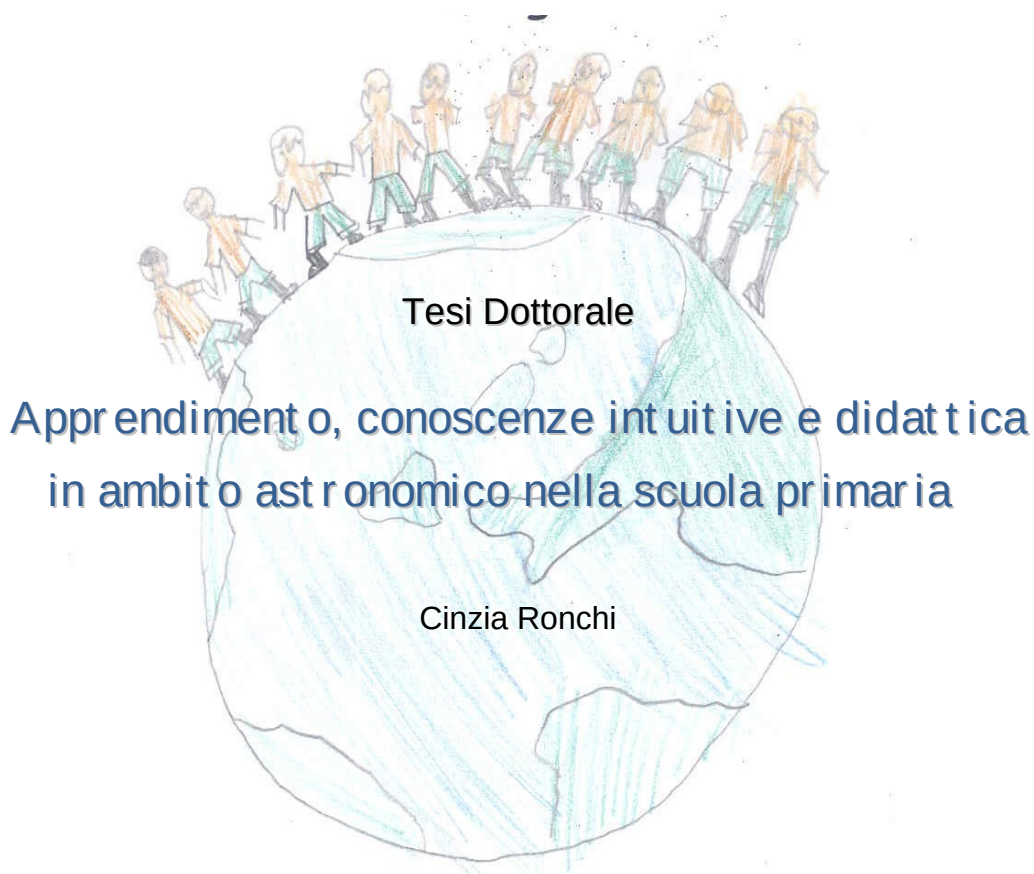

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA TRE

Dipartimento di Scienze dell'Educazione

Dottorato di Ricerca in Pedagogia – XXI Ciclo –



Docenti Tutor:

***Prof.ssa Paola Perucchini,
Prof.ssa Nicoletta Lanciano***

A Fabio e Andrea

Indice

INTRODUZIONE	8
PARTE PRIMA	
LE CONCEZIONI ASTRONOMICHE TRA EDUCAZIONE E CONOSCENZA	
1 <i>La ricerca pedagogica sull'insegnamento dell'astronomia nella scuola primaria</i>	13
1.1 Le origini storiche del dibattito sull'insegnamento scientifico	13
1.2 I silenzi italiani sull'educazione scientifica	17
1.3 La rinascita dell'interesse italiano verso le discipline scientifiche	24
1.4 Sperimentazioni e proposte per un curriculum integrato: il ruolo della fisica nella formazione scientifica di base	30
1.5 La comparsa dell'astronomia tra le discipline del curriculum della scuola primaria	37
1.6 L'ultimo breve e selettivo silenzio dell'educazione scientifica	47
2. <i>Le (mis)concezioni di bambini e insegnanti nella ricerca sul cambiamento concettuale</i>	51
2.1 Attuali sviluppi della ricerca psicologica sul cambiamento concettuale	51
2.1.1 Conoscenza e credenze: alcune definizioni operative	51
2.1.2 Misconcezioni e cambiamento concettuale	52
2.1.3 Modelli di cambiamento concettuale: due filoni di ricerca tradizionali	53
a. Modelli di cambiamento concettuale nella ricerca sulla didattica delle scienze	54
- Il modello del cambiamento concettuale (CCM)	55
- P-prims e le classi di coordinazione	56
b. Modelli del cambiamento concettuale nella ricerca sullo sviluppo cognitivo	56
- Teorie cornice, teorie specifiche e modelli mentali	58
- Categorie ontologiche	59
c. Modelli alternativi al cambiamento concettuale	61
- Modello della ricostruzione cognitiva della conoscenza (CRKM)	62

	- Modello cognitivo-affettivo del cambiamento concettuale, (CAMCC)	63
	- Una sintesi: verso un approccio integrato	63
	2.2 La ricerca sulle concezioni astronomiche dei bambini	64
	a. I primi studi sulle concezioni astronomiche infantili	64
	b. Un approccio cognitivista allo studio dei modelli mentali infantili	73
	c. Modelli alternativi al cambiamento concettuale: contesto, cultura e formazione dei concetti	78
	d. La prospettiva della conoscenza frammentaria	85
	2.3 L'influenza del metodo di indagine nella tipologia dei concetti espressi	89
	2.4 Didattica e cambiamento concettuale	92
	2.5 Gli studi sulle concezioni degli insegnanti e le loro aspettative sulle idee presenti nei bambini	95
	<i>SECONDA PARTE</i>	
	<i>LA TERRA, IL CICLO DI-NOTTE E LE STAGIONI NELLE RAPPRESENTAZIONI MENTALI DEI BAMBINI E NELLE ASPETTATIVE DEGLI INSEGNANTI</i>	
3	<i>Le concezioni astronomiche dei bambini</i>	99
	3.1 Introduzione	99
	3.2 Metodo	100
	3.2.1 Partecipanti	100
	3.2.2 Presentazione e caratteristiche dello strumento	100
	3.2.3 Procedura	104
	3.2.4 Codifica	105
	a. La forma e la gravità della Terra	105
	b. Il ciclo di-notte	108
	c. Il ciclo delle stagioni	114
	3.3 Risultati	118
	3.3.1 Obiettivo 1:Descrizione e caratteristiche dello strumento	118

	3.3.2 Obiettivo 2: Rilevazione delle concezioni dei bambini a diverse età	125
	a. La forma e la gravità della Terra	125
	b. Il ciclo dì-notte	133
	c. Il ciclo delle stagioni	142
	3.3.3 Obiettivo 3: Analisi dell'influenza della tipologia di item sulle concezioni	148
	a. Terra e tipologia di item	149
	b. Ciclo dì-notte e tipologia di item	152
	c. Stagioni e tipologia di item	154
	3.3.4 Obiettivo 4: Verificare la coerenza delle concezioni	155
	a. La stabilità della concezione di Terra	155
	b. La stabilità delle concezioni relative al ciclo dì-notte	158
	c. La stabilità delle concezioni relative al ciclo delle stagioni	160
	3.4 Discussione	161
4.	<i>Le concezioni astronomiche degli insegnanti e le loro aspettative circa le idee presenti nei bambini</i>	165
	4.1 Introduzione	165
	4.2 Metodo	167
	- Partecipanti	167
	- Descrizione dello strumento	167
	- Codifica	172
	4.3 Risultati	178
	4.3.1 Primo livello di analisi:	179
	- La forma della Terra e la gravità negli insegnanti in servizio e in formazione	179
	- Le concezioni sul ciclo dì-notte negli insegnanti in servizio e in formazione.....	182
	4.3.2 Secondo livello di analisi	186
	- Corrispondenza tra le concezioni attribuite ai bambini e quelle da essi realmente espresse circa la Terra.....	186

	- Corrispondenza tra le concezioni attribuite ai bambini e quelle da essi realmente espresse sul ciclo di-notte	188
	4.3.3 Terzo livello di analisi	191
	- Le concezioni circa il loro ruolo dell'insegnante e la didattica	191
	4.4 Discussione	200
	TERZA PARTE:	
	DIDATTICA E CAMBIAMENTO CONCETTUALE	
5.	Alcune esperienze di ricerca sul campo.....	206
	<u>STUDIO 1</u> : ANALISI DELLE CONCEZIONI INFANTILI SULLA FORMA DELLA TERRA E LA FORZA DI GRAVITÀ PRIMA E DOPO UN INTERVENTO DI ISTRUZIONE	206
	5.1. Introduzione	206
	5.2 Metodo	209
	- Partecipanti	209
	- Strumenti	209
	- Codifica	210
	- Procedura	211
	5.3 Risultati	212
	5.4 Discussione	216
	<u>STUDIO 2</u> : LA RESISTENZA AL CAMBIAMENTO NELLE CONCEZIONI CIRCA LA CAUSA DELLE STAGIONI IN BAMBINI E IN STUDENTI UNIVERSITARI DI ASTRONOMIA	218
	5.5 Introduzione	218
	5.6 Metodo	220

- Partecipanti	220
- Descrizione dello strumento	221
- Codifica <i>PARTE PRIMA</i>	222
- Procedura	226
5.7 Risultati	226
- Analisi delle concezioni infantili emerse prima e dopo l'intervento didattico	227
- Analisi dell'efficacia del percorso didattico svolto	233
- Confronto tra le concezioni espresse dai bambini e degli studenti di astronomia	236
5.8 Discussione	241
<u>STUDIO 3</u> :COMPARAZIONE DELL'EFFICACIA DI DUE METODOLOGIE DIDATTICHE DIVERSE NEL PROMUOVERE L'APPRENDIMENTO DELLE CONCEZIONI DI TERRA E CICLO DI-NOTTE	244
5.1 Introduzione	244
5.2 Metodo	246
5.3 Risultati	252
5.4 Discussione	263
CONCLUSIONI	266
BIBLIOGRAFIA	268
ALLEGATI	284

Introduzione

Numerosi studi in campo pedagogico e psicologico sulla formazione dei concetti scientifici hanno messo in evidenza come, al suo ingresso a scuola, il bambino abbia già sviluppato una robusta conoscenza del mondo fisico, derivata dall'osservazione dei fenomeni e dalle inferenze compiute sulla base di dette osservazioni, che egli utilizza efficacemente per spiegarsi oggetti e fenomeni legati alla vita quotidiana. Alcuni autori hanno sottolineato come, nel tentativo di non abbandonare le sue teorie sul mondo, egli giunga ad elaborare delle misconcezioni, ossia dei tentativi, a volte maldestri, di unificare tra loro informazioni contraddittorie.

