno un esempio.

Il secondo contesto è quello della comunicazione animale e viene utilizzato soprattutto nei testi della secondaria, ma anche in un paio di testi per la primaria. Anche qui si presenta lo stesso dilemma della definizione implicita o esplicita dei concetti correlati all'informazione-comunicazione. Un esempio della prima strada è "gli animali comunicano, cioè *trasmettono informazioni*, servendosi di un *linguaggio innato*, ma che in certi casi è appreso durante l'imprinting" (E1). La seconda strada è poco praticata e quando lo è ciò avviene in modo abbastanza approssimativo, come, ad esempio, in M1 "il linguaggio è un insieme di segni e di segnali ciascuno dei quali ha un significato particolare". Il tema della comunicazione animale viene sviluppato in alcuni modi tipici. Quasi sempre si affronta una classificazione dei linguaggi, per lo più dal punto di vista della natura fisica (linguaggi chimici, visivi, acustici, ottici ecc). Si propone anche una classificazione dei messaggi dal punto di vista della funzione: paura, minaccia, sottomissione ecc. A volte si distingue fra linguaggio verbale e non verbale. Altre si riferisce il linguaggio alla contrapposizione uomo/animale o alla contrapposizione innato/appreso. Fra gli esempi, che sono numerosi (cani, formiche ecc.), spicca il linguaggio delle api. Purtroppo le

spiegazioni sono quasi sempre macchinose e poco comprensibili, anche nel caso dei testi migliori, come nell'esempio illustrato nella figura.

QUANDO GLI INSETTI COMUNICANO

Il linguaggio delle api

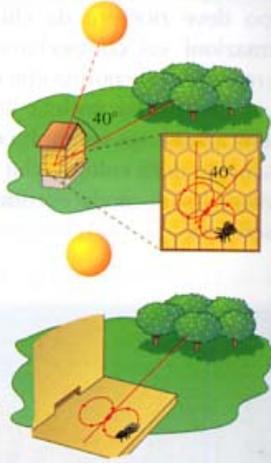
È stato dimostrato che le api hanno un complesso sistema di comunicazione. Si scambiano informazioni sui luoghi dove hanno raccolto il nettare dei fiori mediante una **danza** che eseguono all'ingresso dell'alveare. I movimenti di questa danza costituiscono una specie di linguaggio figurato simile a un **codice**. In base alla distanza a cui si trova la fonte di cibo, l'ape che deve informare le compagne esegue una "**danza circolare**" oppure una "**danza a otto**": la direzione viene indicata muovendosi lungo un tratto rettilineo che forma con la verticale un angolo uguale a quello compreso tra il nettare, il Sole e l'alveare. A noi sembra un sistema complicato (soprattutto da spiegare a parole), ma le api capiscono immediatamente dove devono andare.

Le decisioni fondamentali per le attività dell'alveare, come quella di allevare nuove regine, o di uccidere quelle superflue, o di iniziare il volo nuziale, vengono prese dalla regina

Le grandi antenne di questo maschio di farfalla notturna facilitano la percezione dei feromoni emessi dalla femmina.



Dopo che l'ape ha trovato la fonte di cibo, essa ritorna all'alveare ed esegue una specie di danza: se l'ape la esegue all'interno dell'alveare, si dispone in modo da formare un angolo con la verticale identico all'angolo che la direzione verso la fonte di cibo forma con il sole (in questo caso l'angolo è di 40°). Se l'ape la esegue all'esterno su una superficie orizzontale, si dispone già orientandosi verso la fonte di cibo.



stessa e comunicate mediante **feromoni**, cioè speciali sostanze chimiche che spingono ogni individuo a eseguire comportamenti specifici.

I feromoni sono molto usati nella **comunicazione animale** tra individui di una stessa specie: sono ben conosciuti, per esempio, i feromoni prodotti dalle formiche per tracciare i percorsi da e verso il formicaio.

208

In conclusione la comunicazione animale offre numerose occasioni per affrontare i concetti della comunicazione in generale, ma, a causa dei limiti del contesto, l'occasione viene colta solo in piccola parte.

La comunicazione in fisica

Colpisce, nella didattica della fisica, l'assenza quasi totale del tema comunicazione-informazione. La cosa è tanto più singolare se si considera che la teoria dell'informazione ha in buona parte origine nel mondo della fisica. Questo fatto si verifica a tutti i livelli scolastici e la scuola primaria e secondaria di primo grado non fanno eccezione. Sarebbe possibile introdurre alcuni concetti sulla comunicazione anche partendo da due temi sempre presenti, onde e vibrazioni e elettromagnetismo, ma questo normalmente non avviene. Addirittura, per quanto riguarda l'elettromagnetismo, spesso lo si vede solo nel contesto delle calamite e delle macchine. In alcuni casi, invece, si salta direttamente agli aspetti tecnologici delle comunicazioni elettriche (radio, Tv, telegrafo, telefono, fax, ecc), ma prevalentemente in modo descrittivo e senza collegamento agli aspetti concettuali. Da questi testi, ad esempio, un ragazzo non riuscirà mai a capire di cosa parlano le società telefoniche quando promettono la "larga banda".

Un caso particolare: un fuori programma

In un testo per la secondaria (M10) il tema informazione-comunicazione viene affrontato organicamente con una unità di 14 pagine, “Il mondo dell’informazione”, che propone una serie di sezioni abbastanza vicina all’elenco proposto all’inizio, affrontando i concetti di messaggio/codice, bit, analogico/digitale, dispositivi elettronici per le informazioni, le onde elettromagnetiche come mezzo di comunicazione a distanza, il calcolatore come macchina programmabile, struttura dei calcolatori, Internet. L’approccio è prevalentemente descrittivo, ma si tenta di arrivare ai nodi concettuali anche con schede operative, come quella dedicata alla misura dell’informazione in bit. Molto pertinenti sono anche i richiami storici a Shannon, Maxwell, Marconi, von Neumann, Berners e il cenno alla “rivoluzione informatica”



SCHEDA OPERATIVA 3

L’informazione di un testo scritto e di un’immagine digitale

a) Calcoliamo quanti bit occorrono per rappresentare una pagina di testo. Dato che le lettere dell’alfabeto italiano sono 21, per rappresentare una lettera potrebbero bastare 5 bit (che ci offrono la scelta fra 32 alternative, dato che $2^5 = 32$). In un testo, in realtà, si devono distinguere le maiuscole dalle minuscole e anche rappresentare i numeri, le lettere con l’accento, gli spazi vuoti, i segni d’interpunzione, ... Per questo, in pratica, si usano 8 bit, cioè 1 byte, per rappresentare ciascun diverso *carattere alfanumerico*. Una pagina di testo, comprendente per esempio 24 righe, ciascuna di 120 caratteri, contiene perciò: $24 \times \dots = \dots$ caratteri. Pertanto essa viene rappresentata con \dots byte = $\dots \times 8 = 23\,040$ bit.

b) Calcoliamo quanti bit occorrono per rappresentare un’immagine. Le immagini vengono suddivise, orizzontalmente e verticalmente, in un mosaico di quadratini, ciascuno dei quali si considera come un puntolino e si chiama *pixel* (dall’inglese *picture element* = “elemento di immagine”). Nelle immagini in bianco e nero, ciascun puntolino può essere rappresentato con 1 bit (quanto basta per distinguere fra bianco e nero) oppure con 1 byte, se vogliamo rappresentarne le sfumature di grigio. Nel caso delle immagini a colori, dato che i colori primari [► pag. 230] sono tre, occorrono 3 byte per

ciascun pixel. Per quanto detto, un’immagine a colori costituita da $400 \times 600 = 240\,000$ pixel viene rappresentata con $\dots \times 3$ byte = \dots byte = $\dots \times \dots = 5\,760\,000$ bit.



▲ Fig. 77

La qualità di un’immagine peggiora quando si diminuisce il numero di quadratini elementari (pixel) con cui essa viene rappresentata. Anche usando un numero di pixel relativamente basso, tuttavia, il nostro cervello è in grado di riconoscere il contenuto di un’immagine, soprattutto quando la osserviamo da una certa distanza. La fotografia qui riprodotta è un particolare della figura 31 di pagina 207.

Su alcuni punti, quando il testo cerca di affrontare i nodi concettuali, i passaggi sembrano essere troppo rapidi e un po’ difficili, come è inevitabile per un tema “fuori programma” Rimane comunque un valido indizio del fatto che, se i programmi ufficiali aprissero uno spiraglio, il tema informazione e comunicazione sarebbe sviluppabile senza grandi forzature.

Conclusione

Forse, più di quello che c'è nei libri, è significativo quello che non c'è. Non c'è, anzitutto, e l'abbiamo già detto, salvo qualche sporadico tentativo, un approccio non diciamo organico, ma appena ordinato e rigoroso ai concetti. Ma non c'è neanche, e forse questo è più grave, un approccio operativo con ambizioni formative. Di fatto ci si riduce alla "cultura della patente informatica", cioè all'addestramento all'uso degli strumenti più comuni. Questa è una scelta che può essere utile, ma è di corto respiro. Probabilmente, nel medio periodo, i ragazzi arriveranno a scuola di fatto già abili e "patentati". Il compito della scuola è di altro tipo. Anzitutto occorre rivelare e far diventare obiettivo formativo gli stili cognitivi che stanno dietro all'uso degli strumenti, anche i più comuni. Ad esempio: come si organizza un insieme di informazioni, come si crea una comunicazione efficace multicode, come si pianifica un calcolo. Occorre poi rendersi conto che una vera padronanza delle tecnologie richiede anche l'uso di strumenti meno scontati e più adatti a una introspezione delle loro logiche. A questo proposito è un vero peccato che nessuno pensi a recuperare quella che è forse la più importante proposta pedagogica fin ora avanzata: il linguaggio LOGO e le sue applicazioni. Tecnicamente non è tanto difficile fornire un dischetto con il compilatore del linguaggio e introdurre nel testo alcune unità per la sua utilizzazione.

Ripetiamo che questo panorama insoddisfacente ha una forte giustificazione nei programmi ufficiali. Già i programmi della riforma Berlinguer-De Mauro prevedevano una forte apertura in questo senso. Le nuove indicazioni nazionali della riforma Moratti propongono l'introduzione dell'informatica e quindi avremo una nuova generazione di libri di testo aperti in questo senso. Ma la scarsa cultura circolante e la scarsa organizzazione logica di quelle indicazioni non fanno sperare bene sull'esito.

APPENDICE

A – Traduzione dell'indice tematico proposto dal progetto National Science Educational Standards

Scienze chimiche/fisiche

1) Proprietà dei corpi e proprietà dei materiali

- I corpi (gli oggetti) possono avere proprietà osservabili quali le dimensioni, il peso, la forma, il colore, la temperatura e la capacità di reagire rispetto ad altre sostanze. Queste proprietà possono essere misurate usando strumenti quali metri, bilance e termometri.
- I corpi sono fatti di uno o più materiali quali carta, legno, metallo. I corpi possono essere descritti in base alle proprietà dei materiali di cui sono fatti e queste proprietà possono essere usate per separare o dividere gruppi di corpi o di materiali.
- I materiali possono esistere in stati diversi: solido, liquido e gassoso. Alcuni fra i materiali più comuni come l'acqua possono mutare da uno stato all'altro per raffreddamento o per riscaldamento.

2) Posizione e moto dei corpi

- La posizione di un oggetto può essere descritta localizzandolo rispetto a un altro corpo o allo sfondo.
- Il moto di un corpo può essere descritto seguendo e misurando la sua posizione nel tempo.
- Posizione e moto dei corpi può essere variata tirando o spingendo. L'entità della variazione è correlata all'intensità della spinta o della trazione.
- Il suono è prodotto da corpi che vibrano. L'altezza di un suono può essere variata cambiando la frequenza della vibrazione.

3) Luce, calore, elettricità e magnetismo

- La luce viaggia in linea retta fino a che non incontra un corpo. La luce può venir riflessa da uno specchio, rifratta da una lente o assorbita dai corpi.
- Il calore può essere prodotto in molti modi: riscaldando, strofinando, mescolando una sostanza con un'altra. Il calore si muove da un corpo ad un altro per conduzione.
- L'elettricità nei circuiti può produrre luce, calore, suono ed effetti magnetici. I circuiti elettrici richiedono un giro (circolo) completo attraverso cui passa la corrente.
- I magneti si attraggono reciprocamente e attraggono alcuni tipi di materiali.

4) Proprietà e variazione delle proprietà della materia

- Una sostanza ha proprietà caratteristiche come densità, punto di ebollizione e solubilità che sono tutte indipendenti dalle dimensioni del campione. Un miscuglio di sostanze spesso può venir separato nelle sostanze componenti usando una o più delle proprietà caratteristiche.
- Le sostanze reagiscono chimicamente con altre sostanze secondo modalità particolari per formare altre sostanze (composti) con proprietà caratteristiche diverse. Nelle reazioni

chimiche la massa totale è conservata. Le sostanze vengono spesso classificate secondo categorie o gruppi se reagiscono in modo simile; i metalli sono un esempio di tali tipi di gruppi.

- Gli elementi chimici non vengono scomposti durante le normali reazioni di laboratorio che implicano riscaldamento, esposizione alla corrente elettrica o reazioni con acidi. Ci sono più di 100 elementi conosciuti che si combinano in molti modi per produrre composti, che rendono conto delle sostanze organiche e inorganiche che incontriamo in natura.

5) Moti e forze

- Il moto di un corpo può essere descritto dalla sua posizione, direzione del movimento e velocità. Il moto può venir misurato e rappresentato attraverso un grafico.
- Un corpo non soggetto a una forza continuerà a muoversi a velocità costante e in linea retta.
- Se su un oggetto agiscono più forze lungo una linea retta, allora queste forze si rafforzeranno o cancelleranno reciprocamente a seconda della loro direzione e intensità. Forze non bilanciate causano variazioni nella velocità o nella direzione del moto di un corpo.

6) Trasferimento di energia

- L'energia è una proprietà di molte sostanze ed è associata a calore, luce, elettricità, movimento meccanico, suono, nuclei e la natura chimica. L'energia è trasferita in molti modi.
- Il calore si muove in modo prevedibile fluendo da corpi più caldi a corpi più freddi fino a quando entrambi raggiungono la stessa temperatura.
- La luce interagisce con la materia per trasmissione (inclusa la rifrazione), assorbimento o diffusione (inclusa la riflessione). Per poter vedere un oggetto la luce proveniente dall'oggetto - emessa o diffusa da esso - deve colpire l'occhio.
- I circuiti elettrici costituiscono un modo di trasferimento dell'energia elettrica in cui vengono prodotti calore, luce, suono e variazioni chimiche.
- Nella maggior parte delle reazioni chimiche e nucleari l'energia è trasferita entrando o uscendo da un sistema. Calore, luce, movimento meccanico o elettricità possono essere coinvolti in questi trasferimenti.
- Il sole è la maggiore sorgente di energia sulla terra. Il sole perde energia emettendo luce. Una piccola parte di questa luce raggiunge la terra trasferendo l'energia dal sole alla terra. L'energia del sole arriva come luce con un intervallo di lunghezze d'onda che va dalla luce visibile, all'infrarosso e alla radiazione ultravioletta.

Scienze della vita

1) Caratteristiche degli organismi

- Gli organismi hanno bisogni fondamentali. Per esempio gli animali hanno bisogno di aria, acqua, cibo: le piante richiedono aria, acqua, sostanze nutritive e luce. Gli organismi possono sopravvivere solo in ambienti in cui i loro bisogni possono venir soddisfatti. Il mondo ha tanti ambienti diversi e ambienti diversi consentono la vita di diversi tipi di organismi.
- Ogni pianta e ogni animale ha diverse strutture che servono diverse funzioni nella crescita, la sopravvivenza e la riproduzione. Per esempio gli esseri umani hanno strutture diverse del corpo per camminare, sostenersi, guardare e parlare.
- Il comportamento di ciascun organismo è influenzato da fattori interni (quali la fame) e fattori esterni (come una variazione dell'ambiente). Gli esseri umani e gli altri organismi hanno dei sensi per investigare i fattori interni ed esterni.

2) Cicli vitali degli organismi

- Piante e animali hanno cicli di vita che includono nascita, sviluppo, riproduzione e morte. I dettagli di questi cicli di vita sono diversi per i diversi organismi.
- Piante e animali assomigliano ai propri genitori.
- Molte delle caratteristiche di un organismo sono ereditate dai genitori dell'organismo, ma altre caratteristiche derivano dalle interazioni individuali con l'ambiente. Tra le caratteristiche ereditarie ci sono il colore dei fiori e il numero di arti degli animali. Altri aspetti, come l'abilità di andare in bicicletta, sono apprese nell'interazione con l'ambiente e non possono venir trasferite alla generazione successiva.

3) Organismi e ambiente

- Tutti gli animali dipendono dalle piante. Alcuni animali si cibano di piante. Altri animali mangiano animali che mangiano piante.
- I modelli di comportamento di un organismo sono correlati alla natura dell'ambiente del dato organismo, inclusi i tipi e il numero di altri organismi presenti, la disponibilità di cibo e risorse e le caratteristiche fisiche degli ambienti. Se l'ambiente cambia, alcune piante e animali sopravvivono e si riproducono, altri muoiono o emigrano verso altri luoghi.
- Tutti gli organismi causano variazioni nell'ambiente in cui vivono. Alcuni di questi cambiamenti sono nocivi all'organismo o ad altri organismi, mentre altri sono benefici.
- Gli esseri umani dipendono dal loro ambiente costruito e naturale. Gli esseri umani cambiano gli ambienti in modi che possono essere o benefici o nocivi per se stessi e per gli altri organismi.

4) Struttura e funzione negli organismi viventi

- I sistemi viventi a tutti i livelli di organizzazione dimostrano la natura complementare di struttura e funzione. Importanti livelli di organizzazione per struttura e funzione includono cellule, organi, tessuti, sistemi di organi, l'intero organismo ed ecosistemi.
- Tutti gli organismi sono composti di cellule- che è l'unità fondamentale della vita. La maggior parte degli organismi sono monocellulari, altri, inclusi gli umani, sono multicellulari.

- Le cellule svolgono molte delle funzioni necessari a sostenere la vita. Esse crescono e si dividono, producendo altre cellule. Ciò richiede che assumano sostanze nutritive che usano per procurarsi l'energia per il lavoro fatto dalle cellule e per produrre i materiali di cui una cellula o un organismo hanno bisogno.
- Cellule specializzate svolgono funzioni specializzate negli organismi multicellulari. Gruppi di cellule specializzate cooperano per formare un tessuto, come ad esempio un muscolo. Tessuti diversi a loro volta sono riuniti insieme per formare unità funzionali più grandi, dette organi. Ogni tipo di cellula, tessuto, organo ha una particolare struttura e un insieme di funzioni che servono all'organismo nel suo complesso.
- L'organismo umano ha sistemi per la digestione, la respirazione, la riproduzione, la circolazione, l'evacuazione, il movimento, il controllo e la coordinazione e per la protezione da malattie. Questi sistemi interagiscono reciprocamente.
- Le malattie sono un arresto nella struttura o nella funzione di un organismo. Alcune malattie sono il risultato di difetti intrinseci. Altre sono il risultato di danni causati da infezioni da altri organismi.

5) Riproduzione ed eredità

- La riproduzione è una caratteristica di tutti i sistemi viventi; poiché nessun organismo vive per sempre la riproduzione è essenziale alla continuazione di tutte le specie. Alcuni organismi si riproducono in modo asessuato. Altri organismi si riproducono sessualmente.
- In molte specie, inclusi gli uomini, le femmine producono uova e i maschi producono sperma. Anche le piante si riproducono sessualmente – uova e sperma sono prodotti nei fiori delle piante che fioriscono. Un uovo e lo sperma si uniscono per dare origine allo sviluppo di un nuovo individuo. Tale nuovo individuo riceve informazione genetica dalla madre (attraverso l'uovo) e dal padre (attraverso lo sperma). Individui riprodotti sessualmente non sono mai identici ai genitori.
- Ogni organismo richiede un insieme di istruzioni per specificare i propri tratti caratteristici. L'eredità è il passaggio di queste istruzioni da una generazione all'altra.
- L'informazione ereditaria è contenuta nei geni, posti nei cromosomi di ogni cellula. Ciascun gene porta una singola unità d'informazione. Un carattere ereditato di un individuo può essere determinato da uno o più geni e un singolo gene può influenzare più caratteri. Una cellula umana contiene molte migliaia di geni diversi.
- Le caratteristiche di un organismo possono essere descritte in termini di una combinazione di caratteri. Alcuni caratteri sono ereditati e altri sono il risultato di interazioni con l'ambiente.

6) Regolazione e comportamento

- Tutti gli organismi devono essere in grado di ottenere e usare risorse, crescere, riprodursi e mantenere condizioni interne stabili vivendo in un ambiente esterno in cambiamento continuo.
- La regolazione dell'ambiente interno di un organismo comporta la capacità di conoscere l'ambiente interno e di variare le attività fisiologiche per mantenere le condizioni all'interno dell'intervallo necessario per la sopravvivenza.
- Il comportamento è un tipo di risposta che un organismo può fornire a uno stimolo interno o dell'ambiente. Una risposta comportamentale richiede coordinazione e comunicazione a molti livelli, comprese le cellule, i sistemi di organi e l'intero organismo. Una risposta comportamentale è un insieme di azioni determinate in parte per eredità e in parte dall'esperienza.

- Il comportamento di un organismo evolve per adattamento al suo ambiente. Il modo in cui una specie si muove, si procura il cibo, si riproduce e risponde al pericolo sono basati sulla storia dell'evoluzione della data specie.

7) Popolazioni ed ecosistemi

- Una popolazione è costituita da tutti gli individui di una specie che si trovano insieme in un dato luogo e tempo. Tutte le popolazioni che vivono insieme e i fattori fisici con cui interagiscono costituiscono un ecosistema.
- Popolazioni e organismi possono venir classificati secondo la loro funzione all'interno di un ecosistema. Le piante e alcuni micro-organismi sono produttori – essi producono il proprio cibo. Tutti gli animali, inclusi gli esseri umani, sono consumatori, che si procacciano il cibo mangiando altri organismi. I decompositori, innanzitutto batteri e funghi, sono consumatori che si cibano di materiali di rifiuto e organismi morti. Le catene alimentari identificano le relazioni fra produttori, consumatori e decompositori in un ecosistema.
- La luce del sole è la maggiore fonte di energia per gli ecosistemi. L'energia che entra in un ecosistema come luce solare è trasferita dai produttori in energia chimica attraverso la fotosintesi. Questa energia poi passa da organismo a organismo nelle catene alimentari.
- Il numero di organismi che un ecosistema può reggere dipende dalle risorse disponibili e da fattori abiotici come la quantità di luce e di acqua, l'intervallo di temperatura e la composizione del suolo. Date adeguate risorse biotiche e abiotiche, nessuna malattia e predatori, le popolazioni (inclusa quella umana) crescono a ritmo veloce. La carenza di risorse e altri fattori, quali predatori e clima, limita la crescita delle popolazioni in nicchie specifiche all'interno degli ecosistemi.

8) Diversità e adattamento degli organismi

- Milioni di specie di animali, di piante e di microrganismi sono oggi in vita. Per quanto specie differenti possano sembrare diverse, l'unitarietà fra gli organismi appare chiara da un'analisi delle strutture interne, la similarità dei loro processi chimici e l'evidenza di antenati comuni.
- L'evoluzione biologica rende conto della diversità delle specie sviluppatesi attraverso processi graduali per molte generazioni. Le specie acquisiscono molte delle loro caratteristiche univoche attraverso l'adattamento biologico, che implica la selezione delle varietà naturalmente presenti all'interno delle popolazioni. Gli adattamenti biologici includono variazioni nelle strutture, nei comportamenti o nella fisiologia che consentono la sopravvivenza e il successo riproduttivo all'interno di un particolare ambiente.
- L'estinzione di una specie avviene allorché l'ambiente varia e le caratteristiche adattive di una specie sono insufficienti per permettere la sua sopravvivenza. I fossili indicano che molti organismi che sono vissuti tanto tempo fa sono oggi estinti. L'estinzione di una specie è cosa comune; la maggior parte delle specie che sono vissute sulla terra non esistono più.

Scienze della terra e dello spazio

1. Proprietà dei materiali terrestri

- I materiali terrestri sono le rocce solide e il suolo, l'acqua e i gas dell'atmosfera. I vari materiali hanno proprietà fisiche e chimiche diverse che li rendono utili in tanti modi diversi, per esempio come materiali di costruzione, fonte combustibile o per far crescere le piante che mangiamo. I materiali della terra procurano molte delle risorse usate dall'uomo.
- I suoli hanno proprietà quali colore, tessitura, capacità di drenare l'acqua, reggere la crescita di molti tipi di piante comprese quelle utili al nostro rifornimento alimentare.
- I fossili sono la prova dell'esistenza di piante e animali che vivevano tanto tempo fa e della natura dell'ambiente in quei tempi.

2. Corpi celesti

- Il sole, la luna, le stelle, le nuvole, gli uccelli e gli aeroplani hanno tutti proprietà, posizione e moti che possono essere osservati e descritti.
- Il sole produce la luce e il calore necessari a mantenere la temperatura della terra.

3. Variazioni sulla Terra e nel cielo

- La superficie della terra cambia. Alcuni cambiamenti sono dovuti a processi lenti, come le erosioni e i cambiamenti dovuti alle variazioni climatiche, altri cambiamenti sono causati da processi rapidi come slavine, terremoti, eruzioni vulcaniche.
- Il tempo cambia di giorno in giorno e nel corso delle stagioni. Esso può essere descritto da quantità misurabili come temperatura, direzione e velocità del vento e precipitazioni.
- I corpi celesti hanno moti regolari. Ad esempio il sole si vede muovere attraverso il cielo nello stesso modo tutti i giorni anche se il suo percorso varia lentamente lungo le stagioni. La luna si muove nel cielo quotidianamente più o meno come il sole. La forma osservabile della luna varia di giorno in giorno secondo un ciclo che dura circa un mese.

4. Struttura del sistema terrestre

- La terra è formata di strati: la litosfera, il mantello convettivo caldo e un nucleo metallico denso.
- Le placche della litosfera sulla scala dei continenti e oceani si muovono costantemente a velocità di alcuni centimetri per anno in risposta ai movimenti del mantello. I più grandi eventi geologici come i terremoti, le eruzioni vulcaniche o la formazione delle montagne sono il risultato di dei moti di queste placche.
- Le forme della superficie terrestre derivano dalla combinazione di forze costruttive e distruttive. Le forze costruttive includono le deformazioni della crosta terrestre, le eruzioni vulcaniche e il depositarsi dei sedimenti, mentre le forze distruttive includono fenomeni atmosferici ed erosioni.
- Alcune variazioni della terra possono essere descritte come "ciclo delle rocce". Antiche rocce sulla superficie della terra variano formando sedimenti che vengono ricoperti, compattati, riscaldati e spesso ricristallizzati in nuove rocce. Queste nuove rocce possono poi venir portate alla superficie dalle forze che spingono i moti delle placche e il ciclo delle rocce continua.
- Il suolo consiste di rocce trasformate e di materiale organico decomposto derivante da piante morte, animali e batteri. I suoli sono spesso formati da strati, ciascuno con diversa composizione chimica e tessitura.

- L'acqua che copre la maggior parte della superficie terrestre circola attraverso la crosta, gli oceani e l'atmosfera in quello che è noto come "ciclo dell'acqua". L'acqua evapora dalla superficie terrestre, sale e si raffredda muovendosi verso l'alto, condensa come pioggia o neve e cade sulla superficie della terra dove si raccoglie in laghi, oceani, suolo e rocce sotterranee.
- L'acqua è un solvente, nel passare nel corso del ciclo dell'acqua essa scioglie i minerali e i gas e li porta agli oceani.
- L'atmosfera è un misto di idrogeno, ossigeno e tracce di gas che includono il vapore acqueo. L'atmosfera ha proprietà diverse alle diverse altezze.
- Le nubi, formate dalla condensazione del vapore d'acqua influiscono sul tempo e sul clima.
- I modi globali dei moti dell'atmosfera influenzano il clima locale. Gli oceani hanno un'influenza maggiore sul clima perché l'acqua contenuta negli oceani trattiene una gran quantità di calore.
- Gli organismi viventi hanno giocato ruoli diversi nel sistema terrestre, fra cui influenzare la composizione dell'atmosfera, produrre alcuni tipi di rocce e contribuire alla variazione delle rocce.

5. Storia della Terra

- I processi della terra che vediamo oggi, inclusa l'erosione, il moto delle placche della litosfera e le variazioni della composizione dell'atmosfera sono simili a quelli che accadevano nel passato. La storia della terra è anche influenzata dalle catastrofi occasionali come l'impatto di un asteroide o di una cometa.
- I fossili offrono una prova importante di come sono variate la vita e le condizioni ambientali.

6. La Terra nel sistema solare

- La Terra è il terzo pianeta dal sole in un sistema che include la luna, il sole, altri otto pianeti e le loro lune e altri piccoli corpi quali gli asteroidi e le comete. Il sole, una stella media, è il corpo centrale più grande nel sistema solare.
- La maggior parte dei corpi del sistema solare si muovono secondo traiettorie prevedibili. Questi moti spiegano fenomeni quali l'alternarsi del giorno e della notte, l'anno, le fasi della luna, le eclissi.
- Il sole è la maggiore fonte di energia dei fenomeni che si svolgono sulla superficie della terra, come ad esempio la crescita delle piante, il vento, le correnti oceaniche e il ciclo dell'acqua. Le stagioni sono causate dalla variazione della quantità di energia solare che colpisce la superficie per l'inclinazione rotazione della terra intorno al suo asse e la lunghezza del giorno.

La scienza nella prospettiva personale e sociale

1. La salute personale

- Salute e sicurezza sono bisogni umani fondamentali. La salute comprende la libertà dal pericolo, dai rischi, e dalle malattie. La sicurezza comprende la sensazione di fiducia e l'assenza di ansie e paura. Le conoscenze degli studenti includono le seguenti regole per casa e scuola per prevenire abusi e negligenze, evitare le malattie, essere in grado di chiedere aiuto e sapere come e quando dire di No.
- Gli individui hanno delle responsabilità per la propria salute. Gli studenti dovrebbero impegnarsi per l'igiene dentale, la pulizia e quegli esercizi che mantengono e migliorano lo stato di salute. Comprendere come malattie contagiose, quali l'influenza, vengono trasmesse e alcuni dei meccanismi di difesa che prevengono e aiutano a superare le malattie.
- La nutrizione è essenziale alla salute. Gli studenti dovrebbero capire come il corpo usa il cibo e come cibi diversi contribuiscono alla salute. Raccomandazioni per una corretta nutrizione includono il mangiare una varietà di cibi, mangiare meno zuccheri e meno grassi.
- Diverse sostanze possono danneggiare il corpo e il suo funzionamento. Tali sostanze comprendono il tabacco, l'alcohol, alcuni farmaci e droghe. Gli studenti dovrebbero capire che per alcune sostanze, come le droghe prescritte possono essere benefiche, ma ogni sostanza può essere pericolose se usate in modo improprio.

2. Caratteristiche e variazioni nelle popolazioni

- Le popolazioni umane includono gruppi di individui che vivono in un luogo particolare. Un'importante caratteristica delle popolazioni umane è la densità di popolazione – il numero di individui di una particolare popolazione che vive in una data area.
- Le dimensioni della popolazione umana può crescere o diminuire. Le popolazioni crescono a meno che altri fattori quali malattie o carestie facciano diminuire la popolazione.

3. Tipi di risorse

- Le risorse sono cose che prendiamo dall'ambiente organico e inorganico per soddisfare bisogni e desideri della popolazione.
- Alcune risorse sono materie fondamentali come l'aria, l'acqua, il suolo, altre sono prodotte a partire dalle risorse fondamentali come il cibo, il combustibile e i materiali di costruzione; alcune risorse sono immateriali come i posti tranquilli, la bellezza, la sicurezza e la salute.
- Il rifornimento di molte risorse è limitato. Se consumate alcune risorse possono venir prolungate con il riciclo o la riduzione dell'uso.

4. Variazioni negli ecosistemi

- Gli ambienti sono lo spazio, le condizioni e i fattori che influiscono sulle possibilità di individui e popolazioni di sopravvivere e sulla qualità della vita.
- Variazioni negli ambienti possono essere naturali o influenzati dall'uomo. Alcune variazioni sono positive, altre sono negative e alcune non sono né positive né negative. L'inquinamento è un cambiamento dell'ambiente che influenza la salute, la sopravvivenza e le attività degli organismi anche degli uomini.
- Alcune variazioni dell'ambiente si svolgono lentamente, altri velocemente. Gli studenti dovrebbero capire le diverse conseguenze delle variazioni ambientali sui

tempi lunghi confrontate con le variazioni ambientali in grande quantità su tempi brevi.

5. Scienza e tecnologia nelle sfide locali

- Le persone continuano a inventare nuovi modi di pensare alle cose, risolvere i problemi, lavorare. Nuove idee ed invenzioni spesso influenzano altre persone; qualche volta gli effetti sono positivi, a volte negativi. E' importante cercare di anticipare come idee ed invenzioni influiranno gli altri.
- Scienza e tecnologia hanno ampiamente aumentato qualità e quantità del cibo, i trasporti, la salute, la possibilità di cura e le comunicazioni. Tali benefici della scienza e della tecnologia non sono però disponibili per tutti in tutto il mondo.

6. La salute personale

- L'esercizio regolare è importante per mantenere e migliorare la salute. I benefici del benessere fisico comprendono il mantenimento di un peso sano, l'aver energie e forze per le attività routinarie, buon tono muscolare, ossa resistenti, forti sistemi circolatori e respiratori e un buon stato di salute mentale. L'esercizio personale, specialmente ai fini di sviluppare resistenza cardiovascolare, è la base del benessere fisico.
- La possibilità di incidenti e l'esistenza del rischio casuale impongono di prevenire le malattie. Il vivere sano implica lo sviluppo e l'uso di precauzioni salutari e il riconoscimento del rischio nelle decisioni personali. La prevenzione delle malattie ha una dimensione sociale.
- L'uso del tabacco aumenta il rischio di malattie. Gli studenti dovrebbero capire l'influenza sui tempi brevi dei fattori sociali e psicologici che portano all'uso del tabacco e i possibili effetti negativi di lungo tempo del fumare e masticare tabacco.
- Alcohol e altre droghe sono spesso sostanze abusate. Tali droghe cambiano le funzioni dell'organismo e portano alla dipendenza.
- Il cibo apporta energia e fattori nutritivi per la crescita e lo sviluppo. I fabbisogni nutrizionali variano con il peso, l'età, il sesso, l'attività e il funzionamento del corpo.
- L'impulso sessuale è una funzione umana naturale che richiede di venir compresa. Il sesso è anche un veicolo dominante della trasmissione di malattie. Le malattie possono venir prevenute attraverso parecchi tipi di precauzioni.
- Gli ambienti naturali possono contenere sostanze (per esempio radon e piombo) che sono pericolosi per l'uomo. Mantenere un ambiente sano implica poter stabilire o controllare standard di qualità rispetto all'uso del suolo, dell'acqua e dell'aria.

7. Popolazioni, risorse e ambienti

- Se una certa area diventa sovrappopolata, l'ambiente si degraderà per l'aumentato uso delle risorse.
- Le cause del degrado ambientale e del depauperamento delle risorse variano da regione a regione e da paese a paese.

8. Rischi naturali

- Processi interni ed esterni del sistema terrestre sono causa di rischi naturali, eventi che cambiano o distruggono gli habitat antropici e naturali, danneggiano le proprietà, feriscono o uccidono gli abitanti. I rischi naturali includono ad esempio i terremoti, le frane, gli incendi, le eruzioni vulcaniche, le maree, le tempeste o i possibili impatti degli asteroidi.

- Le attività umane possono anch'esse essere causa di incognite attraverso l'acquisizione di risorse, la crescita urbana, decisioni di uso dei terreni, il deposito di rifiuti. Tali attività possono accelerare molte variazioni naturali.
- I rischi naturali possono presentare una grande sfida personale o sociale perché l'errore nella identificazione del cambiamento o nella stima della sua velocità e scala può provocare o troppo poca attenzione e significativi costi umani o costi troppo elevati per inutili misure di prevenzione.