Sono state sperimentate delle modalità di intervento didattico che muovano dalla concezioni presenti nei bambini e che propongano delle attività che muovano dalle credenze ingenue dell'allievo, consentendogli in tal modo di mettere alla prova le proprie conoscenze e rendersi gradualmente consapevole che esse, pur dimostrandosi efficaci per spiegare alcune circostanze della vita quotidiana, si rivelano talvolta inadeguate ad interpretare alcuni fenomeni. Alcuni autori hanno infatti sottolineato come, nonostante le molteplici ricerche sulla didattica delle scienze che hanno avuto luogo nel nostro Paese da circa 30 anni, nella scuola si tende ancora a dare un'immagine falsata e dogmatica della scienza, tendendo a trasmettere, e ad affermare come vere quelle nozioni che nel momento storico attuale sono accreditate e tralasciando proprio quegli aspetti legati al fare scienza, che dovrebbero far parte dell'insegnamento scientifico di base, il quale, più che indicare contenuti, dovrebbe far acquisire al bambino un 'modus operandi', un ulteriore modello concettuale con il quale osservare la realtà.

Se ciò è vero per l'insegnamento scientifico in generale, è particolarmente vero per le scienze fisiche e per i saperi legati ai fenomeni astronomici dei quali il bambino ha avuto esperienza diretta, e che costituiscono la base sulla quale poggeranno i saperi scientifici che la scuola gli permetterà di costruirsi. Se tali saperi non saranno considerati e valorizzati, l'insegnamento non farà altro che schiacciarli, edificando su di essi la struttura delle conoscenze scientifiche, e verosimilmente tutto l'edificio prima o poi crollerà, ad opera delle conoscenze sottostanti che riemergeranno prepotentemente, spazzando via il sapere scolastico.

Un simile insegnamento delle scienze tenderebbe a dare per scontato un percorso di ricerca della "verità" che all'umanità è costato più di 2000 anni (e che ancora non può dirsi compiuto) e che viene erroneamente ritenuto come posseduto a priori dal bambino. Al contrario, la robustezza delle rappresentazioni mentali che derivano dalla percezione sensoriale della realtà e che sono spesso in aperta contraddizione con il sapere scolastico, è facilmente provabile se solo si pensa al concetto di Terra sferica ed in movimento, introdotto dal sistema copernicano, che, pur avendo risolto agli astronomi alcune stranezze matematiche, costringe l'individuo a negare continuamente le informazioni che provengono dalla sua esperienza quotidiana in favore di quelle che lo raffigurano in bilico

su un pianeta che orbita attorno al Sole ad una velocità impressionante (della quale non ci accorgiamo affatto), che ruota su se stesso in maniera tale da avere periodi di illuminazione e di buio, e che è inclinato rispetto al piano dell'Eclittica quel tanto che basta per avere quelle variazioni climatiche che chiamiamo stagioni.

Il problema della presenza e della persistenza delle concezioni ingenue in campo astronomico non solo tra i bambini ma anche tra gli adulti e gli insegnanti, ai quali, tra l'altro, la scuola affida il compito di far apprendere tali concetti ai bambini, ha portato la dottoranda a riflettere sul ruolo e sulle responsabilità della scuola Primaria, nella formazione scientifica delle nuove generazioni, soprattutto in un paese, quale è il nostro, dove storicamente per cultura si è sempre intesa una cultura di tipo classico.

Nel primo capitolo del presente lavoro viene pertanto affrontato il tema del ruolo *storicamente* attribuito alla scienza come disciplina di studio nella formazione dei bambini e dello spazio assegnato a tale disciplina nel curriculum scolastico. Le radici storiche del dibattito pedagogico sull'insegnamento delle scienze nella scuola di base sono state rintracciate nella riflessione epistemologica americana, dalla quale scaturì quel movimento di riforma dei curricula che, a settembre del 1959, confluì nella Conferenza di Woods Hole sull'insegnamento scientifico. considerando la stessa tale data come parametro di riferimento è stata osservata nello stesso periodo, la situazione scolastica del nostro Paese, alla luce dell'emergente esigenza, in ambito europeo, di migliorare l'insegnamento scientifico ed unificare curricula e programmi di diversi Paesi.

È stata esaminata l'immagine di scienza che scaturiva dai Programmi scolastici e dalle indicazioni didattiche rivolte ai docenti di scuola primaria negli anni '50 ad oggi, con riferimento ai compiti ed ai limiti ad essa attribuiti, ed il risveglio dell'interesse nei confronti dell'educazione scientifica che ebbe luogo negli anni '60, quando cominciava a profilarsi l'idea di un curriculum integrato in cui confluissero saperi e prospettive diverse.

Gli anni '70 videro in fiorire di una serie di ricerche e sperimentazioni in campo didattico, condotte da équipes di insegnanti elementari, pedagogisti, fisici, biologi e ricercatori intenzionati a rinnovare l'insegnamento delle scienze fornendo ai bambini gli strumenti per 'fare scienza'.

Dopo un decennio di sperimentazioni didattiche e dopo aver assunto ruoli subalterni tra le discipline del curriculum, la scienza viene infine introdotta come ambito disciplinare specifico nei Programmi di scuola primaria del 1985, entrando a far parte del curriculum formativo dei bambini di tale grado di scuola. Tuttavia vi fu chi ebbe l'impressione che il ruolo assegnato alle scienze dalla Commissione Falcucci non fosse quello di una disciplina essenziale alla comprensione del mondo, ma di una disciplina che ne avrebbe arricchito la capacità di comprendere e rapportarsi con esso; quindi un posto non sostanziale, ma ancora marginale nella formazione dei giovani. Tuttavia il testo prevedeva dei chiari riferimenti a nozioni astronomiche di base riguardanti la Terra, il Sole, la Luna e le stelle, che entravano a far parte del bagaglio culturale dei bambini.

Con la riforma Moratti del 2003 l'astronomia viene rimossa dalle Indicazioni Nazionali, ad eccezione di un vago riferimento al 'globo' che ricorda molto alcune istruzioni di programmi tardo-positivistici.

Nel 2007 alcune attività legate all'astronomia vengono reinserite nelle Indicazioni dell'allora Ministro Fioroni, anche se non eguagliano lo spessore pedagogico che aveva dato origine al testo programmatico dell'85.

Nel secondo capitolo vengono messi in evidenza gli apporti della psicologia (dello sviluppo e dell'educazione) agli studi sull'educazione scientifica, e viene effettuata una rassegna della letteratura esistente sulle concezioni astronomiche dei bambini e degli insegnanti di scuola primaria.

La rassegna prende le mosse dai primi studi risalenti alla fine degli anni '70, nei quali si avverte l'impostazione piagetiana nell'esigenza di individuare una sequenza lineare di sviluppo delle nozioni, che risulta connessa all'età cronologica o all'acquisizione di abilità cognitive generali (Nussbaum e Novak, 1976; Nussbaum, 1979; Mali e Howe, 1979; Nussbaum e Sharoni Dagan, 1983; Klein, 1982; Sneider e Pulos, 1983; Jones, Lynch e Reesink, 1987; Baxter, 1989).

Verso la fine degli anni '80, compare la tendenza a considerare lo sviluppo cognitivo come un movimento per settori specifici di conoscenza all'interno dei quali avverrebbe una ristrutturazione più o meno profonda dell'organizzazione concettuale (Carey, 1985). Gli studi che appartengono a questa prospettiva teorica, di stampo cognitivista ed ispirata ad una visione modulare della mente (Fodor, 1999) fanno scaturire le concezioni dalla percezione individuale e da presupposizioni radicate basate sull'osservazione, e collegano l'origine delle misconcezioni all'interpretazione erranea di tali presupposizioni (Vosniadou & Brewer, 1987; 1992-1994 Ojala, 1992; Sharp, 1996; Samarapungavan, Vosniadou & Brewer, 1996).

Dalla metà circa degli anni '90 si assiste al fiorire di studi che si collocano entro una cornice teorica che considera le concezioni infantili come dipendenti dal contesto storico-culturale nel quale i bambini sono immersi (Vygotskij, ----; Bruner, ----) e che viene pertanto rivalutato (Lanciano, 1996; Sneider e Ohadi, 1998; Shultz, Säljö e WYndham, 2001; Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth, Panagiotaki e Siegal, 2003; Siegal, Butterworth e Newcombe, 2004; Nobes, Martin, Panagiotaki, 2005; Bryce e Bloom, 2006; Bloom e Bryce, 2006; Straatemeier, 2008).

Gli studi sulle concezioni astronomiche degli insegnanti di scuola primaria sorgono verso la metà degli anni '80, dopo che fu dimostrato da Lawrentz (1986) che la maggior parte dei docenti presentava conoscenza superficiale o errata di alcuni concetti di fisica elementare: si tratta pertanto di studi orientati a scoprire le misconcezioni possedute dagli insegnanti (Shoon, 1995; Atwood & Atwood, 1995; 1996; Trumper, 2000 a; 2000 b; 2001; 2002; Frede, 2006).

Un altro gruppo di studi è volto a realizzare percorsi di istruzione in grado di modificare le concezioni presenti negli insegnanti e/o migliorare la didattica. Atwood e Atwood, 1997; Schoone e Boone, 1998; Trumper, 2005; Brunsell e Marcks, 2005).

Utilizzando uno strumento di raccolta e valutazione delle concezioni individuali, nel terzo capitolo è descritto uno studio nel quale sono state indagate le concezioni di circa 200 bambini di una scuola primaria di Roma di età compresa tra i 6 e gli 11 anni.. Le concezioni esaminate sono: la forma e la gravità della Terra, il ciclo dì-notte e delle stagioni in un campione di 200 bambini di età compresa da 6 a 11 anni. uno degli obiettivi dello studio era quello di costruire una prova strutturata del tipo carta e matita che potesse essere facilmente utilizzabile anche dai docenti. Lo strumento, creato ad hoc dalla dottoranda sulla base della letteratura esistente, consente di discriminare vari tipi di concezioni attraverso differenti tipologie di item e di domande, e di individuare le nozioni possedute in base al sistema di riferimento utilizzato.

Nel quarto capitolo l'indagine viene estesa alle concezioni di Terra e ciclo dì-notte presenti negli insegnanti di scuola primaria in servizio ed in formazione, al fine di rilevare la possibile presenza di misconcezionianche in età adulta. È stato inoltre chiesto ai docenti di predire quale sarebbe potuta essere la concezione di Terra o relativa al ciclo dì-notte, espressa di un bambino di 8 anni, al fine di osservare se le previsioni dei docenti corrispondessero alle concezioni maggiormente presenti nei bambini. Dal momento che, come si è visto, un insegnamento che non tenga in considerazione le idee preesistenti degli allievi non è in grado di promuovere una comprensione profonda dei fenomeni, appare importante confrontare la corrispondenza tra tali aspettative e le concezioni realmente espresse dalla maggior parte dei bambini. l'indagine ha inoltre riguardato le opinioni dei docenti circa il ruolo dell'insegnante nell'apprendimento scientifico, gli strumenti e le strategie che essi sceglierebbero per introdurre i bambini al ciclo dì-notte, e le ragioni delle scelte effettuate.

Nel quinto capitolo sono presentati i risultati di tre ricerche in didattica dell'astronomia svolte dalla dottoranda in questi anni. Il primo è uno studio semi-sperimentale sull'acquisizione delle nozioni di forma e gravità della Terra attraverso un percorso a carattere epistemologico e mediante un lavoro basato sul globo.

Il secondo studio prende in esame la resistenza al cambiamento nelle concezioni relative al ciclo delle stagioni in u n gruppo di bambini, alcuni dei quali hanno seguito delle attività didattiche, ed un gruppo di studenti universitari di astronomia.