Rischi e benefici

- L'analisi del rischio tiene conto del tipo di probabilità e stima il numero di persone che possono essere coinvolte e potrebbero probabilmente sopportarne le conseguenze. I risultati sono usati per determinare le soluzioni per ridurre o eliminare i rischi.
- Gli studenti dovrebbero conoscere i rischi associati ad eventi naturali (fuoco, maree, tornado, uragani, terremoti ed eruzioni vulcaniche), ad eventi chimici (inquinanti nell'aria, nell'acqua, nel suolo e nel cibo), ad eventi di natura sociale (attività pericolose e trasporti) e alle situazioni personali (fumo, diete, bere).
- Le persone possono usare un approccio sistemico per riflettere criticamente su rischi e benefici. Ad esempio applicando stime di probabilità del rischio nel confronto delle stime dei benefici individuali e sociali.
- Importanti decisioni individuali e sociali vengono fatte sulla base della percezione dei rischi e dei benefici.

9. Scienza e tecnologia nella società

- La scienza influenza la società attraverso la sua conoscenza e visione del mondo. La conoscenza scientifica e le procedure usate dagli scienziati influenzano il modo in cui molte persone all'interno di una società pensano di se stesse, degli altri e dell'ambiente.
- Le sfide sociali spesso ispirano le domande della ricerca scientifica e le priorità sociali spesso influenzano le priorità di ricerca attraverso la disponibilità dei fondi per la ricerca.
- La tecnologia influenza la società attraverso i suoi prodotti e i suoi processi. La tecnologia influenza la qualità della vita e i modi in cui la gente agisce e interagisce. Cambiamenti tecnologici sono spesso associati da cambiamenti sociali, politici ed economici che possono essere di giovamento o di danno ad individui e società. Bisogni sociali, attitudini, valori influenzano la direzione dello sviluppo tecnologico.
- Scienza e tecnologia si sono sviluppate attraverso il contributo di molte persone diverse, in diverse culture e in diversi periodi storici. Scienza e tecnologia hanno contribuito enormemente alla crescita economica e alla produttività tra società e gruppi all'interno della società.
- Scienziati e ingegneri lavorano in molti tipi di contesti diversi come le università, industrie, istituti di ricerca, agenzie governative.
- Gli scienziati e gli ingegneri hanno codici etici che richiedono che i soggetti umani coinvolti nella ricerca siano pienamente informati dei rischi e dei benefici associati alla ricerca prima di decidere se parteciparvi o meno. Quest'etica si estende ai rischi potenziali nei confronti delle comunità e della proprietà. In breve una conoscenza a priori e il consenso sono richiesti perché la ricerca può avere effetti sulle vite umane o danni potenziali alle proprietà.
- La scienza non può rispondere a tutte le risposte e la tecnologia non può risolvere tutti i problemi umani o venir incontro a tutti i bisogni umani. Gli studenti devono

capire la differenza fra domande scientifiche e altri tipi di domande. Essi dovrebbero apprezzare in cosa scienza e tecnologia possono contribuire in modo ragionevole alla società e cosa invece non possono fare. Per esempio le nuove tecnologie spesso fanno diminuire alcuni rischi e ne fanno crescere degli altri.

B – Analisi dettagliate

B 1 Scuola primaria

B 1.1 Frequenze e valori dei temi

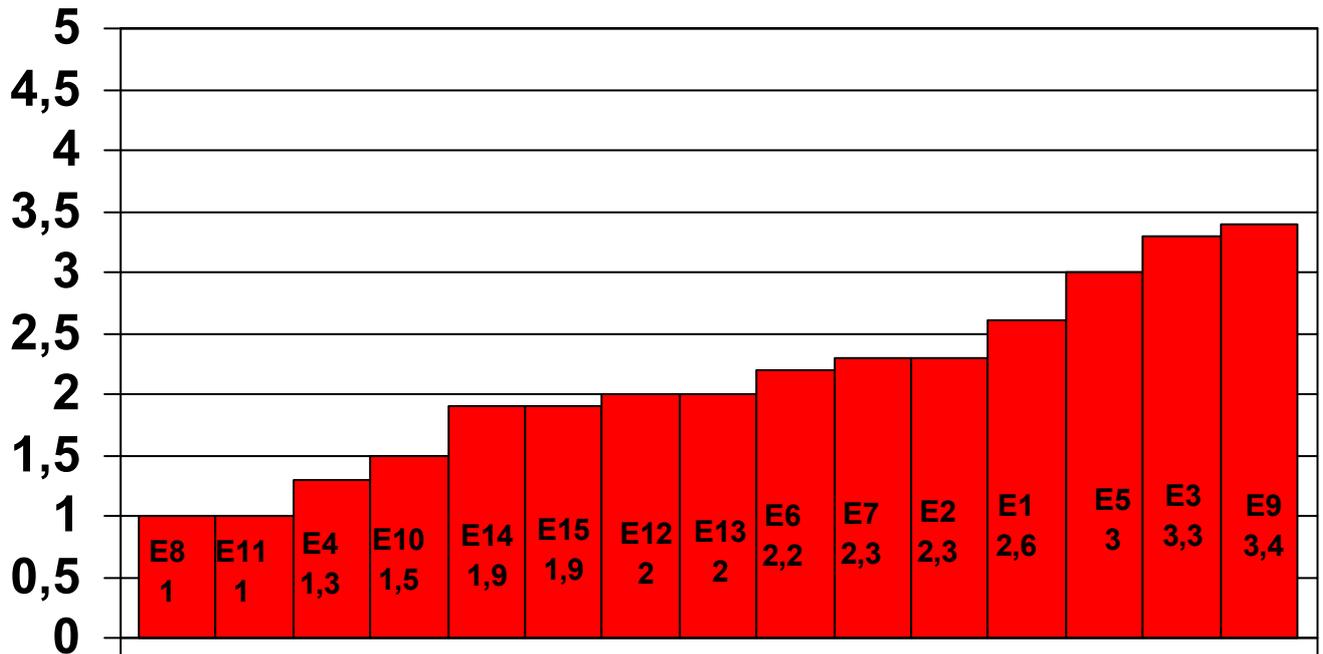
La tabella seguente presenta i valori di frequenza della trattazione di ciascun tema e il punteggio relativo alla qualità della didattica mediato sui diversi indicatori metodologici. Le frequenze massime sono ovviamente uguali al numero di testi considerati (15 sussidiari per la scuola primaria). I voti per ciascun aspetto metodologico vanno da 0, (assenza di un tema o trattazione irrilevante per cui non è possibile attuare l'analisi rispetto al determinato aspetto) a 5, valore massimo. La media della valutazione metodologica è stata sempre calcolata comunque solo sui testi in cui il tema era presente e, almeno per qualche aspetto, era possibile analizzarne la presentazione didattica.

Le due colonne di destra infine indicano in quale testo sono stati rilevati i valori massimi e minimi per ciascun argomento.

Proprietà dei corpi + Prop e variaz delle prop della materia	15	2.4	0.09	1.3 (E8)	3.7 (E9)
Posizione e moto + Moti e forze	14	2	0.09	0 (E1)	3.8 (E3)
Luce, calore, elettricità, magnetismo	14	2.2	0.1	0 (E11)	3.7 (E3)
Trasferimento di energia	14	1.9	0.1	0 (E10)	3.7 (E9)
Caratteristiche degli organismi + Struttura e funzione negli org	15	2.5	0.1	1.1 (E8)	4.5 (E9)
Cicli vitali degli organismi + Riproduzione e eredità	13	1.8	0.1	0 (E11-15)	3.6 (E9)
Organismi e ambiente + Popolazione e ecosistemi	15	2.3	0.1	1.3 (E4-11)	4.2 (E9)
Regolazione e comportamento + Diversità e adattamento	10	1.2	0.11	0 (E2-6-8-10-11-12)	3.8 (E9)
Proprietà dei materiali terr + Struttura del sistema terrestre	14	2.3	0.1	0 (E10)	3.8 (E5)
Corpi celesti	10	1.3	0.1	0 (E2-11-12-13-15)	2.5 (E1)
Variazioni sulla Terra e nel cielo + La Terra nel sistema solare	13	1.5	0.1	0 (E2-11)	3.2 (E3)
Storia della Terra	10	1	0.1	0 (E2-6-10-11-12)	2.5 (E1)
La salute personale	10	1.3	0.11	0 (E3-7-8-10-11)	3.5 (E9)
Variazioni negli ecosistemi	10	1.3	0.1	0 (E8-10-11-12-15)	3 (E9)
Tipi di risorse + Popolazioni, risorse, ambienti	12	1.8	0.11	0 (E8-10-12)	3.9 (E9)
Scienza e tecnol nelle sfide locali + Scienza e tecnologia nella società	6	0.8	0.1	0 (E2-4-6-7-8-9-10-11-12)	2.5 (E5)
Rischi naturali	7	1	0.1	0 (E1-2-4-6-8-11-12-15)	4 (E9)

Le Scienze fisiche nei 15 test esaminati

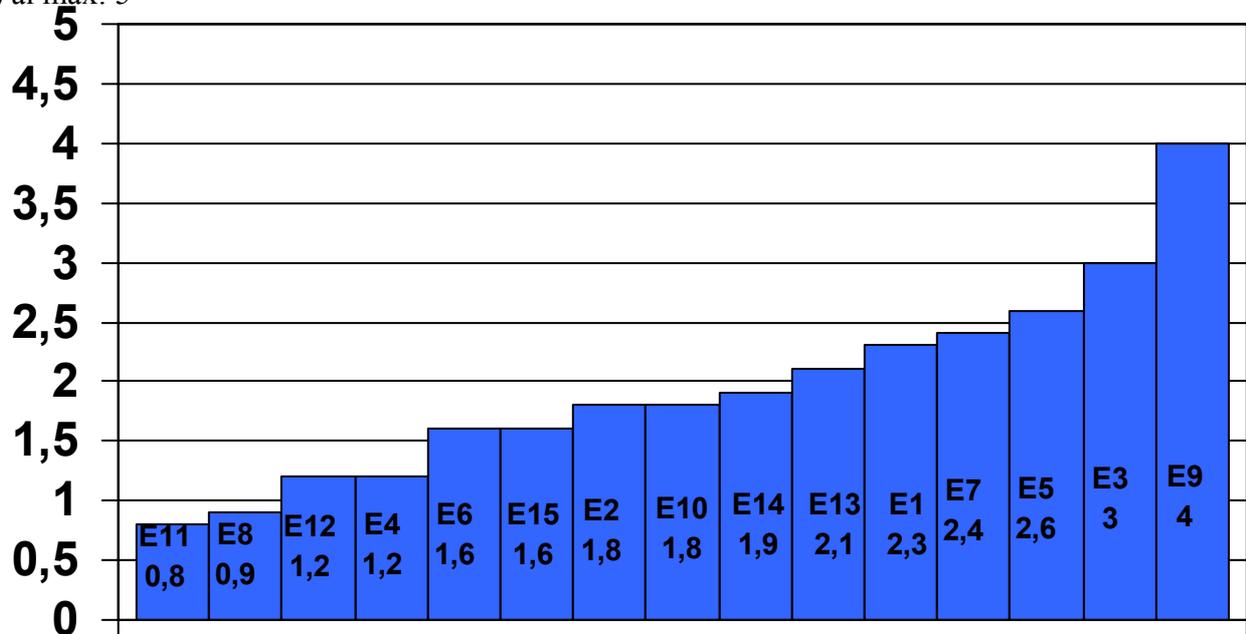
Val max: 5



Scienze Fisiche

Le Scienze della vita nei 15 test esaminati

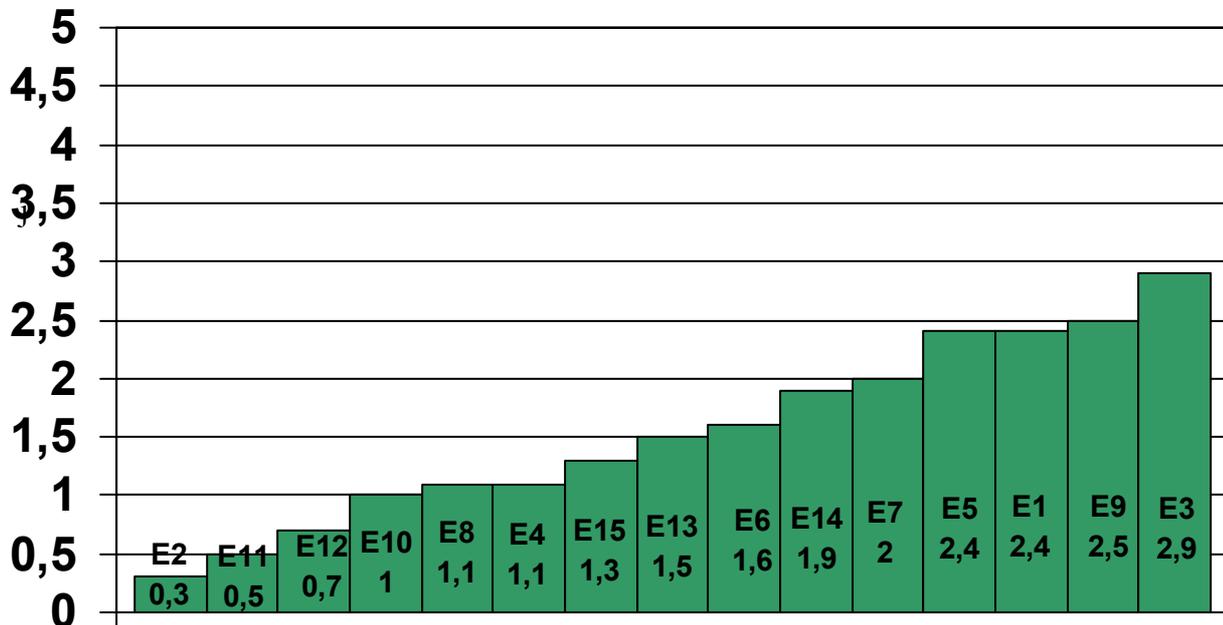
Val max: 5



Scienze della vita

Le Scienze della terra e dello spazio nei 15 testi esaminati

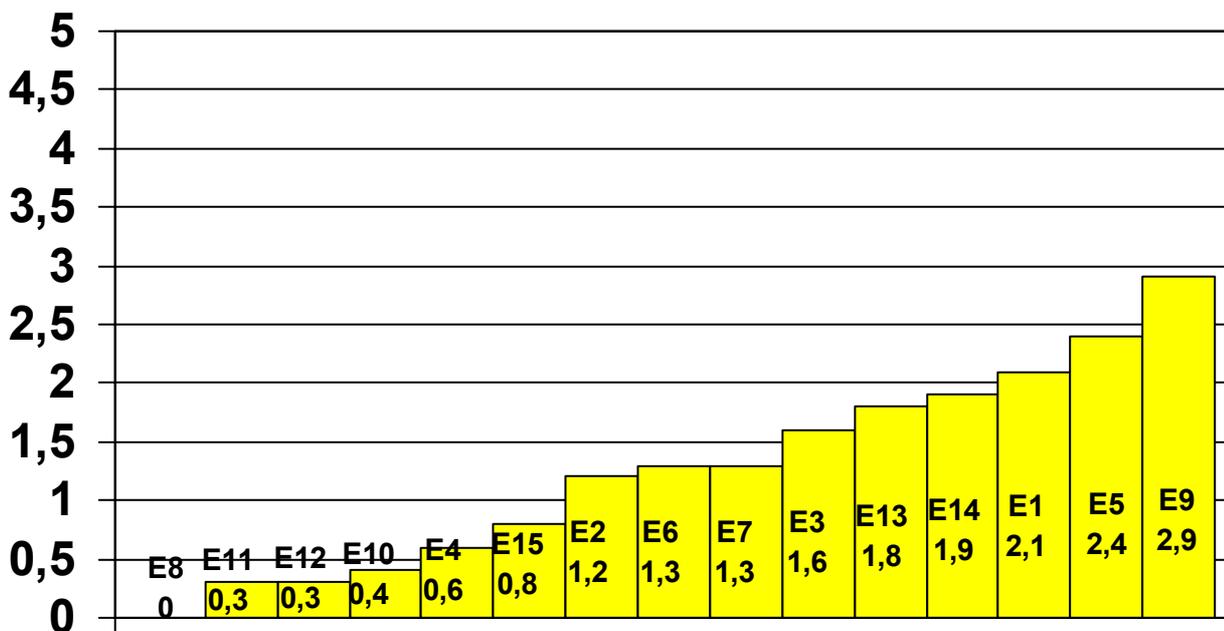
Val max: 5



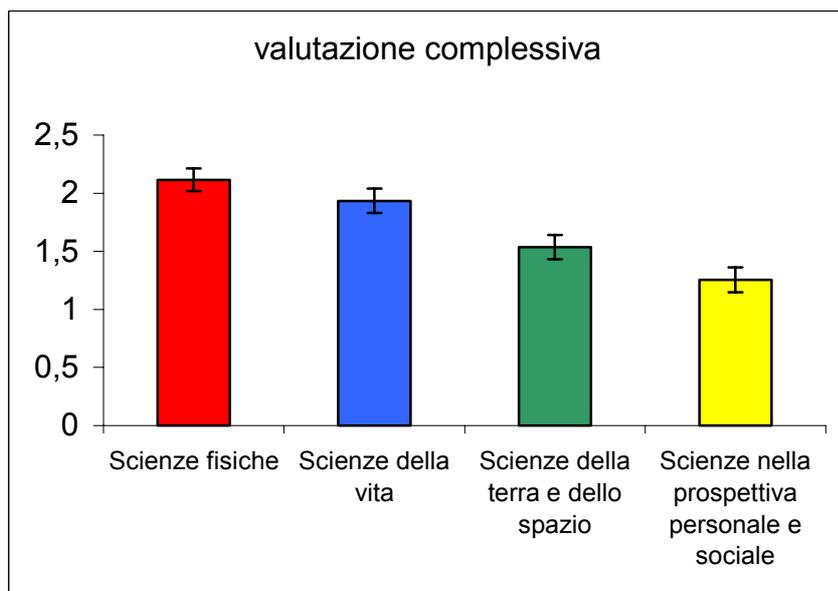
Scienze della terra e dello spazio

Le Scienze nella prospettiva personale nei 15 testi esaminati

Val max: 5



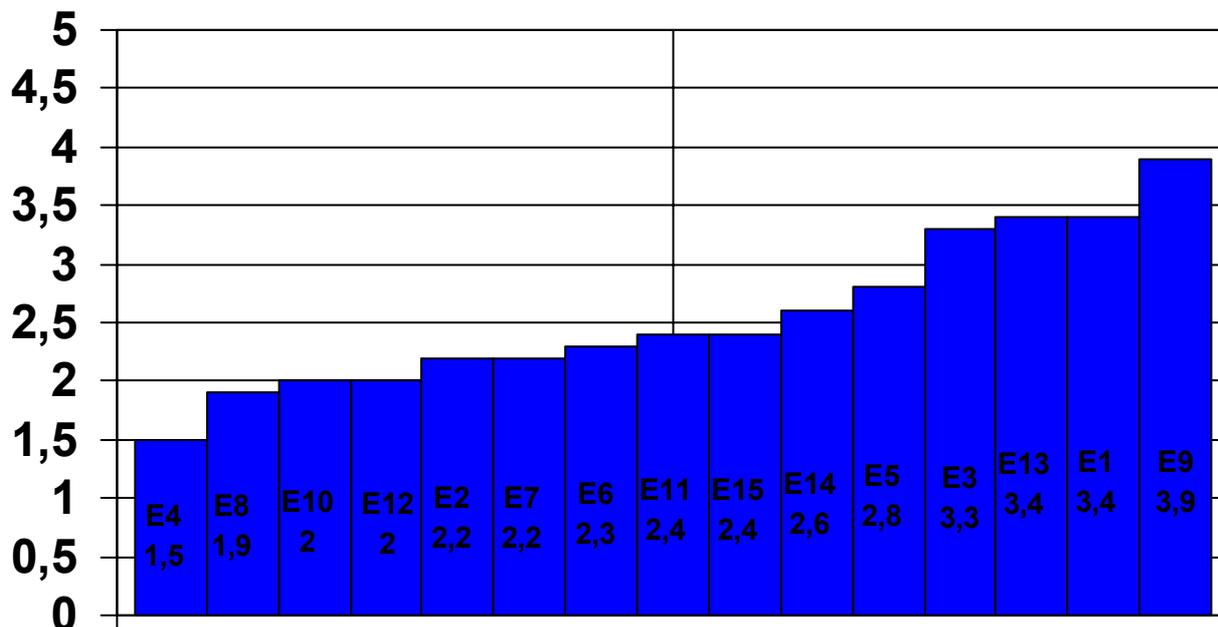
Scienze nella prospettiva personale



B 1.2 Frequenze e valori dei fattori metodologici

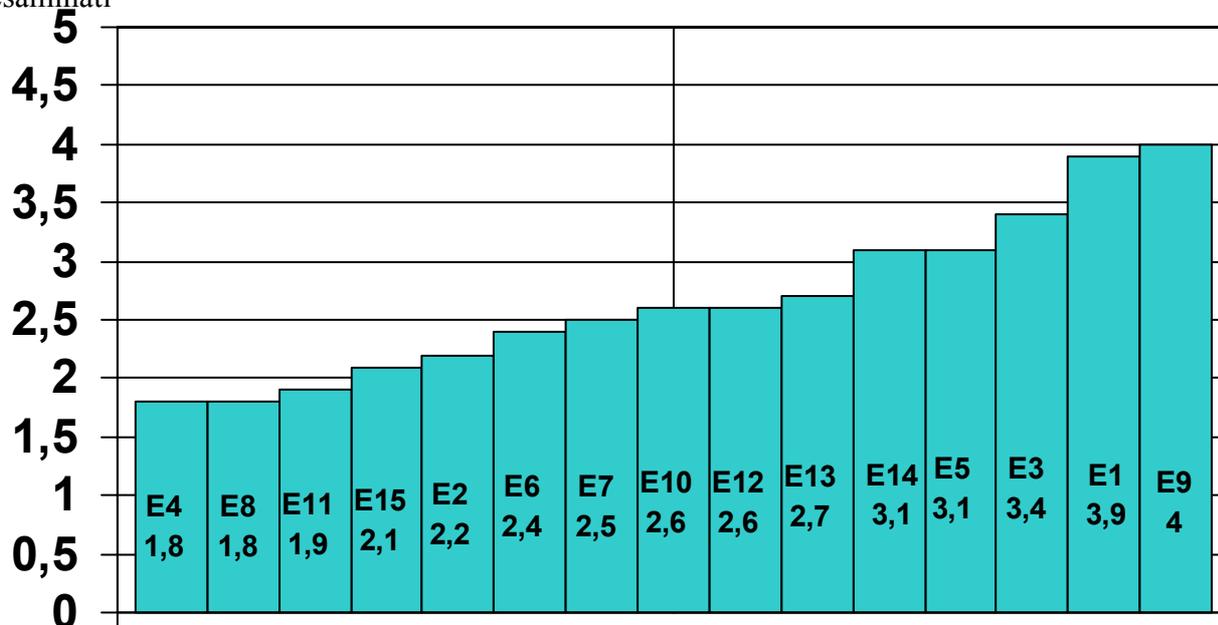
		freq	medie	errore standard
Qualità del contenuto	Coerenze degli obiettivi	110	3	0,12
	Rigore scientifico	201	3	0,07
	Aggiorn. e actual. contenuti	198	2,9	0,08
	Potenza euristica	196	2,3	0,08
	Spiegaz. scient. vs spieg. comune	192	2,1	0,08
Modalità di presentazione	Giustific. e contest. nuovi concetti e teorie	195	2,6	0,08
	Molteplicità dei codici di presentazione	201	2,7	0,08
	Registri di comunicazione	201	3	0,07
Attività proposte agli allievi	Osservazioni e misure	148	2,2	0,09
	Manipolazioni	131	2,1	0,09
	Comunicazione	143	2,4	0,1
	Applicazio. e trasferim. delle conoscenze	126	2,4	0,1
	Esperimenti	95	1,9	0,1
Valutazione	Valutazione formativa	130	3,2	0,12

Rappresentazione grafica dei **valori medi** relativi alla “**Qualità del contenuto**”, nei 15 test esaminati



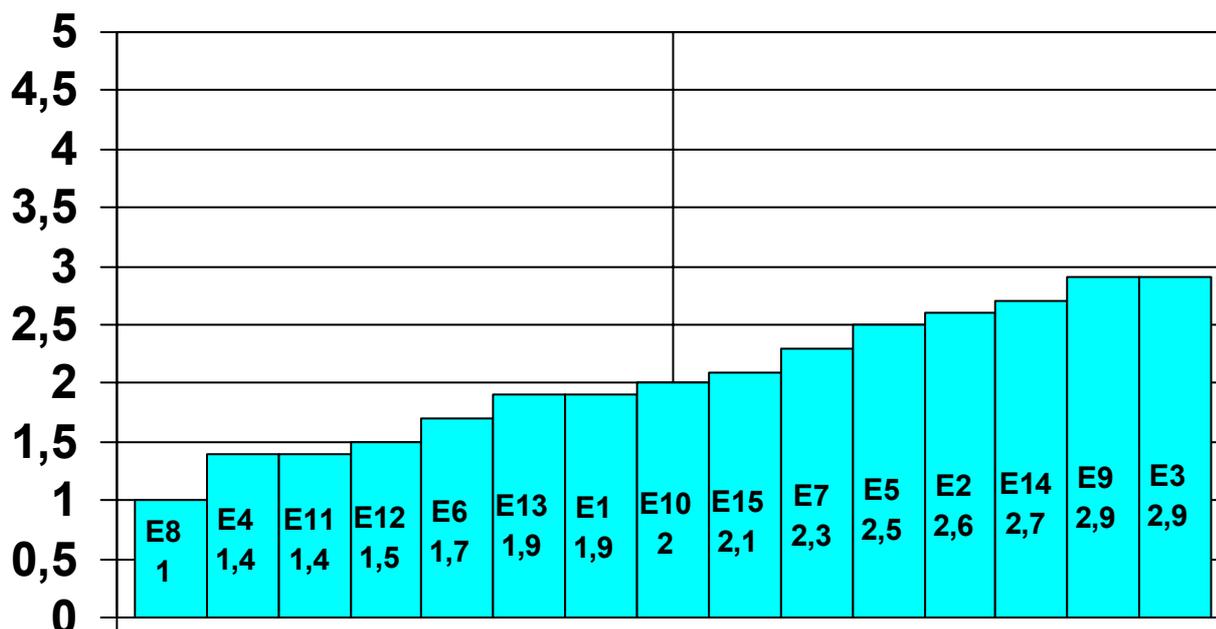
Qualità del contenuto

Rappresentazione grafica dei **valori medi** relativi alla “**Modalità di presentazione**”, nei 15 test esaminati



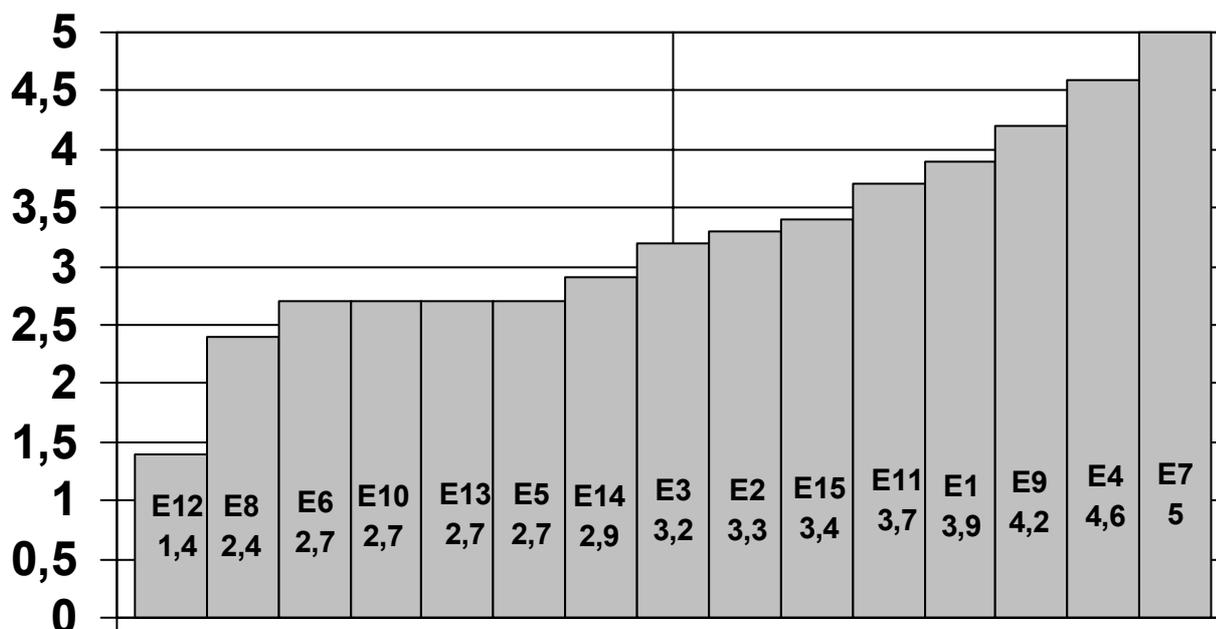
Modalità di presentazione

Rappresentazione grafica dei **valori medi** relativi alla “Attività proposte agli allievi”, nei 15 testi esaminati



Attività proposte agli allievi

Rappresentazione grafica dei **valori medi** relativi alla “Valutazione”, nei 15 testi esaminati



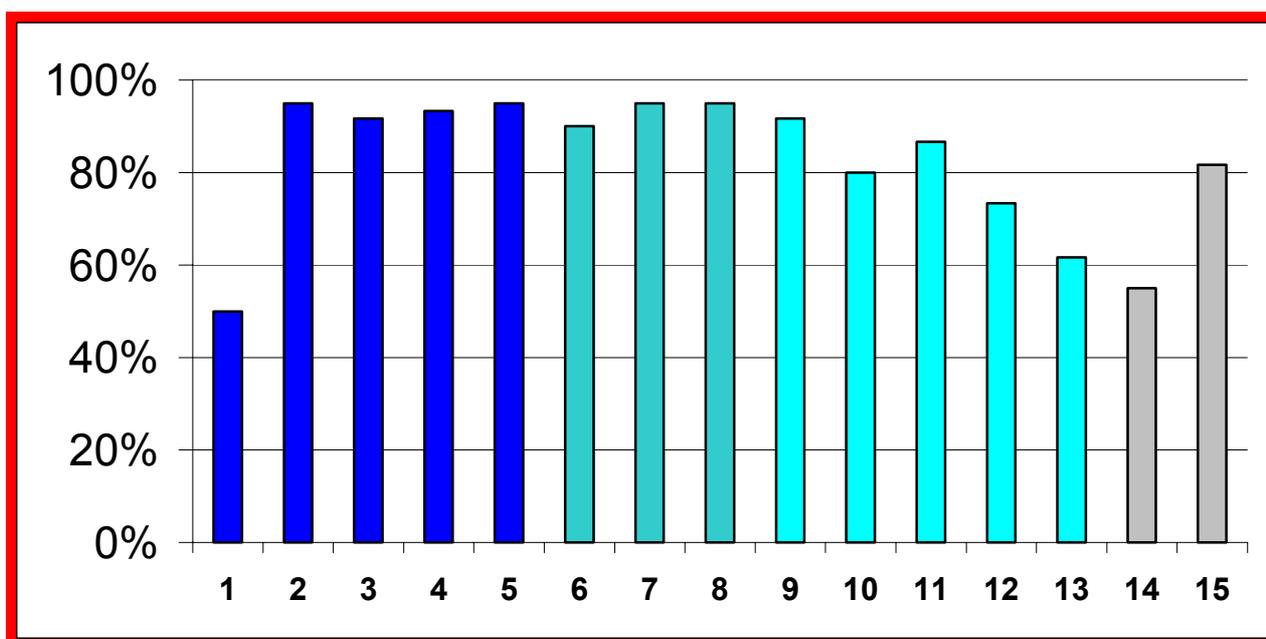
Valutazione

Rappresentazione grafica del numero di occorrenze e delle valutazioni attribuite alle metodologie nelle quattro discipline esaminate.

SCIENZE FISICHE

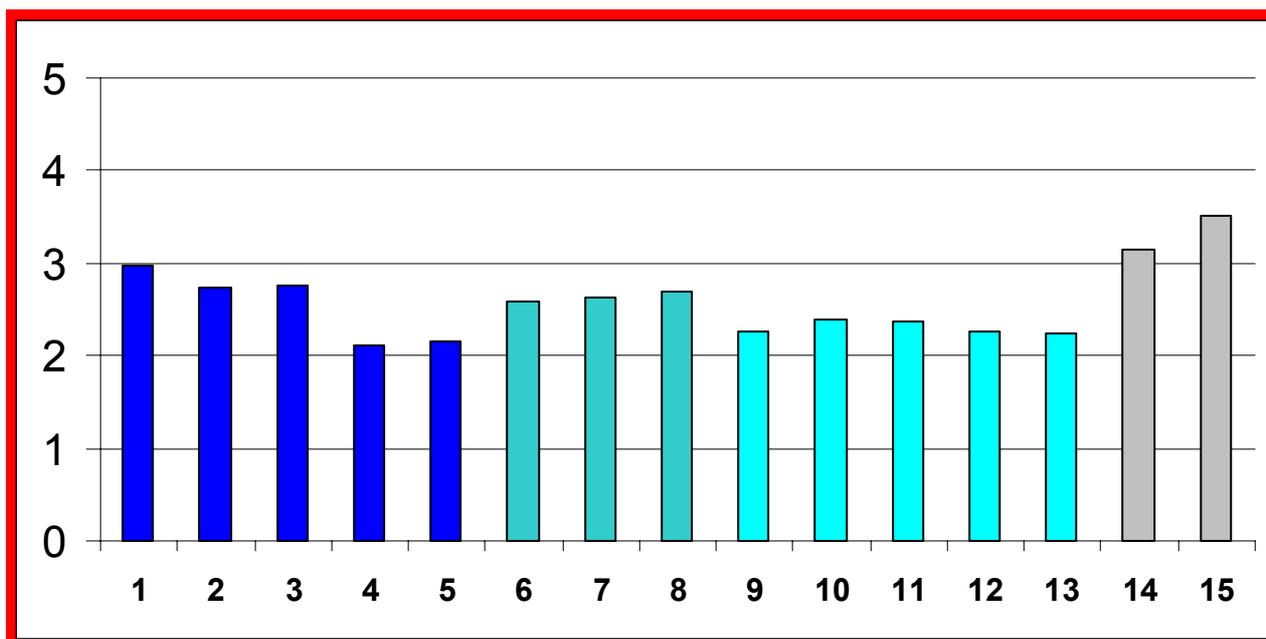
Frequenza percentuale delle singole metodologie nelle scienze fisiche