Il terzo studio mira a valutare l'efficacia di due metodologie didattiche (una basata sull'indagine personale e la scoperta e l'altra di tipo espositivo e basata sulla trasmissione di nozioni) nell'apprendimento delle concezioni di Terra e ciclo dì-notte,

PARTE PRIMA

LE CONCEZIONI ASTRONOMICHE TRA EDUCAZIONE E CONOSCENZA

Cap.1

La ricerca pedagogica sull'insegnamento dell'astronomia nella scuola primaria.

1.1 Le origini storiche del dibattito sull'insegnamento scientifico

Nel corso dei primi vent'anni del secolo scorso, la ricerca teorica nel campo delle scienze naturali e fisiche aveva formulato ipotesi e concetti destinati ad avere importanti conferme sperimentali e a produrre un generale ripensamento dei risultati ottenuti da tali scienze fino a quel momento. Le nuove teorie scientifiche (ad es. la teoria della relatività di Einstein, o la teoria quantistica) mostrarono un'immagine del mondo che apparve a molti filosofi e scienziati assai diversa da quella che le ricerche e le speculazioni teoriche avevano dato fino ad allora come presupposta.

Il progresso che aveva riguardato le scienze implicava pertanto una riflessione epistemologica sui caratteri fondamentali della conoscenza scientifica ottocentesca, dal momento che la maggior parte delle ultime scoperte scientifiche non scaturiva da processi induttivi (cioè dalla generalizzazione di un gran numero di esperimenti), ma da ipotesi teoriche che chiedevano all'esperienza di essere smentite o falsificate attraverso esperimenti cruciali creati ad hoc dallo sperimentatore (Popper, 1944).

Tale riflessione si estese fino a comprendere la revisione dei modi tradizionali con cui veniva impostato l'insegnamento di alcune discipline scolastiche, soprattutto nel campo scientifico e matematico, sia alla luce delle trasformazioni nei contenuti disciplinari a seguito del progresso della conoscenza scientifica, sia del bisogno di adeguare tali metodologie alle contemporanee acquisizioni in ambito psicologico. Proprio quel rapido arricchimento del patrimonio culturale aveva infatti provocato, in molti Paesi occidentali, una riflessione pedagogica circa le conoscenze che avrebbero dovuto far parte del bagaglio culturale delle giovani generazioni, ed una forte spinta a superare alcuni metodi didattici tradizionali, basati sul nozionismo e l'apprendimento mnemonico, che caratterizzavano in quel periodo l'insegnamento di tali discipline.

Uno dei precursori di tale cambiamento fu certamente Dewey, padre dell'attivismo pedagogico americano, che ebbe il merito di spostare l'attenzione dall'organizzazione formale delle discipline al discente: ricollegando il processo conoscitivo allo svolgimento di occupazioni attive, egli ravvisava nella conoscenza non già la semplice riproduzione del sapere ma la modificazione dello stesso individuo, che apprende attraverso una continua attività sperimentale. Nel saggio "Democrazia ed Educazione (1916)", l'autore sottolineava come la dicotomia tra l'astrattezza dell'istruzione delle scuole dell'epoca e la concretezza della realtà che i fanciulli vivevano fuori dalla scuola rafforzassero, anziché attenuarle, le disuguaglianze sociali.

Assegnando all'istruzione il compito di offrire a ciascuno i mezzi e la possibilità di realizzarsi indipendentemente dalla condizione socioeconomica di partenza, Dewey sottolineava la valenza democratica di un'educazione rinnovata che vedeva la scuola come un laboratorio di esperienza e di scoperta saldamente legato alla concretezza della vita. Il sapere scientifico rappresentava, in tale prospettiva, proprio il baluardo e l'organo di tale progresso sociale, dal momento che i risultati della ricerca scientifica divenivano patrimonio comune dell'umanità intera.

La fruizione della conoscenza scientifica, che rappresentava la forma più raffinata del sapere, risultava però riservata soltanto a coloro che sapevano cogliere e comprendere le

implicazioni logiche peculiari di tale sapere, cioè gli scienziati, rimanendo pressoché impenetrabile ai profani. I metodi di insegnamento utilizzati a quei tempi, basati sulla semplificazione di criteri e suddivisioni logiche formali, erano considerati da Dewey i principali responsabili di un apprendimento mnemonico e svuotato di significato. Pertanto l'autore propose di adottare un diverso tipo di didattica -sulla base dell'esperienza della "scuola laboratorio" di Chicago da lui fondata e diretta dal 1896 al 1903- che si fondasse non sui contenuti ma sull'esperienza del discente e che, ripercorrendo le tappe compiute dagli scienziati, consentisse al singolo di raggiungere livelli più elevati di conoscenza e di interesse verso la disciplina rispetto ai metodi di tipo tradizionale.

Stava per iniziare negli Stati Uniti un periodo di grande fervore ed interesse verso la creazione di nuovi programmi scolastici ed il rinnovamento dei metodi di insegnamento delle scienze nelle scuole di ogni ordine e grado. Tale entusiasmo, largamente ispirato dagli studi di Dewey, fu in parte ricollegato al sentimento statunitense di rivalsa che seguì lo shock del dopo-Sputnik, quando cioè gli americani si resero conto del ritardo scientifico-tecnologico del loro paese rispetto all'U.R.S.S., che aveva aumentato i finanziamenti federali per progetti educativi. Si assistette in ogni caso ad una partecipazione attiva da parte degli scienziati nella stesura di nuovi libri di testo per la scuola primaria e secondaria, e per il rinnovamento dei metodi di insegnamento delle discipline scientifiche. Questa revisione dei curricula scaturiva dalla constatazione che l'educazione scientifica non riusciva affatto a raggiungere gli obiettivi che si poneva, in quanto non si era rivelata in grado di trasferire nei curricula quello spirito di ricerca che caratterizzava il fare scienza (Pontecorvo, Fusé, 1981).

Bruner (2004) così ha descritto questo periodo di trasformazione:

C'era qualcosa di nuovo nell'aria. Un giro per gli Stati Uniti nell'estate del '59 avrebbe permesso di incontrare i matematici insigniti riuniti a Boulder, nel Colorado, quanto mai interessati alla stesura di nuovi libri di testo per la scuola primaria per quella secondaria inferiore e superiore. A Kansas City sarebbe stato possibile trovare un gruppo di eccellenti biologi intenti a produrre un film su temi come la struttura della pace o la fotosintesi, per i corsi di biologia per la decima classe. Ad Urbana, nell'Illinois, si lavorava con assiduità per ricercare come si potessero far comprendere concetti fondamentali della matematica agli allievi della scuola che ed è a Palo Alto si sarebbe incontrato uno studioso di logica matematica impegnato nel tentativo di creare siti utili per l'insegnamento della geometria agli allievi delle prime classi. A Cambridge, nel Massachusetts, si stava elaborando un corso "ideale" di euristica per studenti di scuola secondaria, nel quale erano impegnati non soltanto autori di testi scuola stoici e produttori di film, ma anche personalità di risonanza mondiale nel campo della fisica teorica ed esperimenti. In molti centri gli insegnanti venivano appositamente preparati a questo nuovo modo di insegnare la fisica da colleghi già esperti (p.19-20).

In quegli anni, educatori e psicologi andavano riesaminando metodi e programmi di insegnamento alla luce delle nuove istanze che emergevano dalla ricerca in campo psicologico ed educativo e dalla collaborazione sempre più stretta tra scienziati dell'università e insegnanti. Tale movimento di riforma dei curricula confluiti, a settembre del 1959, nella Conferenza di Woods Hole sull'insegnamento scientifico, alla quale presero parte, oltre a pedagogisti e agli insegnanti, anche studiosi dei diversi ambiti scientifici, che, come si è visto, si erano interessati ai problemi della stesura di testi e della realizzazione di sussidi didattici, nonché psicologi che si erano dedicati allo studio dell'intelligenza e dei processi di apprendimento. Dal confronto tra prospettive teoriche così diverse scaturiva lo spostamento del focus di interesse dalle dinamiche

dell'insegnamento scientifico ai principi fondamentali, a temi di grande respiro, che permettessero agli studenti, ad esempio, di "parlare la fisica", anziché "parlare sulla fisica" (Bruner, 2004).

Uno dei temi maggiormente discussi fu appunto quello di individuare il ruolo della struttura nell'apprendimento delle scienze: appariva necessario che già dai primi apprendimenti gli studenti comprendessero la struttura fondamentale della disciplina in modo tale che la conoscenza che ne conseguiva fosse trasferibile in altri contesti. Bruner (2004) sottolineò la presenza di alcune idee fondamentali che costituirebbero la struttura di ogni campo del sapere, quindi anche di quello scientifico, ed a partire dalle quali si doveva fondare l'insegnamento. Il concetto di struttura disciplinare venne poi ampliato da Schwab, un biologo che aveva collaborato al Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), il quale distinse tra strutture sintattiche –riferite ai quadri concettuali tipici di ciascuna disciplina- e strutture sintattiche –che riguardavano i modi e le procedure di verifica della conoscenza-. In altri termini, l'autore mise in evidenza che ogni disciplina aveva un proprio corpus di concezioni che ne determinava la struttura anche da un punto di vista sintattico, cioè procedurale (Pontecorvo, Fusé, 1981).

Un altro tema di discussione riguardava l'individuazione dell'età alla quale iniziare l'apprendimento scientifico: dalla Conferenza emerse che

(...) l'istruzione intorno a questi argomenti deve iniziare quanto prima, in una forma intellettualmente la più corretta possibile, ma compatibile con le forme di pensiero del fanciullo; più tardi questi concetti si svilupperanno in modi sempre più approfonditi (Bruner, 2004, p.76)

Secondo la visione bruneriana di apprendimento ciclico (o a spirale), il primo insegnamento di qualsivoglia disciplina doveva conformarsi a parametri di onestà intellettuale ed essere facilmente compresa dai bambini mediante quelle facoltà intuitive - supporre, formulare ed aderire ad una ipotesi-, lo sviluppo delle quali rappresenta uno degli obiettivi fondamentali dell'insegnamento stesso. In questa prospettiva, l'apprendimento di una disciplina come la fisica fu appunto visto come l'attuazione del comportamento proprio di un fisico, piuttosto che come la semplice appropriazione del "linguaggio del mezzo" presente nei testi scolastici.

Tra i problemi lasciati aperti dal dibattito di Woods Hole vi fu quello della cosiddetta scienza generale: gli studiosi cioè riconobbero l'esistenza di un certo numero di idee che ricorrevano in tutti i settori della scienza (ad esempio l'unità di misura, la categorizzazione, la definizione di un concetto in termini operativi, ecc.), chiedendosi pertanto se fosse il caso che l'apprendimento di tali idee avvenisse inizialmente all'interno di una singola disciplina per poi essere generalizzato alle altre (Bruner, 2004). Tale visione di scienza generale fu in seguito criticata in ambito scientifico per l'apriorismo propedeutico pregiudiziale con il quale era stato attribuito alla stessa un ruolo propedeutico, e per aver ridotto gli insegnamenti scientifici particolari a semplici branche di tale "improbabile scienza" (Bleza, 1994).

Le riflessioni emerse a Wood Hole furono tradotte in indicazioni didattiche per i nuovi curricula di scienze nelle scuole americane degli anni '50: un tema comune nei diversi livelli di scuola era che l'apprendimento doveva scaturire dal coinvolgimento attivo del discente in esperienze concrete di esplorazione della realtà svolte con l'uso di procedure di

esplorazione del tutto simili a quelle dei ricercatori. Di conseguenza furono abbandonati i libri di testo per il loro carattere noioso e nozionistico, e furono costruiti programmi basati su materiale di manipolazione che se da un lato slegarono lo scolaro dalla sua dipendenza dal libro, dall'altro distinsero l'apprendimento dalle sue capacità di lettura e comprensione del testo scritto.

Mentre i libri di testo accentuavano l'aspetto nozionistico e la memorizzazione delle conoscenze, i materiali didattici predisposti dalla National Science Foundation stimolavano più alte tecniche conoscitive, l'apprezzamento e la comprensione della scienza, per mezzo della ricerca, della scoperta, della discussione aperta, del pensiero creativo e della risoluzione dei problemi. Pur tuttavia, dopo un'iniziale popolarità del programma di sviluppo delle scienze negli anni settanta, che incrementò la dotazione del materiale delle scuole del 20%, si ebbe una serie di inconvenienti e difficoltà; molti insegnanti sono tornati ai vecchi metodi e l'insoddisfazione per l'efficienza scolastica americana è stata clamorosamente espressa recentemente dal presidente Reagan (Esposito, 1987 p.129).

Una delle probabili cause di una simile tendenza mediante la quale, nelle scuole americane degli anni '80 si tornò lentamente a modelli di insegnamento più vicini a quelli tradizionali basati sul libro di testo, può forse essere rintracciata proprio nell'importanza attribuita dalla nuova didattica alla figura dell'insegnante, alla quale erano richieste competenze organizzative, relazionali, di ricerca che spesso non possedevano. A ciò si aggiunse la percezione, da parte degli stessi insegnanti, che i metodi ed i materiali forniti loro dalla National Science Foundation non lasciassero troppo spazio alla libertà di insegnamento, ed infine il pregiudizio che tra essi serpeggiava circa il fatto che gli alunni, privati del libro di testo ed impegnati prevalentemente in attività di tipo manipolativo, imparassero meno.

Dal canto loro gli editori dimostrarono di saper approfittare di tali insicurezze per lanciare sul mercato dei nuovi libri scolastici nei quali alle nozioni si affiancavano stimolazioni all'apprendimento attivo, libri che risultarono graditi agli insegnanti e la cui adozione rappresentava un ulteriore incoraggiamento ad abbandonare i nuovi metodi educativi, che a dire il vero si erano dimostrati più efficaci di quelli precedenti nel promuovere l'apprendimento di abilità pratiche, il problem solving e lo sviluppo del pensiero critico.

In definitiva, si può ritenere che il movimento americano degli anni '50 per il rinnovamento dei curricula scolastici di scienze rappresentò comunque un importante crogiuolo culturale nel quale confluirono, come si è visto, molteplici prospettive teoriche e disciplinari che scaturivano a volte da esperienze scolastiche effettivamente condotte. Pur senza riconoscersi in un unico movimento attivistico unitario, i teorici dell'educazione nuova condividevano infatti alcuni temi che avevano contribuito, nei primi anni del '900, al sorgere e all'affermarsi di nuove esperienze scolastiche in Europa e negli Stati Uniti¹.

¹ A parte l'esperienza di scuola antiautoritaria realizzata in Russia da Tolstoj nella seconda metà dell'800, le prime istituzioni scolastiche riconducibili alle "scuole nuove" sorsero nel 1889 in Inghilterra ed in Spagna. Nel 1896 fu inaugurata dal Dewey la "Scuola sperimentale di Chicago", e, qualche anno più tardi (1903) in Germania sorsero le "Case di educazione in campagna", e la

Un tema comune a queste iniziative era l'insoddisfazione per funzionamento e per l'efficacia delle scuole del tempo, che sfociava in una critica (talora ingenua) all'insegnamento tradizionale di stampo autoritaristico, centrato sui programmi, caratterizzato dall'astrattezza e dalla trasmissione di nozioni. Un altro tema era rappresentato dagli orientamenti pedagogici con i quali si intendeva di superare detti ostacoli: la centralità del discente nel processo di apprendimento, intesa come adattamento del programma e dell'insegnamento allo scolaro e non viceversa; e la rilevanza assunta dall'esperienza concreta, dall'esplorazione attiva, dall'iniziativa personale e dalla partecipazione diretta dell'educando al processo di apprendimento.

1.2 I silenzi italiani sull'educazione scientifica

Se è vero che nella nostra scuola si sono susseguiti secoli illustri nel campo delle cosiddette discipline "umanistiche", è altrettanto vero che l'insegnamento delle scienze ha avuto alterne fortune nel curriculum della scuola di base italiana. Dopo essere stato a lungo confinato nelle accademie, nel '700 l'insegnamento scientifico fu introdotto per la prima volta nelle scuole secondarie, sottoforma di qualche nozione di astronomia e di geologia. Tale apertura si incrementò nel secolo successivo, grazie anche agli influssi della filosofia positivista, dando luogo a testi e programmi scolastici principalmente finalizzati alla descrizione dei regni naturali: la scienza vi era infatti definita soprattutto come "storia naturale (dal greco istoria)", ed era intesa come resoconto oggettivo. L'insegnamento si traduceva in senso nozionistico e nomenclatorio, nel tentativo di estendere al campo scientifico lo spirito "erudito" tipico degli insegnamenti letterari (Laeng, 1998).

"Scuola del bosco di Oden", ed in Belgio la "École de l'Ermitage" (1907) fondata da Decroly. Nello stesso periodo si assisteva all'apertura dell'asilo di Mompiano ad opera delle sorelle Agazzi, della "Casa dei Bambini" a Roma (1906) da parte di Maria Montessori e della "Scuola Rinnovata" fondata da Giuseppina Pizzigoni a Milano (1911), che assume in questo lavoro un rilievo particolare per il rilievo attribuito al metodo sperimentale come strumento di costruzione della conoscenza. Negli anni immediatamente precedenti il conflitto mondiale, negli Stati Uniti si assistette ad un processo di revisione critica nei riguardi di tali prime esperienze di innovazione educativa, che riguardò prevalentemente l'individualizzazione dei metodi educativi – ne sono esempio il "Piano Dalton" di Helen Parkhurst (1920) e le scuole di Winnetka di Carleton Washburne (1919)-. In Europa si dovette attendere la conclusione della prima grande guerra e il diffondersi dei totalitarismi per riaccendere la riflessione educativa: nomi come Claparède e Piaget diedero nei primi vent'anni del secolo scorso un contributo notevole al dibattito psicologico e pedagogico che sfociò, come si è visto, nella Conferenza di Woods Hole. Altre esperienze di scuole nuove riconducibili agli anni '20 furono: in Svizzera "écoles du Mail" fondata da Robert Dotrans; nel nostro Paese quella della "Scuola serena" di Muzzano e poi di Agno, diretta da Maria Boschetti Alberti; in Francia, le scuole nuove di Célestin Freinet.

Per farsene un'idea, basterebbe aprire qualche vecchio libro di testo pieno zeppo di schemi e tabelle, o rivedere i memorabili "cartelloni" (ve ne sono parecchi nelle raccolte didattiche presso L'Università di Roma) che una volta tappezzavano pareti di aule e corridoi. Meglio ancora, visitare qualche museo, ove ancora esiste, di quelli una volta annessi ai licei dei vecchi collegi, con le raccolte di fossili, di rettili e anfibi in alcol o formalina, di uccelli impagliati a decine sugli scaffali di lunghe serie di armadi. Talvolta c'è ancora un gabinetto di fisica e di chimica con macchine nichelate, ampole di vetro, una fornacella, una "lanterna magica" per le proiezioni luminose di lastre, e magari la poltrona del direttore, effigiato con barba e baffi in un dagherrotipo appeso alla parete (Laeng, 1998, p.23).

Nello stesso periodo facevano la loro comparsa anche le prime opere di divulgazione scientifica, concernenti la geologia, l'astronomia e l'etologia.

Nel tardo Ottocento, illustra Laeng (1998) qualcosa cambiò nella didattica delle scienze: si assistette cioè ad un "curioso silenzio selettivo" nel senso che se ne insegnavano solo alcune, o in un certo modo e non in un altro. In ogni caso l'insegnamento delle scienze appariva come un ammasso di nozioni tra loro disconnesse ed apparentemente senza un obiettivo comune: forse fu proprio tale consapevolezza a determinare nella mente dei futuri intellettuali di destra una sorta di repulsione viscerale verso l'insegnamento scientifico, ridotto a ripetizione mnemonica e vuota di significato.

Mentre in America, come si è visto, fervevano le iniziative di rinnovamento dei metodi di insegnamento delle discipline scientifiche alla luce degli apporti che derivavano da approcci teorici differenti, l'Italia era appena uscita da una guerra durata inaspettatamente tre anni e che ebbe un elevatissimo costo in termini di vite umane. L'allora Ministro della Pubblica Istruzione, Benedetto Croce, curò la preparazione di una riforma globale della scuola che, bocciata dall'ultimo parlamento democratico del Regno, fu poi revisionata e ratificata nel '23 da Giovanni Gentile, la prima riforma organica dell'interno sistema formativo italiano dopo la Legge Casati del 1859. Tale riforma ebbe il pregio della rapidità e della sintesi², ma anche il difetto della non democraticità, comune del resto anche alla pedagogia e alla filosofia che l'avevano ispirata (Blezza, 1994). L'impostazione generale della scuola pensata da Croce e Gentile rese l'insegnamento scientifico pressoché assente o marginale dalla scuola primaria, facendo scendere il "secondo grande silenzio sull'educazione scientifica (Laeng, 1998)", che durerà fino al secondo dopoguerra.

L'Attualismo filosofico dal quale Gentile prendeva le mosse si contrapponeva dialetticamente al Positivismo, ritenuto non come una corrente estremamente composita quale in effetti era, ma come un movimento unitario. Blezza (1994) sottolinea inoltre come

² Contrariamente a quanto avvenne per altre riforme come quella positivista di fine '800, quella del periodo giolittiano ad opera di Francesco Orestano e Luigi Credaro e quella ad ispirazione cattolica degli anni '50-'60, che scaturirono da una discussione decennale.

non solo Gentile, ma anche Croce criticasse la scienza senza avere alcuna preparazione in tal campo, come era costume tra gli intellettuali del tempo:

Vigeva, in sostanza, un rifiuto assoluto a considerare in positivo la scienza ed il suo intrinseco significato teoretico, e a consentire che l'uomo di scuola si valesse costruttivamente del contributo che tale forma di conoscenza poteva apportargli nella soluzione dei suoi problemi professionali. Si era trattato, per quanti visto, di un rifiuto del tutto aprioristico, indipendente da una qualsiasi cognizione di ciò che si rifiutava, ma basato su un convincimento in merito non controllato, né sorretto da una preparazione, da uno sfondo conoscitivo qualsiasi (Blezza, 1994, p.49).