Freq max: 60



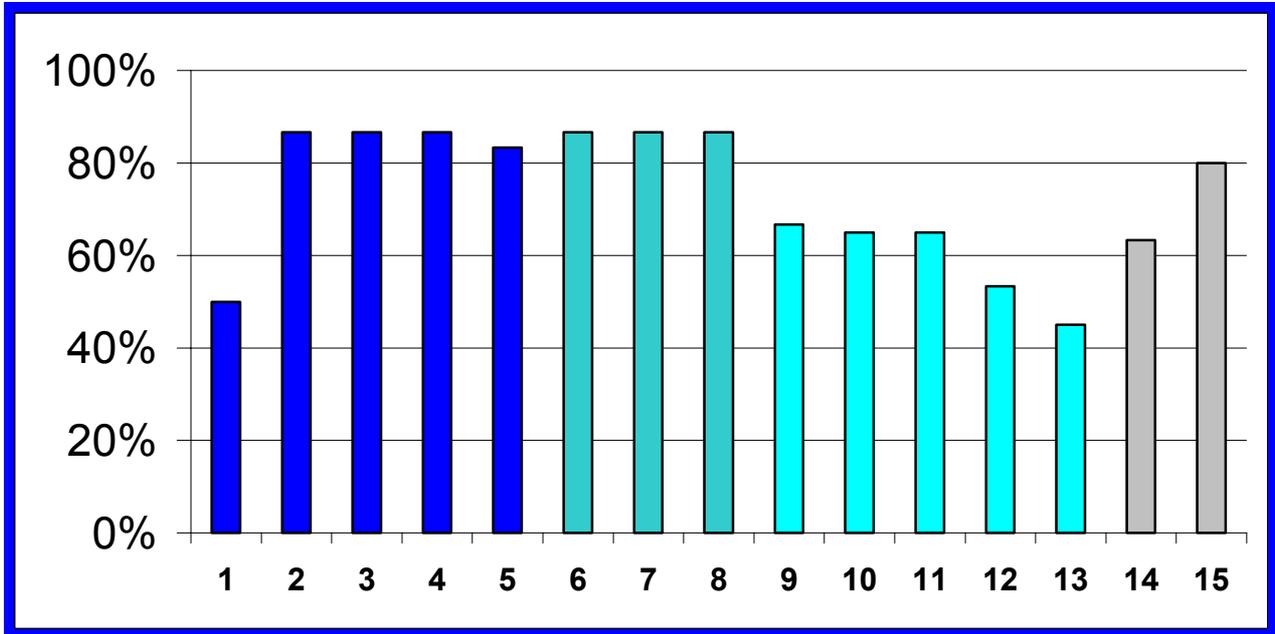
Valutazione assegnata a ogni singola metodologia nelle scienze fisiche

Val max 5

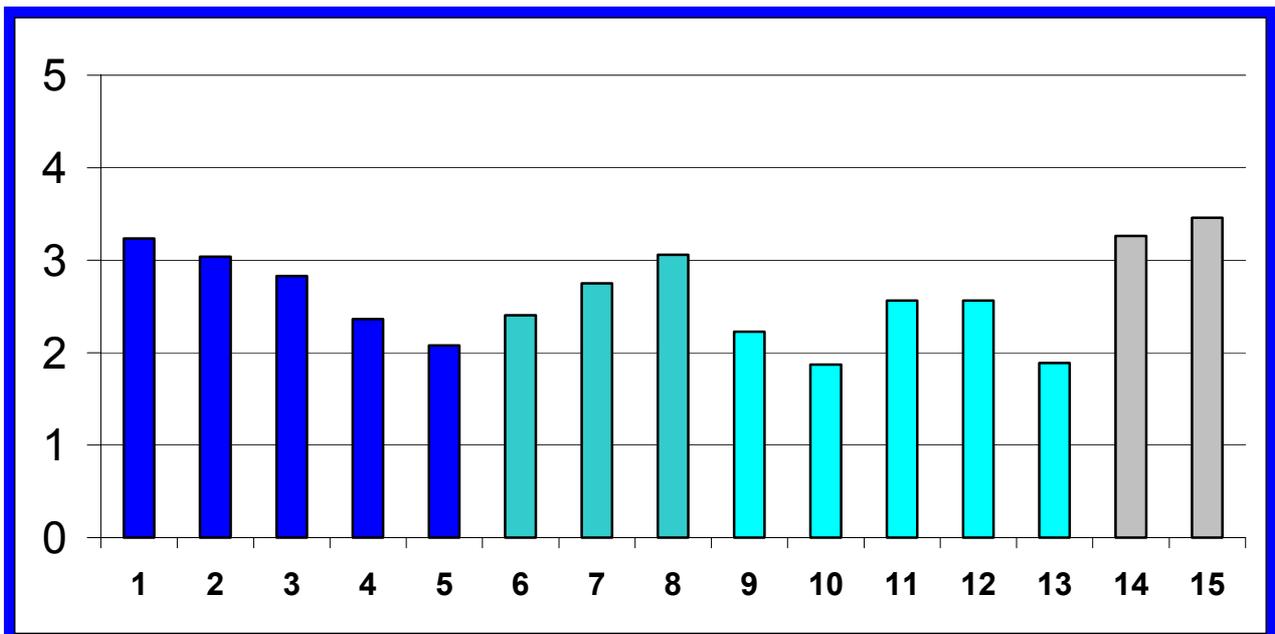


SCIENZE DELLA VITA

Frequenza percentuale delle singole metodologie nelle scienze della vita
Freq max: 60

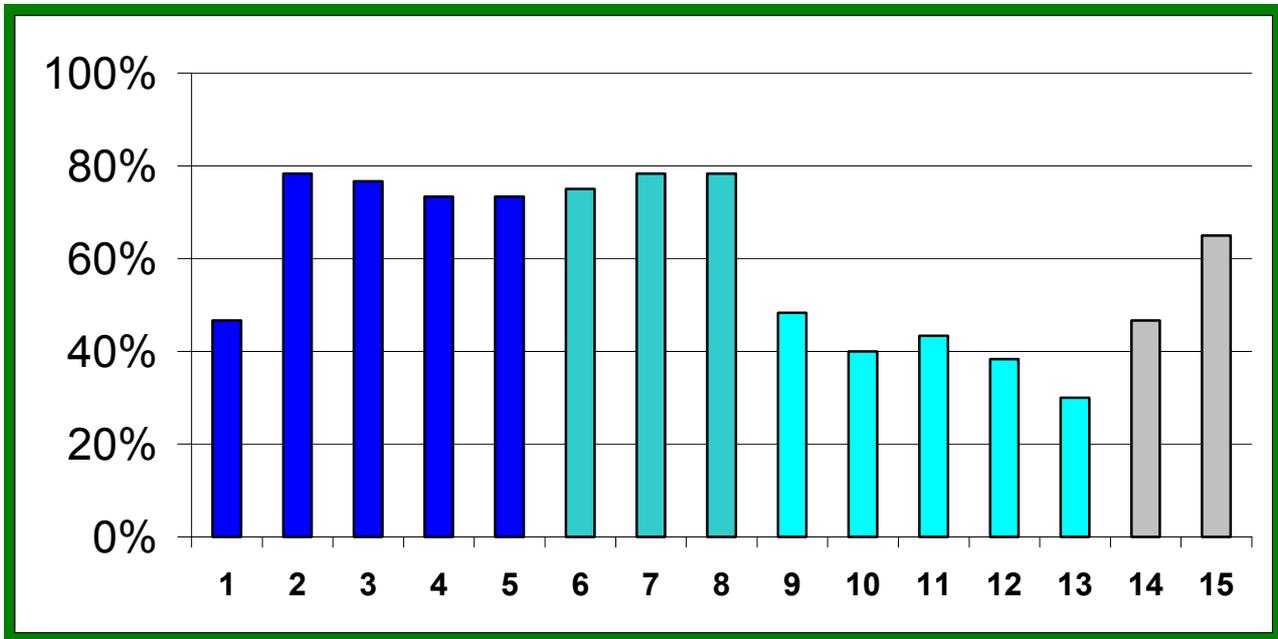


Valutazione assegnata a ogni singola metodologia nelle scienze della vita
Val max 5

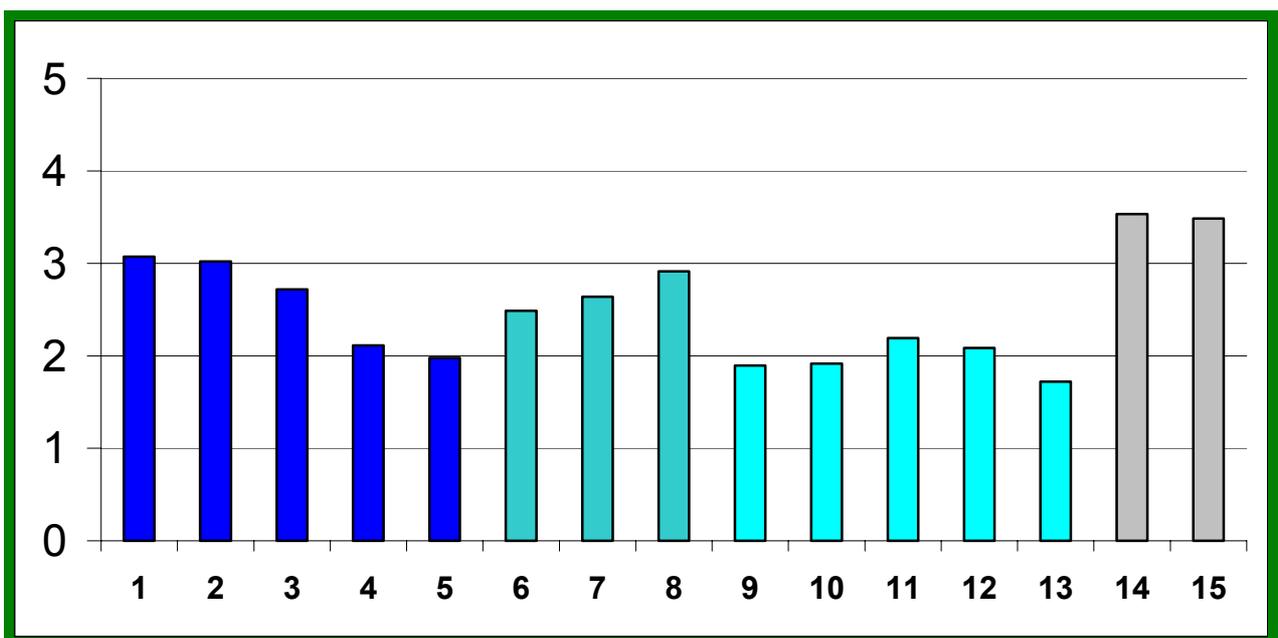


SCIENZE DELLA TERRA E DELLO SPAZIO

Frequenza percentuale delle singole metodologie nelle scienze della terra e dello spazio
Freq max: 60



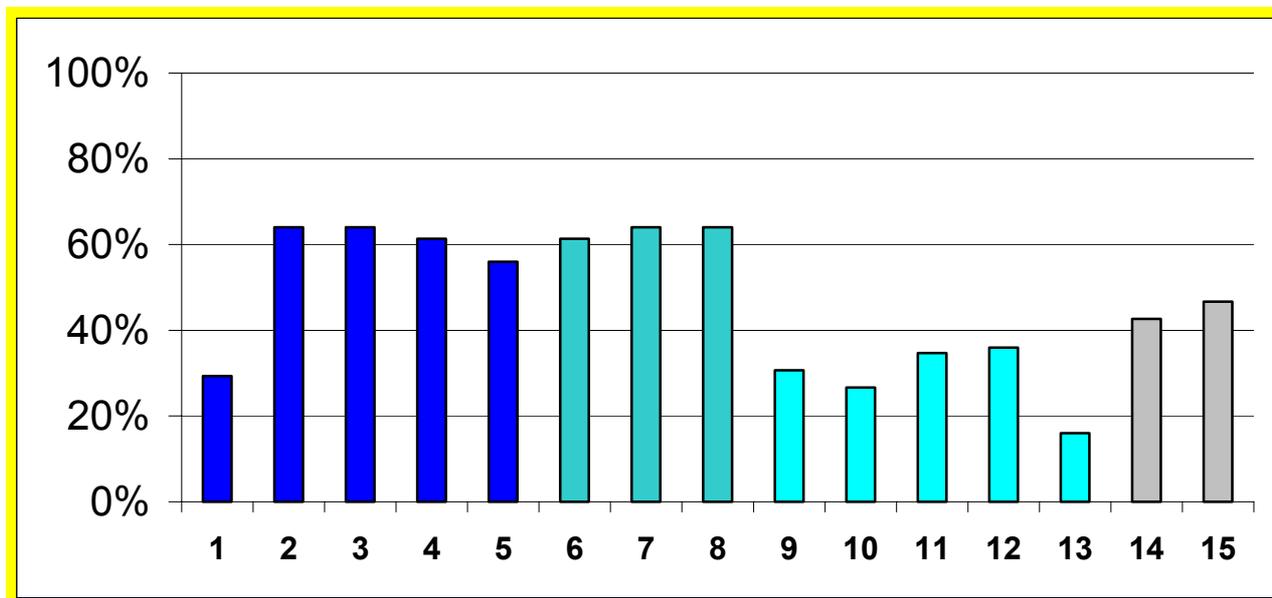
Valutazione assegnata a ogni singola metodologia nelle scienze della terra e dello spazio
Val max 5



SCIENZE NELLA PROSPETTIVA PERSONALE E SOCIALE

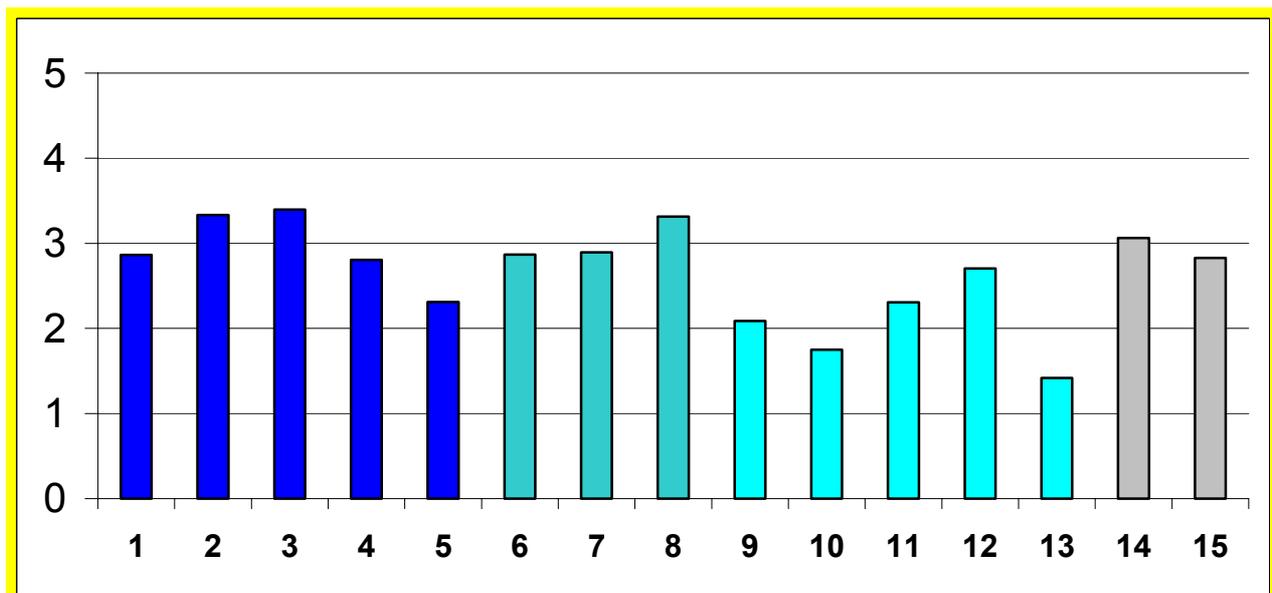
Frequenza percentuale delle singole metodologie nelle scienze nella prospettiva personale e sociale

Freq max: 75

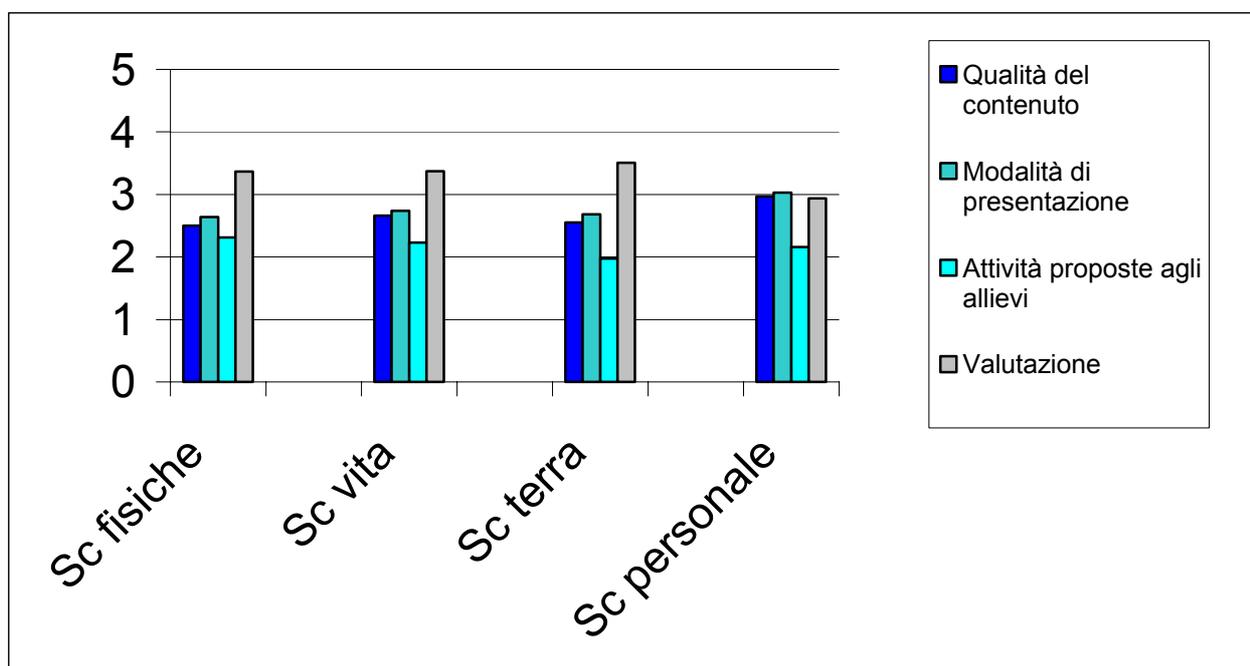


Valutazione assegnata a ogni singola metodologia nelle scienze nella prospettiva personale e sociale

Val max 5



Rappresentazione grafica delle valutazioni attribuite ai quattro principali raggruppamenti delle metodologie, all'interno delle discipline esaminate nei 15 sussidiari per le scuole primarie.