Lo stesso autore sottolinea infatti come le critiche mosse alla scienza e alle opportunità formative di un curriculum di tipo scientifico, erano solitamente mosse da intellettuali delle scienze non avevano una profonda conoscenza e che pertanto non basavano i loro giudizi sulla scienza, ma su modi riduttivi ed esteriori di vedere la scienza, o su teorie filosofiche da essi malintese o caricature, aggiungendo fraintendimenti su fraintendimenti. Un'altra conseguenza di questo potente attacco alla scienza da parte di Gentile e degli intellettuali di destra in genere, fu la distruzione di quella ricca e vivace corrente di pensiero pragmatista che si andava sviluppando nel nostro Paese dagli inizi del '900.

La riforma aveva letteralmente spazzato via l'insegnamento scientifico nel ginnasio, mantenendolo a livelli minimi nella "scuola d'avviamento al lavoro". Nella scuola elementare era consentito l'insegnamento di alcune nozioni scientifiche tra le cosiddette "nozioni varie" e tra i "lavori donneschi e manuali": il che lascia trapelare, sottolinea Laeng (2008), l'importanza che veniva attribuita in quel periodo alle discipline scientifiche.

Rovesciando l'opera apprezzabile compiuta dai positivisti, soprattutto sul piano del metodo e all'interno delle cosiddette "Scuole Normali" (cioè, appunto di norme, nel senso di norme metodologiche e didattiche), Gentile negò l'esistenza di una problematica legata al metodo, vagheggiando un farsi estemporaneo

della cultura nell'interazione tra docente e discente, e giungendo a dire che il metodo era rappresentato dal maestro, nel suo essere uomo: "Sii uomo e sarai maestro (Gentile, 1937, p.407). La preparazione che il maestro riceveva nell'Istituto Magistrale, che sostituì le precedenti scuole, consisteva pertanto in una cultura precipuamente umanistica, non a caso carente nel versante scientifico (Blezza, 1994).

Dopo il secondo conflitto mondiale, a parte qualche sussulto neo-idealistico, la pedagogia italiana ha subito una scissione in due correnti, schierate l'una contro l'altra, come ha osservato Santoni Rugiu (1992): la corrente cattolica, nutrita dalle associazioni professionali di insegnanti cattolici, dai Centri Didattici nazionali e dai Circoli della didattica, e da altre iniziative della Pubblica Istruzione, largamente controllata dal clero; e la corrente laica, nel quale confluivano componenti riconducibili alla sinistra anche

estrema e posizioni intermedie, nelle quali si annoveravano nomi come Aldo Visalberghi, o Raffaele Laporta, o Lamberto Borghi (Bleza, 1994).

I pedagogisti raccolti intorno ad entrambe le correnti, quella cattolica e quella laica, erano comunque accomunati dal fatto di provenire dall'insegnamento nel grado di scuola primario o secondario, e per tale ragione le loro riflessioni scaturivano proprio da problematiche legate alla didattica, che aveva indirizzato il loro interesse al discorso pedagogico (Santoni Rugiu, 1992). Stava crescendo l'attesa di una riforma dell'intero ordinamento scolastico nazionale, che doveva tradursi nel rinnovamento politico e socio-culturale avviato dal gigantesco progetto Gonella, intrapreso nel '47 ma accantonato pochi anni più tardi. Nel periodo successivo il dibattito parlamentare si accese intorno al tema delle riforme scolastiche, ma al di là dei numerosi progetti presentati, furono emanati i Programmi Ermini per la scuola elementare, e fu attuata la riforma della scuola media unica (era il 1962) che in realtà produsse ben poche innovazioni, dal momento che gli altri gradi di scuola non erano stati riformati. Le teorie pedagogiche comparse dopo quella gentiliana non erano dunque riuscite a migliorare la situazione in cui la scienza e l'insegnamento scientifico erano stati confinati: e tale situazione, sottolinea ancora Bleza (1994) "...è rimasta largamente carente, come appunto l'aveva sistemata Gentile, per parecchi decenni (p.54)". Ad un simile impaludamento della scienza, intesa come disciplina scolastica da apprendere, corrispondeva però un suo lento quanto irreversibile insinuarsi tra le scienze dell'educazione che di lì a poco avrebbero rimpiazzato la vetusta Pedagogia.

"... quelle altre scienze dell'educazione che proliferano sempre più -potremmo dire per cariogenesi – dal nucleo originario della Pedagogia (Broccolini, 1990, p.56)"

L'uso del termine "cariogenesi" poteva forse suggerire proprio l'esigenza di categorizzare secondo schemi epistemologici la diversità degli approcci e delle prospettive che componevano le scienze dell'educazione: il concetto stesso di tassonomia educativa, che derivava dalla biologia sistematica, consisteva in uno schema di classificazione. Anche la fisica travalicò i suoi ambiti disciplinari lasciando che alcune teorie, come quella dei "sistemi dinamici", permeassero la riflessione educativa degli anni '80:

C'è innanzitutto, una dinamicità sincronica; in nessun momento, a nessuna età, in nessun contesto, esiste per così dire un ("il") modo di pensare di un dato individuo. Ciascuno di noi (...) in una data situazione pensa in una (più o meno grande) varietà di "modi"(...)

Il secondo aspetto, diacronico, secondo cui il pensiero è intrinsecamente dinamico, corrisponde al fatto che proprio a causa della sua struttura fondamentale (...) esso non "è" mai, ma sempre sostanzialmente "diventa" (Guidoni, 1986, p. 181)

Nella seconda metà del secolo scorso, il ristabilirsi di un clima democratico e la nascita di una nuova visione di scuola, si tradussero nella comparsa di filoni o movimenti, legati alla corrente laica, che si proponevano di cambiare la stessa in senso democratico, rinnovandone i metodi ed i contenuti di insegnamento. I tentativi di cambiamento che ebbero luogo - tra i quali quelli legati alla messa a punto di pratiche didattiche innovative per l'apprendimento della lettura e della scrittura, l'elaborazione dei piani di lavoro da parte degli insegnanti e l'adozione dei "centri di interesse" di Decroly-, riguardarono quasi esclusivamente la scuola elementare, così come la riconsiderazione per le scienze dell'educazione e verso alcune problematiche sociali (Blezza, 1994, p.63).

In quegli anni, gli echi di un certo attivismo americano si erano mescolati con alcune formule attivistiche spontaneistiche europee ed avevano dato luogo ad alcune istituzioni-tipo, sorte nel clima politico favorevole che aveva seguito la Liberazione: tra esse, la Scuola-città Pestalozzi a Firenze e la scuola del Centro Italo-Svizzero a Rimini, proponevano il rinnovamento dell'istruzione scolastica attraverso la continua ricostruzione pedagogica e didattica del proprio curriculum e riconoscendo il ruolo preponderante dell'azione concreta nell'apprendimento. A partire dagli anni '50 del secolo scorso, in Italia sorsero numerosi movimenti di "educazione nuova", che rielaborarono in maniera originale esperienze e suggestioni pedagogiche provenienti da contesti di ricerca americani ed europei. Tra essi, il Movimento di Cooperazione Educativa assume certamente un ruolo centrale ed esemplare per alcune peculiari caratteristiche comuni anche ad altre proposte innovatrici: si trattava di una iniziativa di docenti di scuola primaria, che si sostituivano volontariamente all'università ed al potere politico nell'intenzione di cambiare il modo di fare scuola; la collaborazione tra docenti riguardava anche la costruzione di modelli organizzativi e di strumenti didattici tesi a modificare quelli esistenti; la cooperazione come modalità di ricerca e di verifica della didattica via via messa in atto; la creazione e l'utilizzo nella didattica di strumenti scaturiti dall'ambiente, in modo da rendere l'istruzione scolastica più concreta e complementare ad esso (Laporta, 1978). Caratteristica distintiva del contributo dato dall'MCE alla discussione pedagogica del tempo era pertanto l'adozione di una prospettiva democratica anti-ideologica ed orientata alla scienza³.

Se si considera inoltre che in quegli anni alcune case editrici (come La Nuova Italia, nella collana "Educatori antichi e moderni") avevano promosso la traduzione e la diffusione delle principali opere dei più grandi pedagogisti internazionali, e che alcune riviste del settore (come "Scuola e Città" e "Orientamenti Pedagogici") allargarono il discorso sull'educazione al grande pubblico, si può considerare come nel dopoguerra

³ Anche se, precisa Blezza (1994), intorno al 1965 ebbe luogo un primo momento di trasformazione che, tre anni dopo, condusse il movimento ad un nuovo corso "rigidamente ispirato dal punto di vista ideologico (p. 22)". Tale nuovo corso comunque non modificò in maniera sostanziale l'ispirazione iniziale del movimento, anche per quanto riguarda la rivalutazione delle scienze nella formazione scolastica di base.

fossero disponibili gli “strumenti teorici e concettuali adatti sia a riprendere il discorso con la pedagogia internazionale, sia per riprendere in positivo il discorso del recupero della scienza (Blezza, 1994, p.64)”.

Una ripresa della scienza, sia come contributo alla pedagogia come scienza, ma anche come materia di insegnamento e prototipo di professionalità docente poteva essere infatti possibile nell’ambito del processo di defascistizzazione della scuola, se filoni teorici come quelli dell’attivismo, del pragmatismo, dello strumentalismo, fossero stati interpretati nella loro versione originaria e non ‘riveduti e corretti’. Sempre Blezza (1994) sottolinea come tali correnti avrebbero permesso una ben più profonda integrazione della scienza tra le discipline di studio: al contrario, dai movimenti teorici sopra citati scaturirono proposte riduttive e marginali (come, ad esempio, l’utilizzazione di tecniche di apprendimento di lettura e scrittura). Le tradizioni positivistiche italiane precedenti al ventennio fascista non furono reintrodotte nella scuola del dopoguerra, ma rimasero confinate “nello stesso dimenticatoio nelle quali Croce e Gentile le avevano a forza relegate (ibidem, p.67)”.

La scuola italiana non accolse nemmeno le istanze pedagogiche dell’allievo di Dewey, Charleton Washburne (1945), teorico dell’educazione progressiva e consigliere della commissione incaricata di rinnovare i programmi didattici per la scuola elementare: come osserva Catarsi (1990), le spinte innovatrici provenienti dalla resistenza e che avevano riguardato la scuola, furono così contenute dalla tendenza conservatrice del governo e dei cattolici, minacciati entrambi dal ‘pericolo comunista’.