B 2 Scuola secondaria di primo grado

B 2.1 Frequenze e valori dei temi

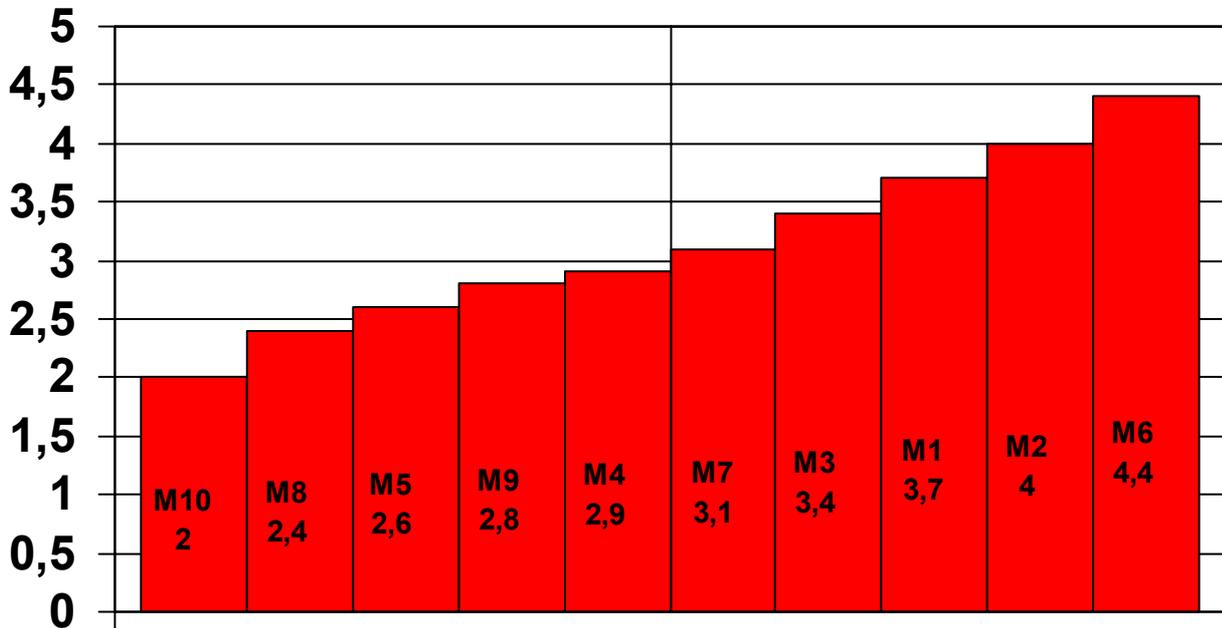
La tabella seguente presenta i valori di frequenza della trattazione di ciascun tema e il punteggio relativo alla qualità della didattica mediato sui diversi indicatori metodologici. Le frequenze massime sono ovviamente uguali al numero di testi considerati: 10 per la scuola secondaria di primo grado. I voti per ciascun aspetto metodologico vanno da 0, (assenza di un tema o trattazione irrilevante per cui non è possibile attuare l'analisi rispetto al determinato aspetto) a 5, valore massimo. La media della valutazione metodologica è stata sempre calcolata comunque solo sui testi in cui il tema era presente e, almeno per qualche aspetto, era possibile analizzarne la presentazione didattica.

Le due colonne di destra infine indicano in quale testo sono stati rilevati i valori massimi e minimi per ciascun argomento.

Proprietà dei corpi	10	3,1	0,12	1.6 (M10)	4.2 (M3)
Posizione e moto	10	3,2	0,11	1.8 (M10)	4,8 (M2)
Luce, calore, elettricità, magnetismo	10	3,3	0,1	1.8 (M10)	4.5(M6)
Prop e variaz delle prop della materia	10	3,1	0,11	1.9 (M5/M8)	4.4 (M6)
Moti e forze	10	3,2	0,12	1.4 (M10)	4.6 (M6)
Trasferimento di energia	10	3	0,12	1.5 (M10)	4 (M6)
Caratteristiche degli organismi	10	3	0,12	1.4 (M8)	4.1 (M6)
Cicli vitali degli organismi	10	2,8	0,13	1.4 (M8)	3.7 (M2)
Organismi e ambiente	9	2,7	0,15	1.2 (M1)	4.4 (M2/M6)
Struttura e funzione negli organismi	10	3,4	0,11	2 (M4)	4.4 (M6)
Riproduzione e eredità	10	3,1	0,12	1.8 (M8)	3.9 (M2)
Regolazione e comportamento	10	3	0,13	1.9 (M8)	3.8 (M2/M6)
Popolazione e ecosistemi	10	3,3	0,12	2.2 (M4/5/8)	3.9 (M2)
Diversità e adattamento	10	3,1	0,13	1.6 (M1)	4.5 (M6)
Proprietà dei materiali terrestri	10	2,7	0,13	0 (M6)	3.3 (M3)
Corpi celesti	10	2,2	0,13	1 (M5/M9)	3.2 (M6)
Struttura del sistema terrestre	9	2,8	0,11	1.7 (M1)	3.6 (M6)
Storia della Terra	6	1,6	0,14	0 (M4/5/6/9)	3.8 (M2)
La Terra nel sistema solare	10	2,5	0,12	0.9 (M5)	4.1 (M6)
La salute personale	10	2,6	0,14	1.7 (M7)	4.5 (M2)
Tipi di risorse	5	1,7	0,16	0 (M1/4/7/8)	4.1 (M6)
Variazioni negli ecosistemi	8	2,2	0,15	0 (M4/7)	4.1 (M6)
Popolazioni, risorse, ambienti	6	1,8	0,16	0 (M1/4/7/1)	4.5 (M6)
Rischi naturali	6	1,6	0,14	0 (M1/4/7)	4.5 (M6)
Scienza e tecnologia nella società	6	1,3	0,14	0 (M4/5/7/8)	3.9 (M6)

Le Sc. fisiche nei 10 test esaminati

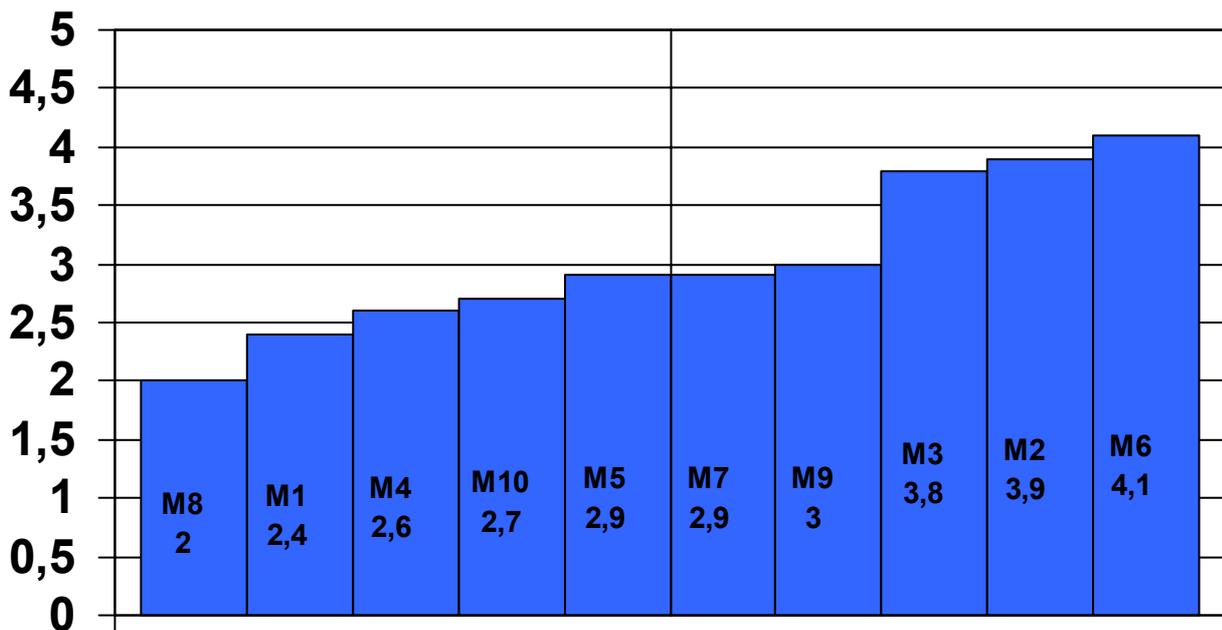
Val max: 5



Scienze fisiche

Le Sc. della vita nei 10 test esaminati

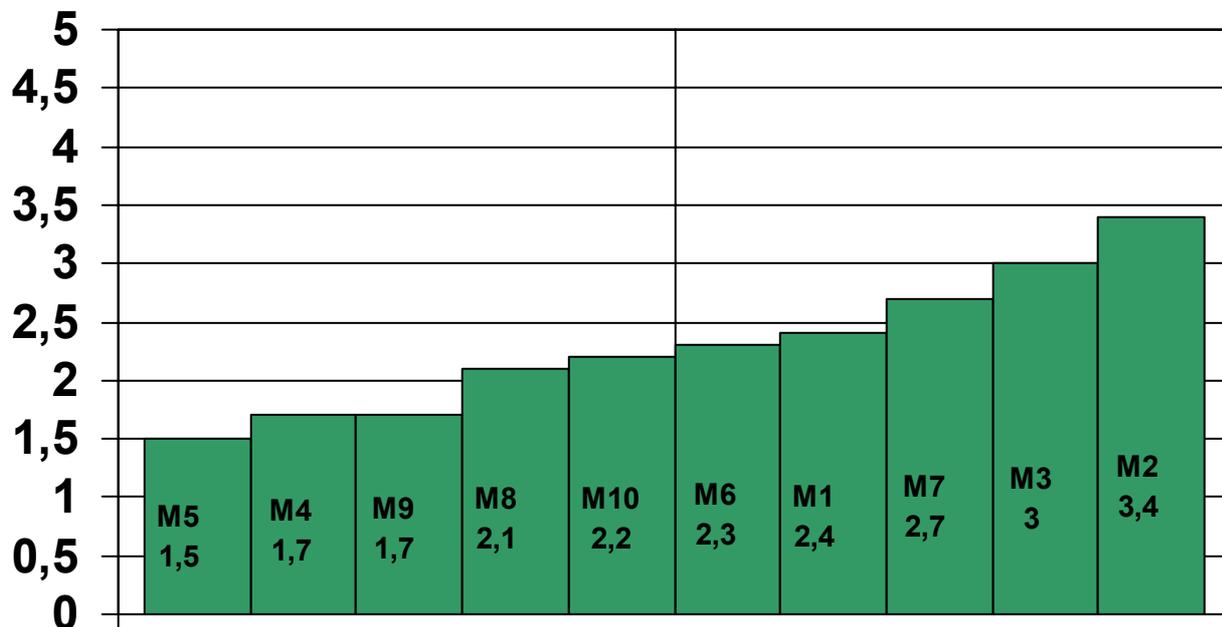
Val max: 5



Scienze della vita

Le Sc. della terra e dello spazio

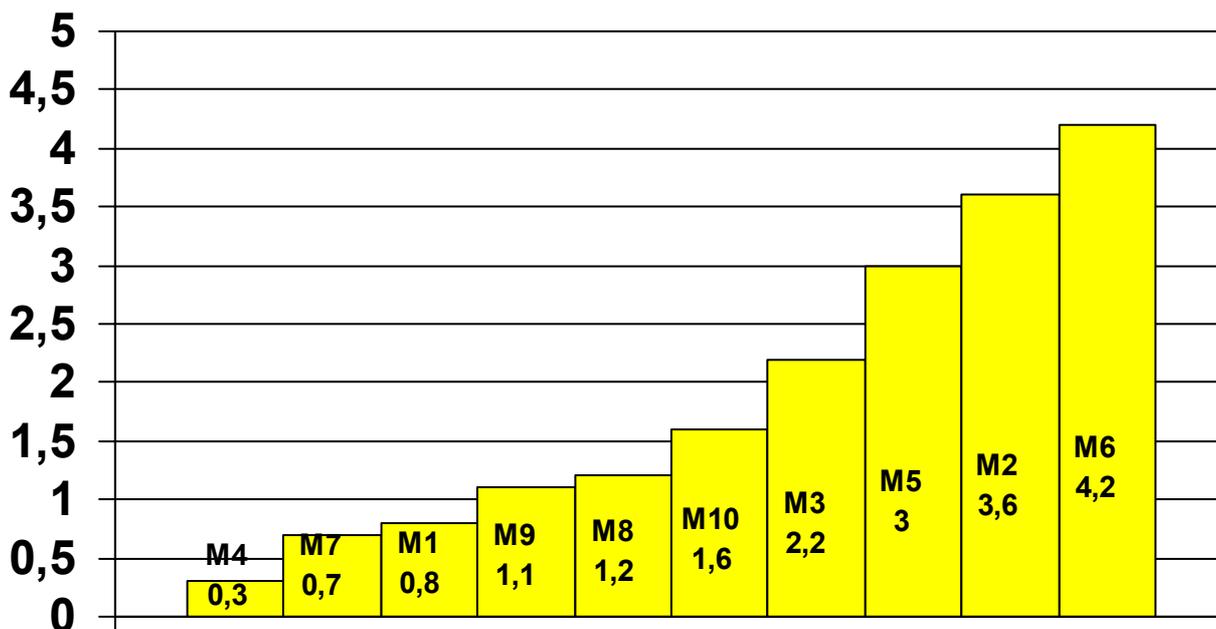
Val max: 5



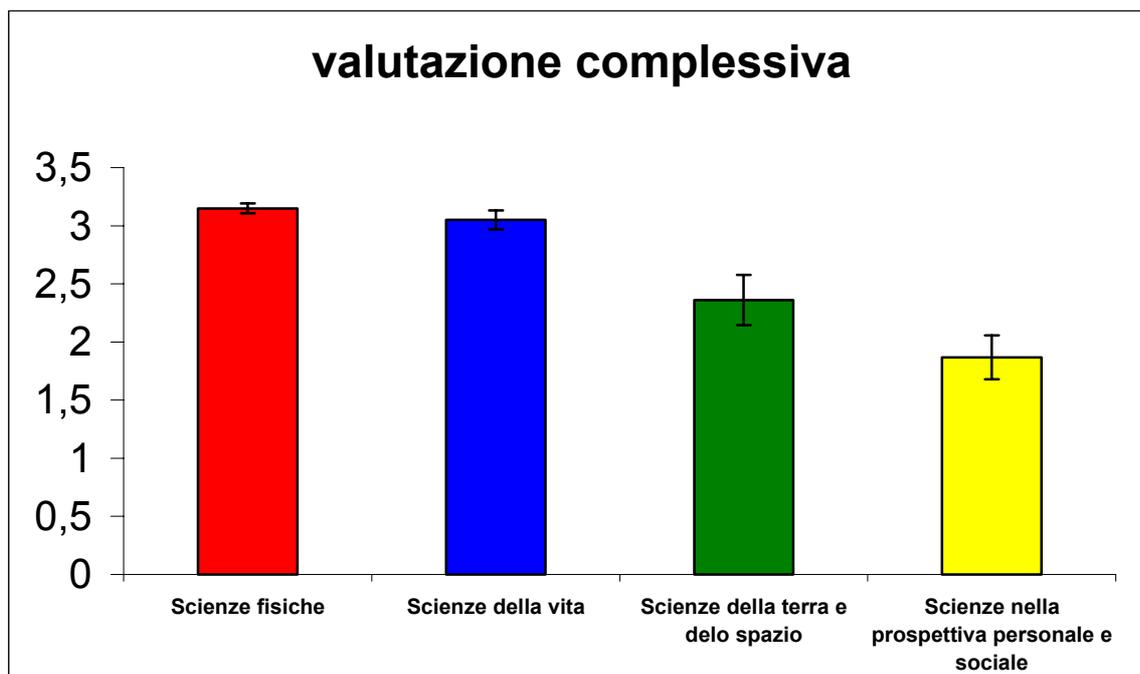
Scienze della terra e dello spazio

Le Sc. nella prospettiva personale

Val max: 5



Scienze nella prospettiva personale

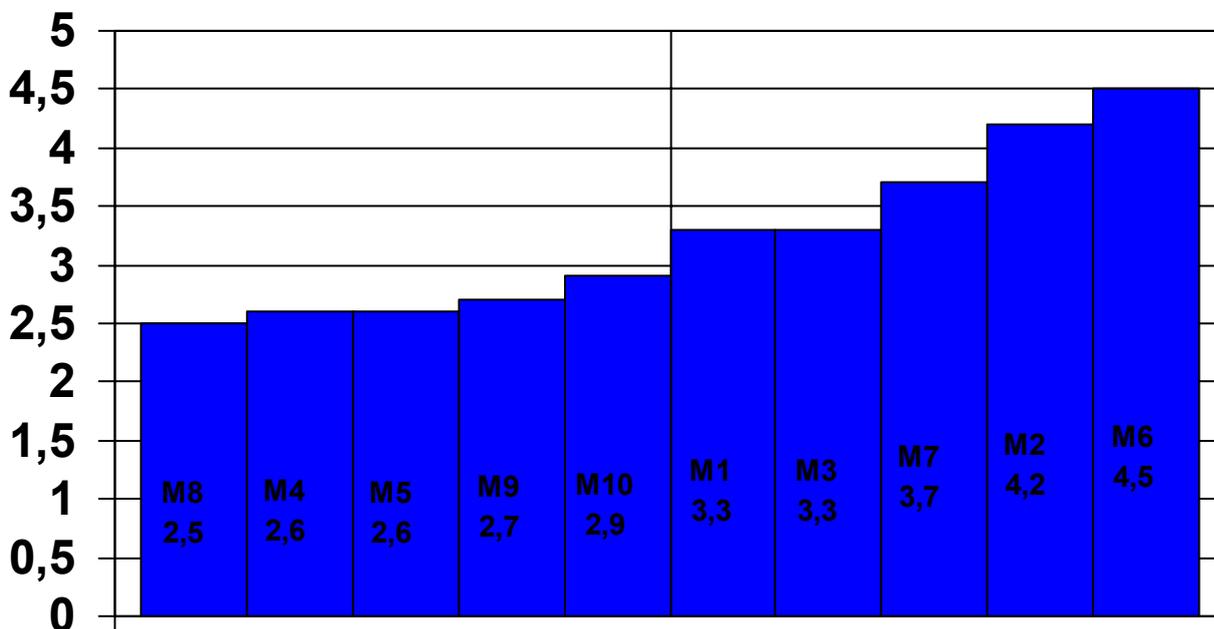


B 2.2 Frequenze e valori dei fattori metodologici

		freq	medie	errore standard
Qualità del contenuto	Coerenze degli obiettivi	223	3,2	0,12
	Rigore scientifico	224	3,9	0,06
	Aggiorn. e atual. contenuti	225	3,6	0,07
	Potenza euristica	224	2,9	0,08
	Spiegaz. scient. vs spieg. comune	220	2,5	0,09
Modalità di presentazione	Giustific. e contest. nuovi concetti e teorie	222	2,7	0,08
	Molteplicità dei codici di presentazione	225	3,5	0,07
	Registri di comunicazione	225	3,6	0,07
Attività proposte agli allievi	Osservazioni e misure	203	2,7	0,09
	Manipolazioni	185	2,6	0,09
	Comunicazione	194	2,8	0,1
	Applicaz. e trasferim. delle conoscenze	190	2,6	0,1
	Esperimenti	176	2,1	0,09
Valutazione	Valutazione formativa	211	3,6	0,11
	Valutazione sommativa	215	4,2	0,07