A partire dalla fine del secondo conflitto mondiale e per più di vent’anni, le correnti filosofiche e pedagogiche che si rifacevano al cattolicesimo giocarono un ruolo determinante nella gestione della scuola, nel controllo dell’editoria scolastica, e nella gestione dei concorsi a cattedre per i diversi ordini di scuola: uno degli obiettivi posti da tale corrente era quello di recuperare la tradizione scolastica italiana, ma quello che in realtà avvenne, anche in questo caso, fu il mantenimento del silenzio intorno a quelle tradizioni positivistiche italiane ed a quelle scientifiche preunitarie del Lombardo-Veneto e del Granducato di Toscana. Il recupero cattolico delle tradizioni pedagogiche riguardava al massimo qualche elemento riconducibile al secolo precedente, alla Legge Casati del 1860. Il controllo cattolico sulla nostra scuola ha certamente influenzato la stesura dei programmi per gli Istituti Magistrali del ’52 e quelli per le scuole Elementari del ’55, nei quali, è appena il caso di ricordarlo, la religione cattolica si configurava come “fondamento e coronamento” di tutta l’istruzione, lasciando quasi inalterata la struttura gentiliana per quanto riguarda la scarsa attenzione dedicata alle scienze:

L’insegnante non manchi, infine, di avviare il fanciullo alla contemplazione della bellezza della natura, coronando così, anche ai fini spirituali ed estetici, lo studio dell’ambiente (art.55 DPR 503 del 14 Giugno 1955)

Altra caratteristica del predominio cattolico sull’educazione dell’Italia liberata, fu la banalizzazione dei termini ‘attivismo’ e ‘scuola attiva’, che finirono per perdere il loro

significato originale indicando più o meno qualsiasi cosa , qualsiasi processo educativo caratterizzato da una non meglio specificata ‘attività’: per tale ragione, sia nel caso dei Programmi per gli Istituti Magistrali del ’52 che nel caso di quelli del ’55 per la scuola Elementare, sarebbe stato meglio parlare di “scuola attiva secondo l’ordine cristiano”⁴. L’abuso del termine ‘scuola attiva’ arrivò a comprendere la semplice conduzione di un certo tipo di didattica che portava i bambini a collaborare tra loro: per arrivare a tale scopo era sufficiente fare qualcosa di insolito, condurre un nuovo esperimento, o applicare un nuovo metodo didattico. In sostanza, come sottolinea ancora Blezza (1994), la pedagogia spiritualistica cattolica si rivelò incapace di recuperare alcune componenti legate alla scienza nell’educazione scolastica, mantenendo di fatto inalterata la marginalità di tale disciplina fin oltre gli anni ’60. Tutto ciò nonostante alcuni autori come Casotti (1922) avessero criticato pesantemente le pedagogie riconducibili alla filosofia neo-idealista, ed avevano iniziato a rivolgere la loro attenzione all’educazione scientifica nel quadro della formazione dell’individuo. Lo stesso autore precisava che

(...) le scienze non sono né una conoscenza minore, come vorrebbe l’idealismo, né, viceversa l’unica conoscenza come pretendeva il positivismo. Le scienze sono conoscenza della realtà per essenza (...) attraverso concetti, né più né meno della filosofia; l’unica differenza fra le une e le altre sta nel diverso grado di astrazione col quale i rispettivi concetti son formati (Casotti, 1922, p. 265).

All’epoca di Gentile la chiusura verso le scienze era dichiarata ed era supportata da una elaborazione filosofica e pedagogica; nel secondo dopoguerra, tale chiusura si era tacitamente tramutata in un dato di fatto che fece piombare la scuola italiana in una sorta di anacronistico immobilismo culturale. Soltanto la scuola elementare sembrava aver recepito e fatto proprie alcune influenze riconducibili soprattutto al pragmatismo americano, del quale si rintracciavano alcuni segni nei programmi della ricostruzione, scaturiti dal lavoro della commissione insediata dal Ministro De Ruggiero e della quale facevano parte Codignola e come si è visto, Washburne.

Elaborati in un momento di grande fermento culturale e unione nazionale, i programmi del ’45 erano dotati di una carica innovativa e di uno spirito democratico tesi a diffondere una cultura di base ben oltre l’esigenza di contrastare l’analfabetismo strumentale, come illustra Santamaita (2000): se da un lato tali istanze dovevano servire ad annientare i residui del recente passato fascista, erano altresì portatrici di valori che travalicavano quel particolare contesto storico. Sul piano didattico, continua l’autore, da un lato si valorizzava l’importanza dell’esperienza del bambino e dell’ambiente familiare e sociale dal quale

⁴ A ben vedere, la nostra scuola non ebbe mai una riforma attivistica nel vero senso del termine, anche perché “quel po’ di Washburne che è filtrato attraverso tanti ostacoli negli anni ’40 sarebbe meglio chiamarlo, come fa lo stesso autore, ‘pedagogia progressiva’ (Blezza, 1994, p.73)”.

proveniva, e dall'altro si riconosceva per la prima volta il ruolo professionale dell'insegnante oltre alla sua funzione di modello ed esempio di comportamento. Tali programmi non furono ben visti dal mondo cattolico e furono gradualmente impoveriti mano a mano che i suoi esponenti rafforzavano la loro autorevolezza nella Pubblica Istruzione: non restarono in vigore che un decennio, scalzati nel '55 da quelli che emersero da un partito, un'ideologia ed una pedagogia -lo spiritualismo cattolico- che prevalsero anche a livello di legislazione scolastica.

La torsione in senso confessionale dei programmi Ermini, prosegue Santamaita (2000), era perfino più marcata di quella operata nel periodo fascista:

... non solo si ripeteva ad ogni piè sospinto che l'educazione religiosa costituiva il fondamento ed il coronamento di tutta l'istruzione elementare, ma si prescriveva altresì che la giornata scolastica avesse inizio con la preghiera 'che è elevazione dell'anima a Dio', seguita da canti religiosi e musica sacra. Non mancavano nei programmi del 1955 importanti acquisizioni del dibattito pedagogico internazionale; infatti il globalismo, il richiamo all'interesse del bambino e al 'mondo concreto del fanciullo' provenivano da quell'attivismo pedagogico che il pensiero cattolico aveva assorbito e declinato 'secondo l'ordine cristiano'(p. 126).

In linea con il conservatorismo della scuola elementare, anche l'Istituto Magistrale del '52 aveva mantenuto un'impostazione largamente in linea con quello precedente, di stampo gentiliano: per formare i maestri continuavano ad essere indicati quasi esclusivamente gli insegnamenti di tipo umanistico, fatta salva la matematica che sembrava essere l'unica disciplina di tipo scientifico a "salvarsi dall'olocausto gentiliano (Blezza, 1994 p.82)", forse perché, dal momento che veniva insegnata attraverso la ripetizione ossessiva di regole e formule, concorreva suo malgrado ad un progetto educativo teso all'omologazione acritica ed irrazionale degli studenti. In quel testo programmatico le discipline scientifiche venivano inserite solo a partire dal terzo anno, ed inoltre erano totalmente private della loro valenza educativa, riducendosi ad una sorta di "contemplazione estetica della natura (D.P.R. 503 del 14 Giugno 1955)".

In definitiva, gli atteggiamenti antiscientifici perpetuati dalla corrente cattolica erano riusciti a permeare non tanto la realtà sociale e civile italiana, quanto la scuola, a partire dalle sue basi amministrative e fino a giungere alle prassi didattiche. I primi segni di un'inversione di tendenza circa l'insegnamento della scienza nella scuola elementare iniziarono ad emergere nel decennio successivo, ma si tradussero in normativa scolastica solo durante gli anni '70.

1.3 La rinascita dell'interesse italiano verso le discipline scientifiche

Se si assume il periodo storico in cui ebbe luogo la Conferenza di Woods Hole (1959) come parametro di riferimento anche per la situazione del nostro Paese, si può osservare

esso rappresenti una serie di cambiamenti nei diversi campi della vita economica, sociale e politica del nostro Paese. Gli anni dal 1958 al 1963 sono definiti dagli storici

“... come il periodo del boom o del miracolo economico, definizioni giornalistiche con le quali si sottolineano i profondi cambiamenti che, a partire da quegli anni e con ritmo crescente in quelli successivi, hanno interessato il tessuto produttivo del Paese (Santamaita, 2000, p.161)”

Il numero degli occupati dell'industria aveva superato quello degli addetti all'agricoltura, e, se da un lato tale mutamento segnava la trasformazione della nostra società da agricola ad industriale, dall'altro aveva dato luogo ad un ingente fenomeno migratorio che avrebbe interessato per molti anni la nostra penisola in direzione sud-nord. Nello stesso periodo si diffondevano nelle case degli italiani la televisione e l'automobile, beni che avrebbero assunto un ruolo determinante nella trasformazione del nostro paese dal punto di vista economico ma anche dal punto di vista dei comportamenti di massa. Nel 1958 veniva a mancare Pio XII e veniva eletto papa Giovanni XXIII, durante il pontificato del quale la Chiesa gradualmente divenne consapevole della necessità di comprendere i segni dei cambiamenti sociali del tempo, e di adeguare moderatamente ad essi il suo magistero (Santamaita, 2000).

Sempre nel 1958, dal Trattato di Roma siglato l'anno prima, veniva alla luce la Comunità Economica Europea.

La scuola italiana appariva assai lontana dalle trasformazioni che stavano interessando il nostro Paese, pervasa da una burocrazia che la paralizzava, apparentemente rinnovata ma effettivamente impegnata a perpetuare una gestione ordinaria che, come sottolinea ancora Santamaita (2000) rappresentava comunque un successo in alcuni contesti degradati dal punto di vista socioeconomico. I mutamenti in atto nel nostro Paese, che determinarono l'innalzamento del tenore di vita, ebbero infatti tra le loro conseguenze anche un incremento della domanda di istruzione da parte delle famiglie che finalmente riuscivano a sostenere le spese per l'istruzione dei figli.

In quegli anni, una nuova fase politica vide una parziale apertura a sinistra della corrente cattolica diede luogo ad alcune importanti iniziative che, anziché riguardare un diverso progetto educativo restarono, sottolinea Blezza (1994) su un piano puramente formale ed istituzionale: la scolarizzazione di massa, l'abbattimento dei filtri selettivi tra livelli di scuola diversi, l'unificazione della scuola media, e, non da ultima, l'istituzione della scuola materna statale.

La società italiana iniziava a guardare alla scuola come ad uno strumento di promozione sociale, nonostante il fatto che, nonostante l'allargamento apparente della base sociale di istruzione, in essa continuasse ad operare una fortissima selezione anche a livello di scuola primaria:

Su cento iscritti alla prima elementare nel 1954-55, solo sessantasette uscissero dalla quinta classe nel 1958-59, solo quarantanove si iscrivessero nell'anno successivo alla prima classe della scuola media o dell'avviamento, per uscirne in trenta al termine del triennio: la fascia dell'obbligo pertanto perdeva in otto anni il 70 per cento dei suoi effettivi (Scuola di Barbiana, 1971, p. 143).

Vi era nel nostro Paese una pesante contraddizione tra la volontà politica di promuovere le classi subalterne con l'accesso degli studenti al livello di scuola successivo a quello elementare -che si concretizzò nell'abolizione degli esami di ammissione addirittura un anno prima dell'istituzione della nuova scuola media unica-, e la realtà di una scuola che non era pronta ad accoglierli, perché profondamente selettiva.

Come sottolinea Blezza (1994), nella scuola degli anni '60 non vi furono innovazioni sul piano dell'insegnamento scientifico, dal momento che le riforme attuate in quegli anni⁵ se in alcuni casi avevano assegnato alle scienze uno spazio meno inadeguato, non ne avevano tuttavia riconosciuto il valore culturale e formativo, riducendone la didattica ad una sorta di induttivismo ingenuo ed in alcuni casi dogmatico, che dall'osservazione dei fatti faceva scaturire direttamente la conoscenza ed implicava una chiusura aprioristica nei riguardi di altre modalità conoscitive. Questa visione erronea e fuorviante della scienza, prosegue l'autore, che era alla base del rifiuto di Croce e Gentile e della destra hegeliana in genere, si sarebbe perpetuata per decenni nella nostra scuola, mantenendo l'educazione scientifica ai margini del progetto formativo. Dietro il fallimento di numerosi interventi normativi che avevano l'obiettivo di essere innovativi e che in effetti restituirono alle scienze un minimo di rilievo nel curriculum formativo di base, vi era, secondo lo stesso autore, un misto di ostilità e analfabetismo nei confronti delle scienze da parte dei legislatori e dei grandi applicatori di quelle leggi.

In ogni caso stava affiorando nella società italiana un modo nuovo di guardare i problemi dell'istruzione, prima da parte di osservatori isolati e poi di settori via via più vasti dell'opinione pubblica, allargandosi alle associazioni scientifiche dalle quali scaturivano proposte e raccomandazioni didattiche che erano state spesso oggetto di discussione e confronto nel corso di Convegni.

Uno di questi Convegni, tenutosi a Roma nel 1958 ("Convegno nazionale sulla Didattica delle Scienze nella Scuola Primaria"), auspicava il recupero dell'osservazione della realtà nella didattica delle scienze, in quanto tale metodologia appariva più adeguata allo sviluppo delle potenzialità cognitive del fanciullo, come osservò nel discorso di apertura dei lavori l'allora presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Francesco Giordani.

⁵ Ci si riferisce alla riforma degli Istituti secondari del 30-09-1961, e alla Legge 1852 del 31-12-1962 istitutiva della Scuola Media Unica.

Nello stesso periodo, in ambito europeo emergeva la necessità della revisione di contenuti e dei metodi di insegnamento delle discipline scientifiche, in particolare riguardo le scienze fisiche, nelle scuole di ogni ordine e grado (MPI, 1963). Nel corso della Conferenza Generale dell'UNESCO svoltasi a Parigi (1962) era stato dato grande risalto al tema della diffusione degli insegnamenti scientifici nelle scuole, anche mediante la realizzazione di Convegni, pubblicazioni e ricerche comparative.

Un anno dopo, a Ginevra, la stessa Organizzazione delle Nazioni Unite aveva messo in relazione l'inadeguatezza della didattica delle discipline scientifiche con la carenza di insegnanti specializzati in tal senso.

L'Organizzazione Europea per la cooperazione e lo Sviluppo (conosciuta all'epoca con il nome di OECE, poi mutato in OCSE dopo l'adesione di USA e Canada, nel 1960) riconobbe l'esistenza di una relazione l'efficacia degli insegnamenti scientifici di un Paese con il grado di sviluppo economico raggiunto, progettando al contempo una serie di iniziative tese all'unificazione e all'ammodernamento dei metodi di insegnamento delle scienze in tutti i Paesi membri. Tali iniziative riguardarono l'organizzazione di seminari di studio o Convegni a carattere generale (come quello del 1960 a Bruxelles e quello di Istanbul del 1961), la pubblicazione di ricerche o testi-guida per gli insegnanti; la diffusione di raccomandazioni e suggerimenti didattici nei vari Paesi.

Il vivificarsi di un simile interesse da parte degli organismi internazionali interessò anche il nostro Paese che si impegnò in un'Indagine Nazionale sullo stato dell'educazione scientifica (MPI, 1963). Tra le premesse a tale indagine vi era la considerazione che la cultura scientifica stava acquisendo un carattere sovranazionale, e che pertanto era opportuno unificare programmi, contenuti e metodi didattici dei diversi Paesi, in modo che a parità di età e titolo di studio, la formazione e le conoscenze possedute da ciascun individuo in campo scientifico fossero equivalenti (MPI, 1963). Fu evidenziata la necessità che le discipline scientifiche fossero insegnate senza interruzioni per tutto il percorso scolastico, attraversando i diversi livelli di scuola fino all'istruzione universitaria; e che si dovesse rivalutare, dal punto di vista didattico, il ruolo dell'esperienza dell'allievo rispetto a quello delle spiegazioni fornite dell'insegnante; che, infine, fosse fornita agli insegnanti una preparazione adeguata, "pedagogicamente intonata allo sviluppo psicologico degli alunni e alle necessità didattiche di ciascuna disciplina (MPI, 1963, p.65)".

In sintonia con gli intenti espressi in ambito internazionale, nel 1962 una riunione di studio promossa dall'Accademia Nazionale dei Lincei e svoltasi a Roma (8-10 Maggio), affrontò il tema dell'educazione scientifica nell'istruzione di base, soprattutto in relazione alla questione della scuola media unificata. La discussione rispecchiava l'incremento dell'interesse da parte del mondo accademico per le discipline scientifiche che andavano in tal modo ad affiancarsi a quelle più squisitamente umanistiche.

L'analisi della situazione italiana sull'insegnamento scientifico elementare ed il proposito di far emergere dalla discussione pedagogica un orientamento che consentisse di superare i problemi legati alla didattica delle scienze, furono inoltre alla base di uno dei primi corsi residenziali sull'insegnamento delle scienze, organizzato nello stesso anno dal

Provveditorato agli Studi di Bologna e destinato ai maestri. Temi del corso furono la descrizione della situazione dell'insegnamento scientifico in Italia, il significato della scienza nella cultura dell'uomo, ed i metodi da seguire per promuovere nel fanciullo la formazione di uno spirito scientifico. Una formazione scientifica che doveva essere commisurata ai "poteri mentali di lui, ancora in via di maturazione (p.24)", e che tuttavia non per questo dovesse essere considerata una "scienza piccina (p.27)": ogni argomento poteva essere affrontato, adeguando il linguaggio ed i contenuti agli allievi, ed eventualmente rimandando parte del discorso ad un periodo successivo. Quella che veniva presentata come la "strada maestra (p.44)" per l'insegnamento scientifico, partendo dall'osservazione dei fenomeni e passando per il riconoscimento delle "leggi naturali" che li governano, si spingeva fino al riconoscimento della Verità, celata dietro le apparenze, che in ultima analisi non è dato conoscere neppure agli scienziati: "... il più alto insegnamento che si trae dalle scienze naturali è dunque un insegnamento morale, un invito al Bene (p.43)".

Nonostante l'enfasi a livello internazionale e nazionale, la scienza che arrivava a scuola era in larga misura, una scienza "addomesticata" da un potere politico che, come si è visto, ne delimitava rigorosamente il campo di azione e la valenza conoscitiva. In una società quale quella italiana dell'epoca, organizzata in maniera statica, sia la scienza che l'educazione erano dunque implicitamente funzionali alla conservazione e alla riproduzione di uno "status quo", assunto come dato permanente, mediante una sorta di "espansione del presente" che traeva origine e legittimità dal passato e che si dilatava nel futuro (Guidoni e Vicentini Missoni, 1979).

Una delle ragioni del fallimento di tanti interventi che pure si ponevano come innovativi nel corso degli anni '60, fu probabilmente il fatto che "erano scientificamente analfabeti i legislatori ed i grandi applicatori", come ha rilevato Blezza (1994), e che in fin dei conti, un tale "analfabetismo di fondo era voluto", essendo mancate per decenni le premesse teoriche, le teorie pedagogiche, quelle epistemologiche e storiografiche adatte a realizzare il fine educativo complessivo della scienza nella sua importanza umana fondamentale. Anche se quelle teorie pedagogiche che generarono e sostennero le riforme scolastiche di quegli anni erano considerate dai contemporanei come sufficientemente avanzate ed adeguate ai tempi, non lo erano comunque in maniera tale da sostenere una società in profondo mutamento culturale, e lo scoppio del cosiddetto '68, che colse di sorpresa il sistema che aveva amministrato la scuola per un ventennio sulla base di questi criteri, e determinò alcuni provvedimenti-tampone (destinati soprattutto alla scuola secondaria superiore e all'università) che più che rappresentare l'inizio dell'auspicato periodo di riforma, furono piuttosto gli ultimi atti dell'impostazione preesistente.

Il periodo di riforma profonda che caratterizzò la scuola italiana degli anni '70 fu reso invece possibile da fondamenti teorici diversi, provenienti dalla pedagogia (Laeng, Mencarelli, Scurati, Gozzer), dall'epistemologia (Antiseri), dalla didattica generale (Pellerey, Calonghi) nelle loro relazioni e legami con la scienza, oltre a fondamenti di

carattere psicologico legati all'acquisizione della conoscenza dei quali si parlerà in maniera diffusa nel capitolo successivo.

L'istituzione del tempo pieno nella scuola elementare (Legge 820 del 24/09/1971), la programmazione e la valutazione dell'azione educativa, la partecipazione e la sperimentazione didattica introdotti dal Decreto Delegati (Legge Delega 477 del 30/07/1973), l'inserimento degli alunni svantaggiati, la flessibilità e l'adeguamento dell'azione educativa (Legge 517 del 04/08/1977), furono caratterizzati da profonde riflessioni sul piano pedagogico e culturale, oltre che da una scientificità complessiva.

L'apertura alla scienza da parte di pedagogisti di matrice cattolica determinò di fatto una riapertura del discorso con la scienza e con la tecnica nella quale furono gettate le basi perché l'educazione e la scuola vi si aprissero anch'esse (Bleza, 1994). Pedagogisti come Laeng (1969; 1970, 1973), prosegue l'autore, ebbero un peso determinante nel riconoscere il ruolo della scienza, intesa sia come forma di conoscenza che come metodologia di indagine, anche in ambito cattolico, e nel cogliere dagli strumenti teorici e concettuali propri della scienza e della tecnica alcuni concetti importanti come la teoria dei sistemi, la teoria dell'informazione, la ricerca operativa, e così via. A questo autore, che ricoprì il ruolo di vice-presidente della Commissione che elaborò i Programmi del 1985 per la scuola elementare, spetta inoltre il grande merito di aver restituito alla scienza un posto meno inadeguato a livello di istruzione scolastica di base.

Le istanze attivistiche e pragmatistiche cominciarono a diffondersi anche nel mondo cattolico dell'epoca ad opera di Mencarelli (1972; 1974), la cui teorizzazione pedagogica poneva al centro il concetto di creatività intesa come potenziale educativo che si esplicitava sia sul piano dell'espressione artistica che in quello della ricerca scientifica, e che costituì un passaggio cruciale della Premessa ai Programmi della scuola elementare del 1985.

Un altro pedagogista che fece sentire la sua voce nell'ambito della formazione di base fu certamente Scurati (1973), il quale in un primo momento rivolse la sua attenzione a studiosi stranieri che presentavano una considerazione della scienza e della tecnica molto diverse dai pedagogisti che avevano monopolizzato la scuola italiana della seconda metà del '900. L'autore, assumendo un approccio sistemico vicino a quello proposto da Laeng, aveva colto la necessità di un cambiamento della scuola contemporanea che si configurasse come una serie di adattamenti e riadattamenti in grado di garantire la sopravvivenza del sistema e la diffusione al suo interno, del cambiamento stesso. L'attenzione ai cambiamenti che stavano avendo luogo nel campo della pedagogia e della didattica a base scientifica, portò l'autore ad auspicare il superamento della contrapposizione fino ad allora esistente tra cultura scientifica e quella umanistica, nel nome di una cultura generale che riconducesse ad un'unità profonda ed interdipendente i saperi in un umanesimo integrato.