Rappresentazione grafica dei **valori medi** relativi alla “**Qualità del contenuto**”, nei 10 testi esaminati

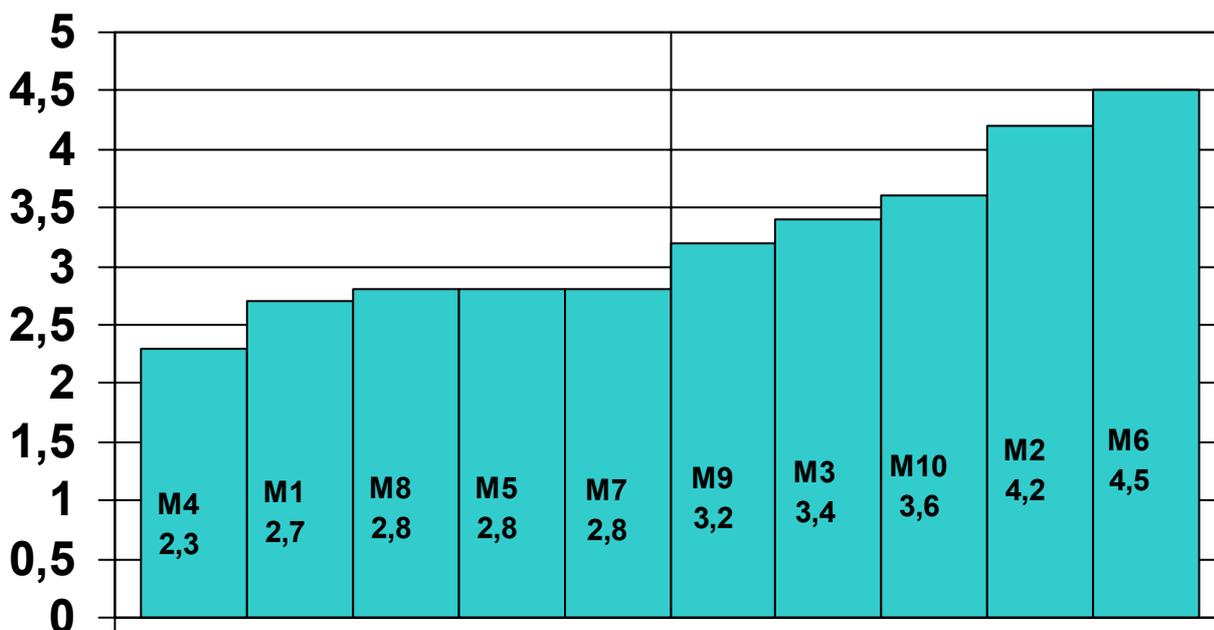
Val max: 5



Qualità del contenuto

Rappresentazione grafica dei **valori medi** relativi alla “**Modalità di presentazione**”, nei 10 testi esaminati

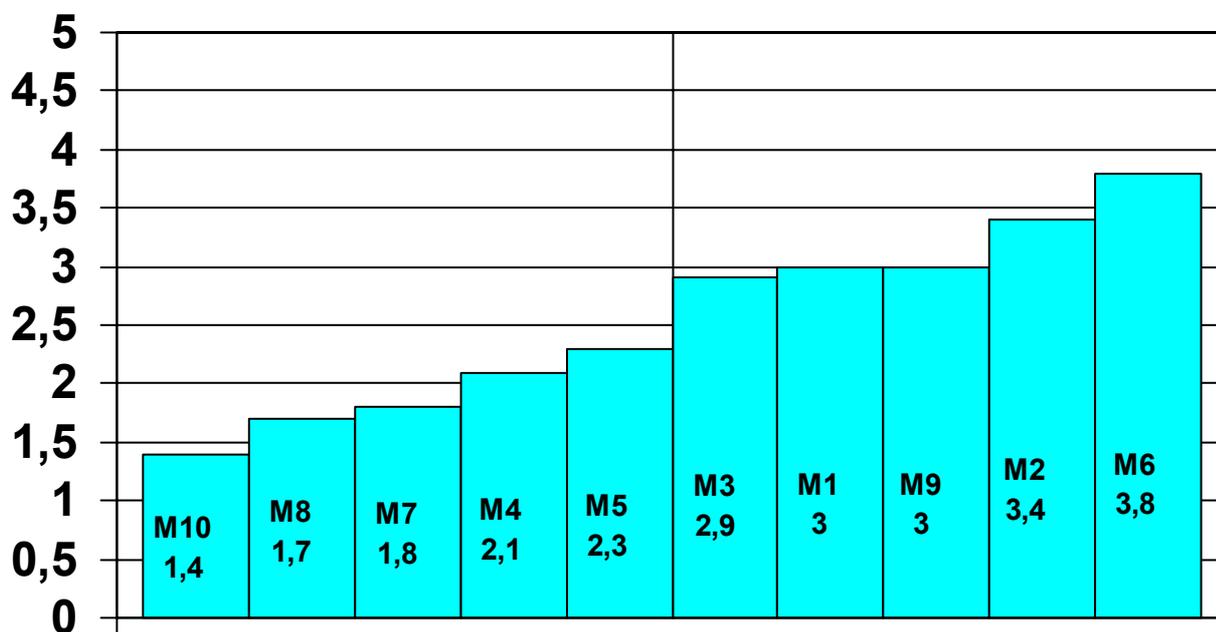
Val max: 5



Modalità di presentazione

Rappresentazione grafica dei **valori medi** relativi alla “Attività proposte agli allievi”, nei 10 test esaminati

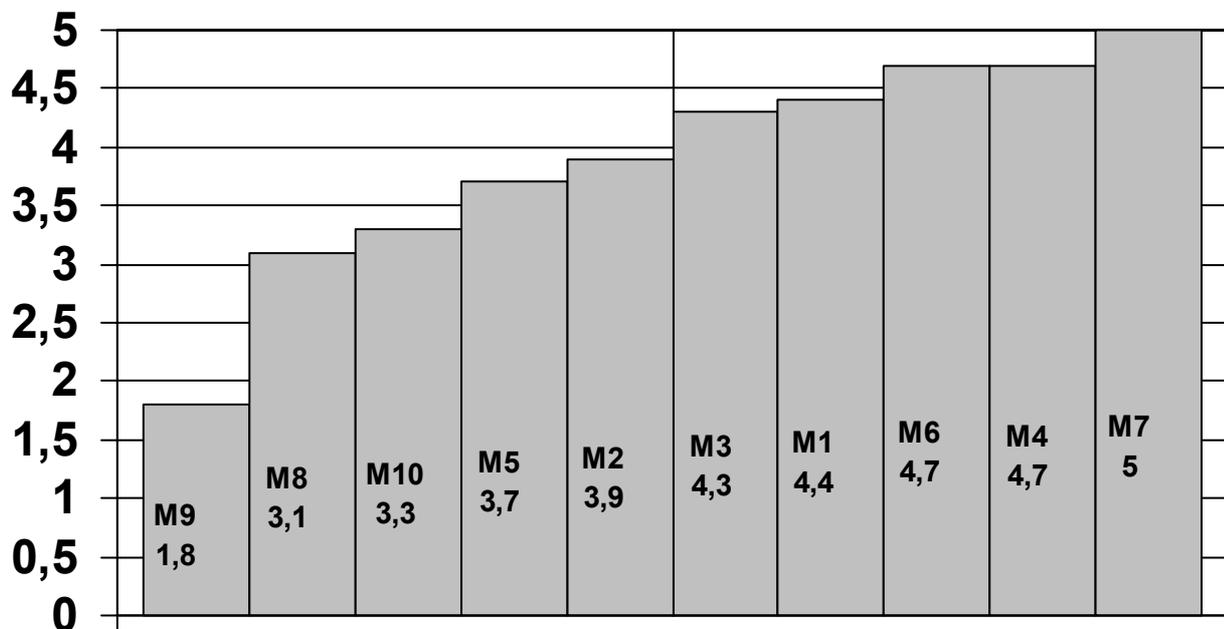
Val max: 5



Attività proposte agli allievi

Rappresentazione grafica dei **valori medi** relativi alla “Valutazione”, nei 10 test esaminati

Val max: 5



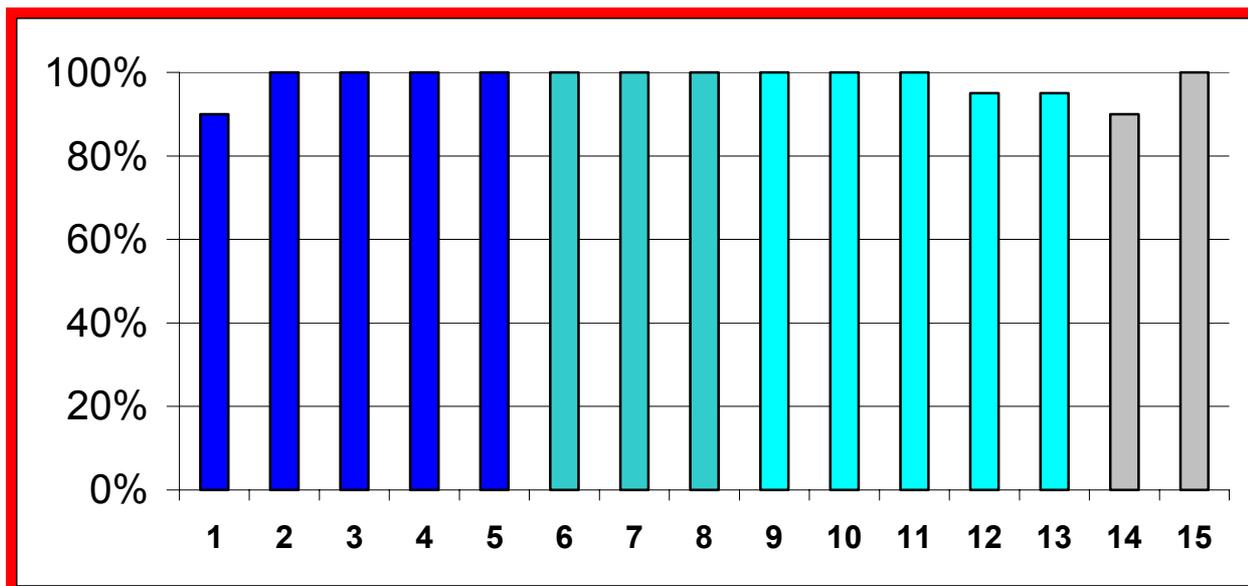
Valutazione

Rappresentazione grafica del numero di occorrenze e delle valutazioni attribuite alle metodologie nelle quattro discipline esaminate

SCIENZE FISICHE

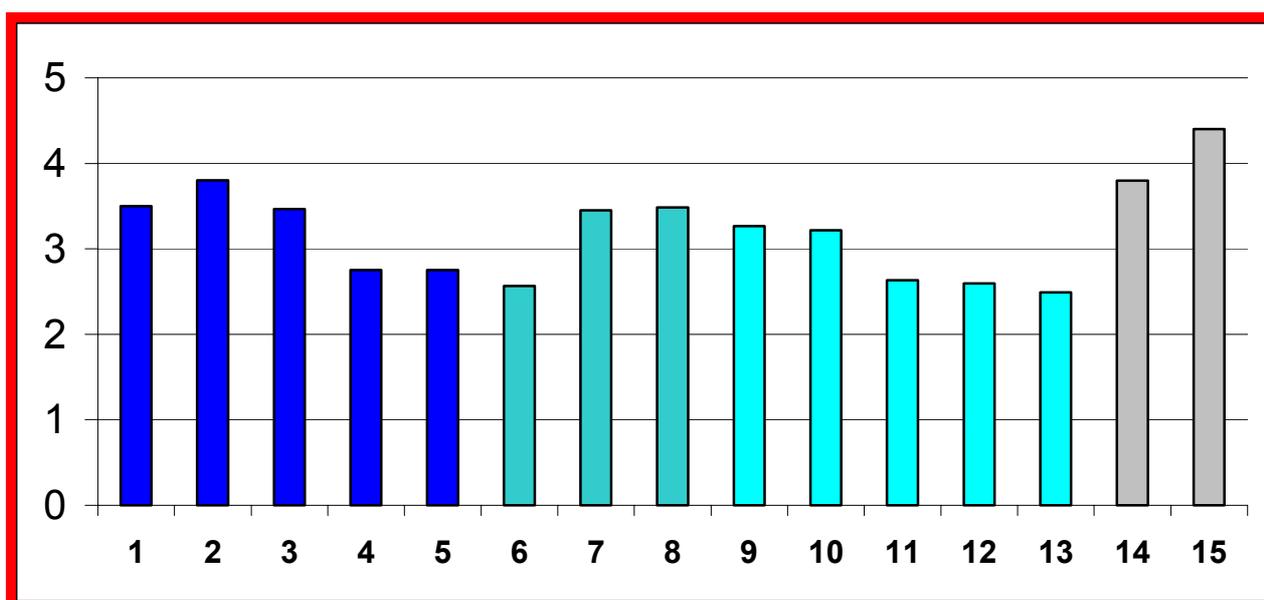
Frequenza percentuale delle singole metodologie nelle scienze fisiche

Freq max: 60



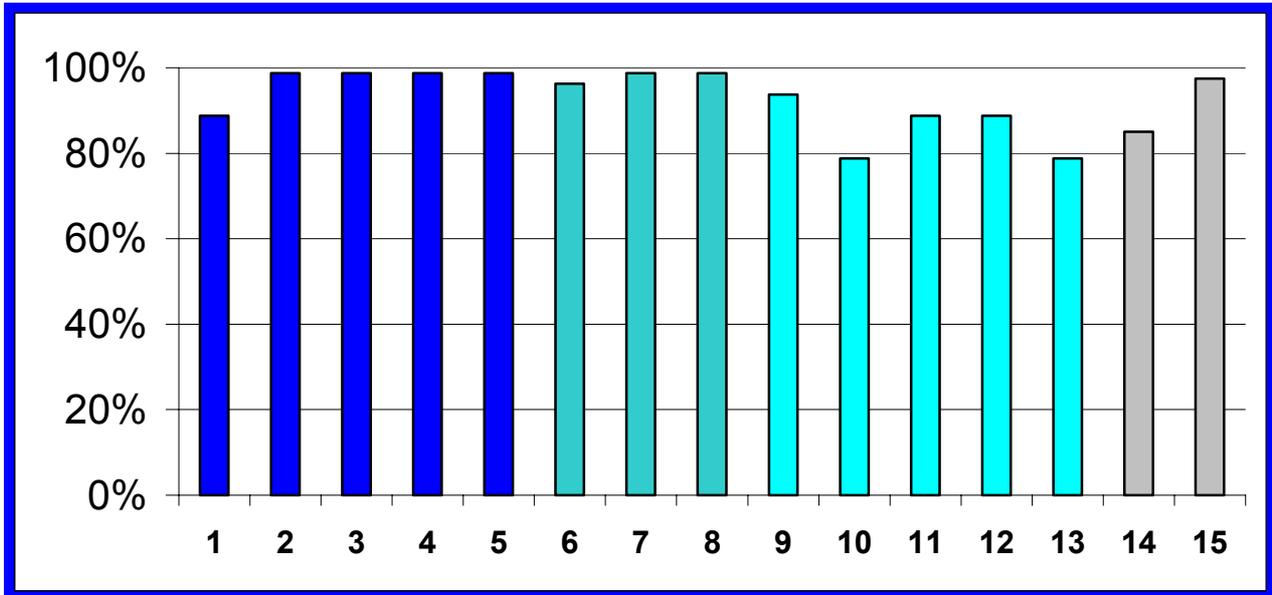
Valutazione assegnata a ogni singola metodologia nelle scienze fisiche

Val max: 5

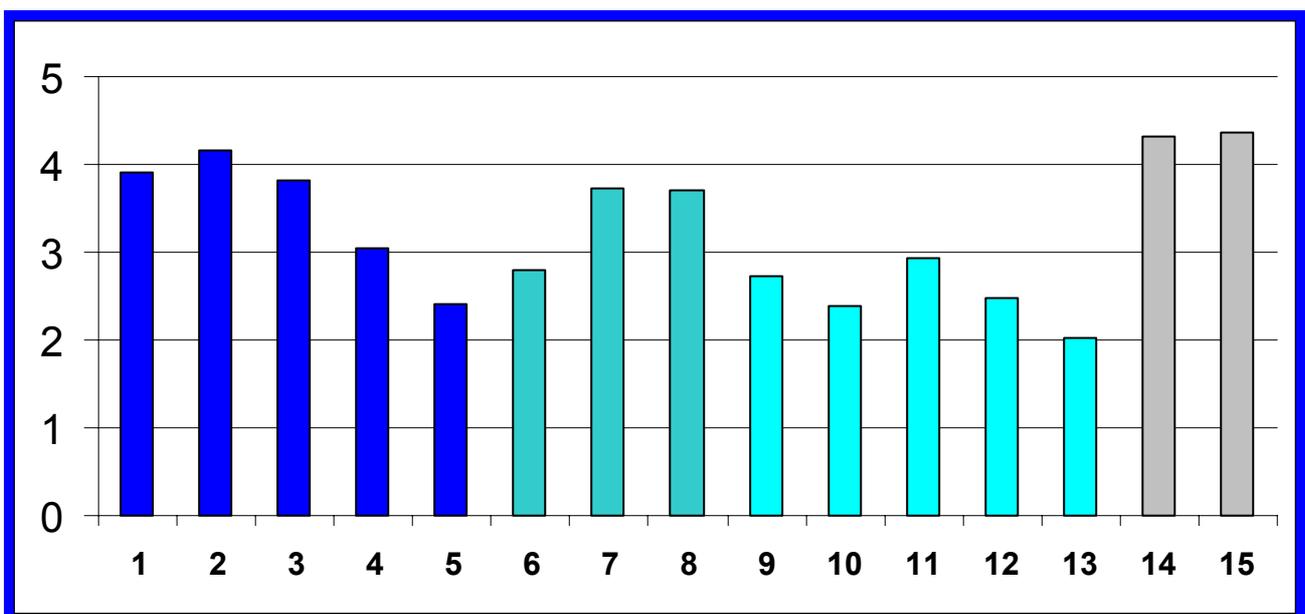


SCIENZE DELLA VITA

Frequenza percentuale delle singole metodologie nelle scienze della vita
Freq max: 80

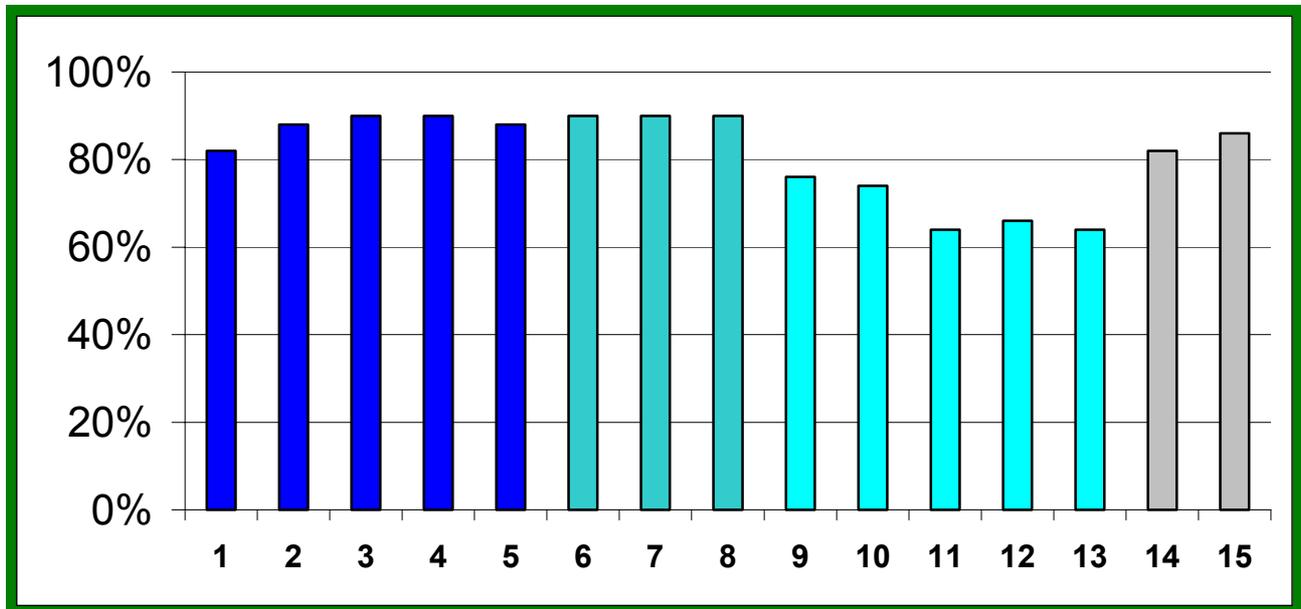


Valutazione assegnata a ogni singola metodologia nelle scienze della vita
Val max: 5

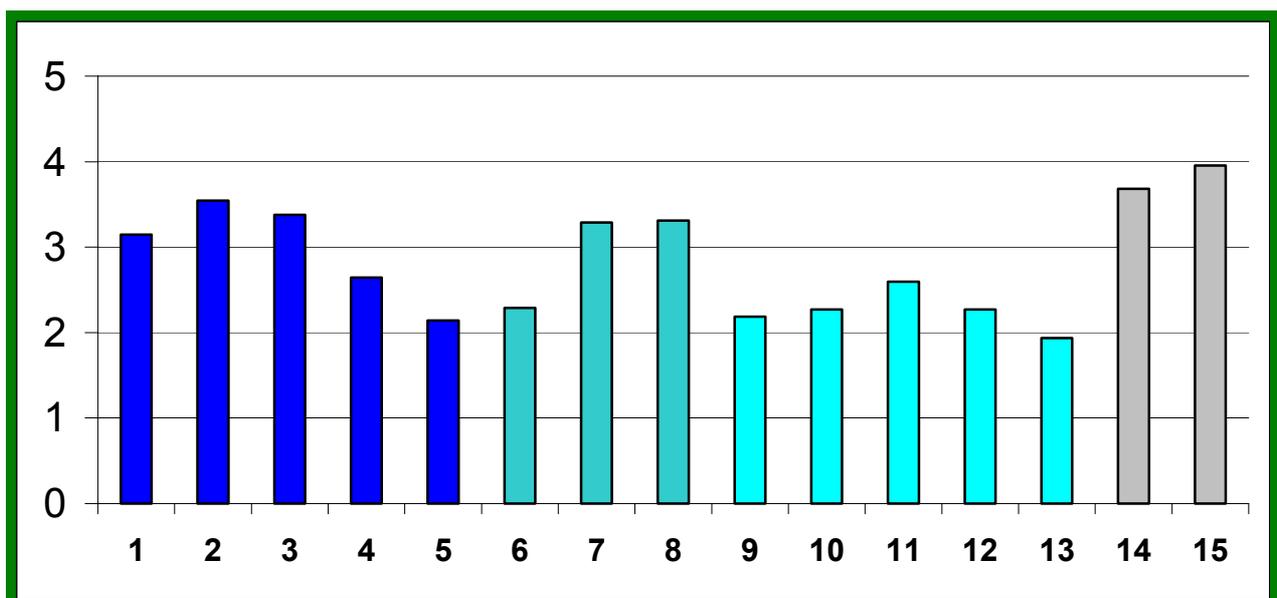


SCIENZE DELLA TERRA E DELLO SPAZIO

Frequenza percentuale delle singole metodologie nelle scienze della terra e dello spazio
Freq max: 50



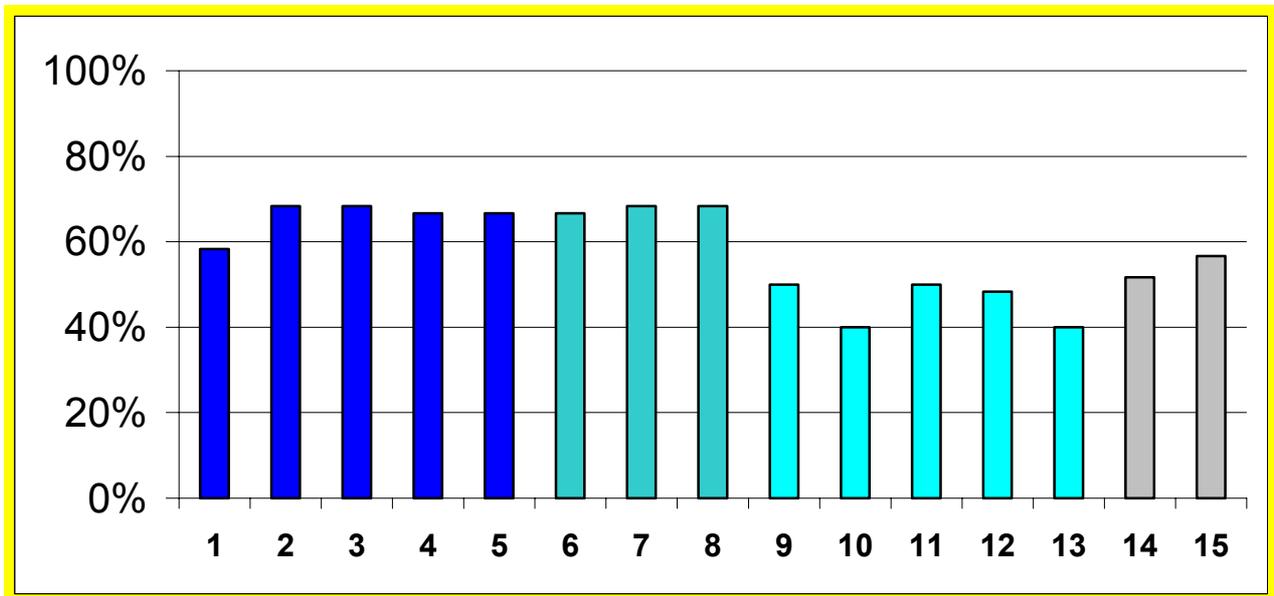
Valutazione assegnata a ogni singola metodologia nelle scienze della terra e dello spazio
Val max: 5



SCIENZE NELLA PROSPETTIVA PERSONALE E SOCIALE

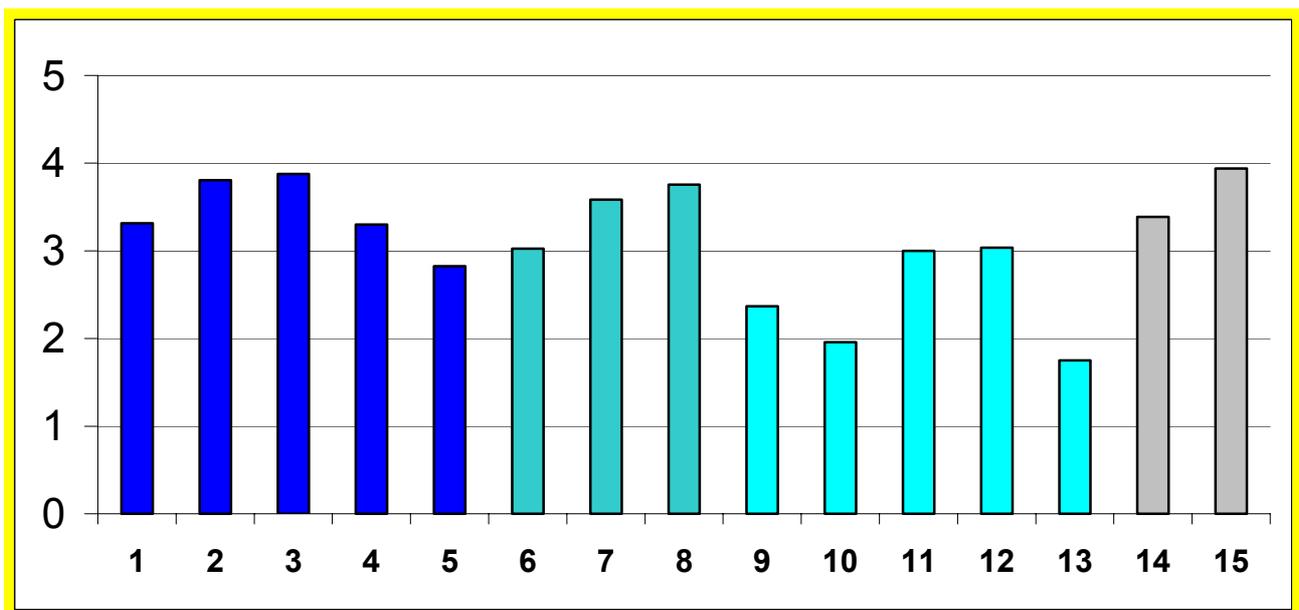
Frequenza percentuale delle singole metodologie nelle scienze nella prospettiva personale e sociale

Freq max: 60

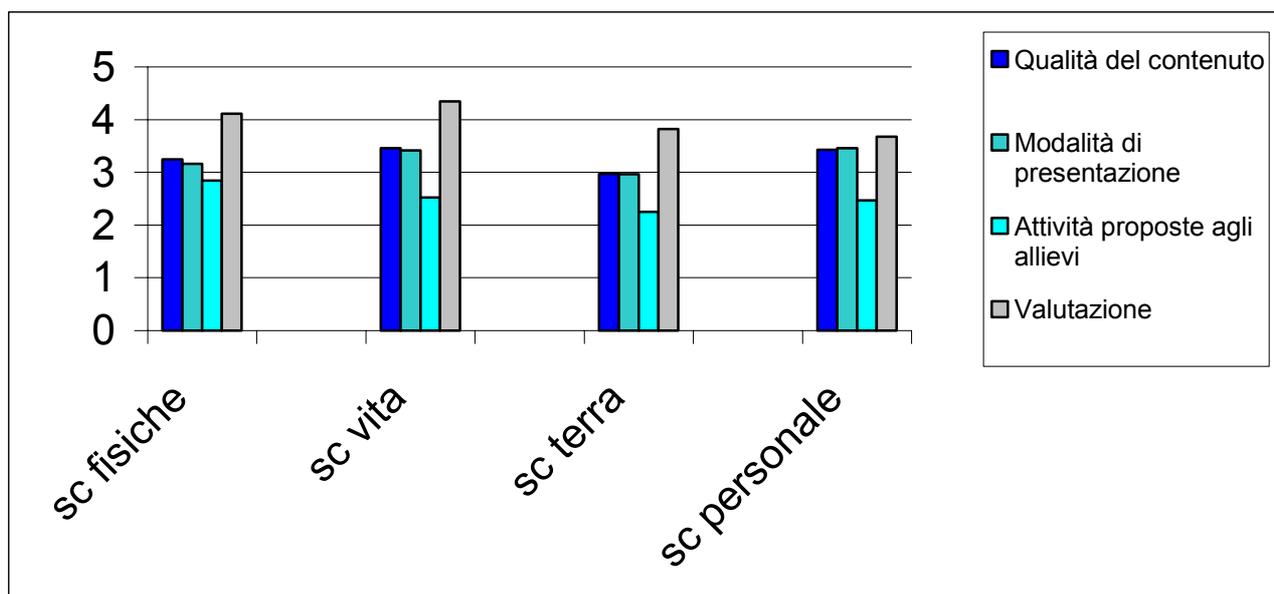


Valutazione assegnata a ogni singola metodologia nelle scienze nella prospettiva personale e sociale

Val max: 5



Rappresentazione grafica delle valutazioni attribuite ai quattro principali raggruppamenti delle metodologie, all'interno delle discipline esaminate nei 15 sussidiari per le scuole primarie.



C – Organizzazione e divisione del lavoro

- ***Gruppo di lavoro A*** (3 esperti di epistemologia e didattica delle scienze)

Mario Fierli, Annamaria Fichera, Pietro Greco

- ***Gruppo di lavoro B*** (5 docenti esperti di didattica delle scienze)

Anna Lepre, Rina Godoli, Leonarda Fucili, Simonetta Ghelardini, Adria Archetti

- **Un esperto di informatica e di elaborazione dati**

Angelo Todone

- **Un comitato di coordinamento**

Mario Fierli, Annamaria Fichera, Pietro Greco, Romeo Bassoli

**ELENCO DEI LIBRI ESAMINATI E RELATIVO PROSPETTO DI DISTRIBUZIONE
ALLE DOCENTI**

	CODICI	Archetti	Ghelardini	Fucili	Godoli	Lepre
SCUOLA PRIMARIA						
Bello da sapere IL CAPITELLO D. Corsini, C. Detti, V. Moranti, I. Rubaudo	E1	●				
Chiaro e Tondo MONDADORI SCUOLA Anna e Sara Rossin	E2		●			
Compagno di banco G. Olivieri, H. Girardet, A. Coen, D. Castiglia, L. Cajani, M.C.Bello LA NUOVA ITALIA	E3					●
Domino G. Flaccavento Romano, R. Kohler, S. Bianchi FABBRI EDITORE	E4				●	
Genius RAFFAELLO R. Magnalardo	E5					●
Gioco di Squadra CARLO SIGNORELLI De Stefanis S. Marrone	E6			●		
Il Cosmonauta ELMEDI M. Caimi, M.N. Caspani, P. Seregni	E7				●	
Il Leonardo JUVENILIA De Stefanis, S. Marrone	E8	●				
Impariamo a studiare NICOLA MILANO (a cura di R. Stella)	E9			●		
Le mie scoperte GIUNTI SCUOLA M. Ostini	E10					●
L'orso bianco PICCOLI C. Camoggi, L. Garini	E11	●				
Millennium IMMEDIA Chiara Biagioni	E12				●	
Mondorama CETEM (redazione Cetem)	E13		●			
SussiBlu D. Aceti, A. Masin, A. Santaniello THEOREMA LIBRI	E14		●			
Tg scuola G. Colosso, M. Miceli, M.G.Fumagalli, T. Viganò EDITRICE LA SCUOLA	E15			●		

	CODICI	Archetti	Ghelardini	Fucili	Godoli	Lepre
SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO						
Orizzonte Scienze MINERVA ITALICA F. Bertolotti, C. Bisi, P. Mascheretti	M1					
Natura EINAUDI Luca e Francesco Cavalli-Sforza	M2					
Corso di scienze ZANICHELLI C. Gori Giorgi	M3					
Scienze CARLO SIGNORELLI A. Bargellini	M4					
Incontro con le scienze MURSA SCUOLA M C Bestini, P E Danese, E Franchini	M5					
Osservatorio di scienze LE MONNIER P. Antonelli, C. Borgioli, s. Von Borries	M6					
Il libro delle scienze GARZANTI SCUOLA L Leopardi, M T Gariboldi	M7					
La materia e la natura FABBRI EDITORE G Flaccavento, N Romano	M8					
Scienze e natura LOESCHER A Acquati, C De Pascale, F Scuderi, V Semini	M9					
Moduli di scienze LA SCUOLA A. M. Mancini & G. Pellizzoli	M10	(esaminato da A. Fichera)				
La natura e la scienza Mezzetti LA NUOVA ITALIA	M11 escluso					
Scienze DE AGOSTINI	M12 escluso	(esaminato da A. Fichera)				