A Gozzer (1967), pedagogista cattolico (ma originariamente socialista) si deve invece l'introduzione della tecnica e della scienza nei Programmi della Scuola Media Unica del 1962, anche se le "Osservazioni ed elementi di scienze naturali" sono state criticate per la presenza di una epistemologia induttivistica ed ingenua, mentre le "Applicazioni tecniche"

per lo scarso spessore culturale e la debole valenza cognitiva: si trattava tuttavia di un passo in avanti significativo rispetto ad esempio alla scuola elementare, nel quale solo dal 2003 esiste un insegnamento di “Tecnologia e informatica”.

Evandro Agazzi (1974; 1984), un famoso epistemologo che si era dedicato a studi teorici sulle scienze ed in particolare la fisica, alla quale rivendicava il carattere di attività conoscitiva immediata, e ne sottolineava in particolare le implicazioni educative, aveva formulato una visione di scienza come di un sapere “costruito con caratteristiche di rigore ed oggettività, dotato di una propria autonomia metodologica di indagine, organizzato secondo un piano di consapevole sistematicità e organicità razionale (1984, p. 13)”.

Un altro epistemologo che ebbe un ruolo chiave nel cambiamento della visione della scienza fu Antiseri (1977;), non solo per aver divulgato nel nostro Paese l’opera popperiana, ma anche per essersi occupato di didattica delle scienze e di formazione dei docenti, introducendo così tale disciplina nel concreto dell’azione didattica. Tale opera di divulgazione scaturiva dalla constatazione che l’insegnamento scientifico era carente, ed ebbe come risultato quello della diffusione all’interno della scuola di concetti come l’insegnamento per problemi, la falsificabilità delle ipotesi e l’attenzione alla metodologia e alle teorie che guidano l’insegnamento.

Sul piano della didattica, Pellerey (1979) contribuì a diffondere il metodo della progettazione didattica, derivato “da una serie di studi e contatti con il mondo della scuola (p. 9)”. Tale volume resta ancora oggi un punto di riferimento essenziale per chiunque si occupi di tale materia, come sottolinea Blezza (1994), anche se naturalmente occorre considerare che la legislazione scolastica è cambiata. L’esigenza di cambiamento postulata dall’autore riguardava anche il rinnovamento della formazione professionale dell’insegnante, il quale, analogamente al medico, doveva essere in grado di fare una diagnosi della situazione iniziale, raccogliendo informazioni soggettivi ed oggettive ed elaborare un piano di intervento.

1.4 Sperimentazioni e proposte per un curriculum scientifico integrato: il ruolo della fisica

In questo clima di riflessione pedagogica, epistemologica e didattica, si assisteva ad un lavoro sperimentale di progettazione, realizzazione e verifica di nuovi curricula per l’educazione scientifica nella scuola dell’obbligo da parte di pedagogisti e psicologi interessati allo sviluppo cognitivo infantile, ma anche di ricercatori delle diverse discipline scientifiche (fisici, biologi, matematici, ecc.).

Uno di questi gruppi, formatosi nel 1972 e riconosciuto un anno dopo come “Gruppo Università-Scuola” formato da insegnanti e docenti universitari mossi dall’intento comune di progettare un curriculum di sviluppo cognitivo finalizzato allo sviluppo di abilità generali la cui formazione può e deve rientrare nell’ambito della scuola elementare (Arcà e collaboratori, 1979).

Il gruppo si è inizialmente dedicato all'esame critico dei più significativi progetti di curriculum scientifico elaborati per la scuola di base in ambito anglo-americano: il progetto ESS, il progetto SCIS e l'AAAS, diffusi negli Stati Uniti, che si differenziavano a livello di strutturazione interna per il grado di rigidità e gerarchizzazione delle proposte didattiche (si andava infatti da un massimo di strutturazione nello SCIS a proposte totalmente destrutturate dell'ESS). Alla base di tali differenze vi era, secondo questi autori "una sottile ma profonda disistima per l'insegnante medio (p. 49)" che aveva condotto in alcuni casi all'elaborazione di "programmi " 'teacher-proof', cioè a prova di insegnante", contenenti scansioni rigide di passi e successioni, oppure omettendo del tutto di indicarli.

Esaminando nel dettaglio i vari progetti, gli autori individuarono altri punti di criticità. Dalla lettura del libro di Karplus e Thier (1971) e dalle varie guide didattiche per gli insegnanti relative al Progetto SCIS, gli autori percepirono non tanto l'esigenza di contribuire alla formazione integrale del soggetto, quanto di creare individui istruiti quel tanto che basta ad inserirsi in una società nella quale la scienza e la tecnica hanno assunto un ruolo predominante. Da una sperimentazione didattica condotta da alcuni insegnanti di scuola elementare, introdotti a tale Progetto da un corso MCE svolto nel 1967, risultò che tra i bambini che avevano seguito pedissequamente le attività proposte dallo SCIS e quelli che avevano partecipato ad attività in cui le attività dello SCIS costituivano soltanto degli spunti non si erano registrate differenze sul piano della motivazione, ma sul piano della significatività degli apprendimenti, dato che i bambini del secondo gruppo avevano mostrato una comprensione più profonda dei contenuti.

Il progetto Science 5/13, sviluppato dopo molti anni di ricerca in Inghilterra, si proponeva "di sviluppare nel bambino un atteggiamento scientifico – a partire da curiosità e manipolazione – nei confronti della realtà di cui ha esperienza diretta (p. 59)", spesso a prescindere dagli specifici contenuti di apprendimento. Saldamente ancorato ad una visione piagetiana dello sviluppo cognitivo, questo progetto prevedeva l'esistenza, nella stessa classe, di bambini a diversi livelli di sviluppo per ciascuno dei quali l'insegnante doveva diagnosticare con continuità il livello di sviluppo al fine di indirizzarlo nelle attività individuali o collettive. Si trattava, secondo Arcà e collaboratori (1979) di una tacita assunzione del fatto che la scienza dovesse essere insegnata, e di un'attenzione forse eccessiva alle dimensioni comportali dell'apprendimento che metteva in evidenza la mancanza di riflessione circa le ragioni ed il ruolo di un tale insegnamento nella formazione dei bambini.

Del tutto diverso doveva invece apparire il primo in ordine temporale dei progetti americani, l'ESS, che sottolineava di non fondarsi su teorie cognitive specifiche, né su visioni particolari della scienza, ma che metteva in luce l'esigenza di coinvolgere totalmente il bambino nelle attività proposte: "il bambino deve lavorare con le sue mani, la sua testa, la sua emotività (p. 71)". Di fronte al pericolo di avvicinare i bambini alla scienza attraverso scale graduali e programmate, così diverse dai problemi della vita reale, i compilatori del progetto mettevano in evidenza il rapporto affettivo che legava il bambino con i fatti, i suoi pari e l'insegnante, al quale veniva affidato il ruolo di sostenitore,

stimolatore ed organizzatore dei processi attivati nel bambino, l'ultimo dei quali era rappresentato dalla concettualizzazione (attribuire un nome alle cose o ai fatti osservati). "Probabilmente la paura di strutturare un curriculum troppo rigido ha condotto i programmatori a sottovalutare l'importanza di certi procedimenti-base e strutture che pure sono l'ossatura del nostro dominio intellettuale della realtà (p.74)".

A partire da queste esperienze, Arcà e collaboratori (1979) avviano un percorso di ricerca svoltosi in una scuola Montessori di Roma, proponendo una serie di attività scientifiche mirate allo sviluppo di abilità e competenze che integrassero quelle fornite dalla scuola primaria. In questo senso, la metodologia didattica proposta, fondata sulla realizzazione di esperienze scientifiche da parte dei bambini, era finalizzata sia all'acquisizione di abilità specifiche, sia alla definizione e verifica di un diverso rapporto pedagogico.

Nel corso dei cinque anni di ricerca, partendo dalla progettazione e realizzazione di attività didattiche in classe con i bambini, il gruppo di ricerca ha via via approfondito in maniera sistematica discipline facenti capo a diverse aree: fisica, matematica, biologia e scienze umane, ed ha proseguito la sua attività organizzando seminari di formazione e studio per insegnanti su temi come l'insegnamento scientifico integrato, la matematica, la biologia, la fisica, le attività espressive e le scienze umane. A questi seminari sono seguiti dei corsi di formazione per insegnanti, svolti sui temi della fisica, delle attività manuali e tecniche, della storia e le scienze sociali. Nel 1976 fu inaugurato un 'Centro pilota per insegnanti' presso l'Istituto di Fisica dell'Università La Sapienza di Roma, dotato di una propria biblioteca dedicata ai problemi del curriculum e dello sviluppo cognitivo, di attrezzature utilizzabili per la ricerca e di locali per organizzare incontri, discussioni, seminari, ecc (Formisano, Grazzini Hoffman, Landi, Vicentini Missoni, 1979).

Nell'elaborare un curriculum innovativo di educazione scientifica per la scuola elementare, Pontecorvo e Guidoni (1979) sottolineavano l'importanza di adottare un'ottica multidimensionale nei riguardi delle metodologie di ricerca, dei sistemi di concetti e degli apporti dei singoli campi scientifici: in altre parole, gli autori tentavano di "stabilire un rapporto tra la conoscenza scientifica organizzata nelle discipline, lo sviluppo cognitivo nelle sue diverse dimensioni e nei suoi condizionamenti e un intervento educativo più consapevole e verificato (p. VII)".

Su tali questioni nel 1976 fu organizzato dall'Accademia dei Lincei un Convegno nato dall'attività pluriennale di ricerca del Gruppo Università-Scuola, nel corso del quale emersero alcuni temi fondamentali in ordine alla definizione di un curriculum di educazione alla conoscenza: la necessità di considerare la nuova visione di scienza che era scaturita dalle riflessioni epistemologiche ma anche dalle ricerche di psicologia cognitiva sulle rappresentazioni mentali e dalla psicolinguistica; di tenere conto delle peculiarità delle diverse discipline scientifiche (fisica, biologia, matematica) nel loro sviluppo storico, nelle loro interazioni reciproche, e dei contributi che ognuna di esse poteva apportare alla costruzione di una conoscenza significativa; di elaborare un approccio integrato al

curricolo che non si non si fermasse ad un livello pre-disciplinare ma riconoscesse e valorizzasse la specificità di ogni disciplina come forma di rappresentazione della realtà.

Una delle questioni che emersero fu quella relativa all'interazione tra le conoscenze scientifiche fornite dalla scuola e le conoscenze possedute dal bambino, alla luce della competenza linguistica e delle inferenze che egli è in grado di compiere: capire una frase, secondo Parisi (1979) significava integrarla nella propria struttura (o mappa) concettuale. Le conoscenze che il bambino possiede, frutto della sua esperienza vengono codificate sottoforma di linguaggio orale, definito da Olson (1979) come

“ uno strumento flessibile, non specializzato, adatto ad ogni scopo, con un basso grado di convenzionalità, in cui i significati delle frasi devono essere ‘negoziati’ in funzione delle relazioni sociali e della preesistente visione del mondo dei partecipanti, insieme al contesto in cui si inserisce il linguaggio. La codificazione della conoscenza in una forma compatibile con il linguaggio orale si può chiamare senso comune. È questa la rappresentazione della realtà e il tipo di linguaggio che il bambino porta con sé a scuola.

Lo strumento fondamentale dell'insegnamento scolastico era invece rappresentato dal linguaggio scritto, che rappresentava

“ uno strumento specializzato di una cultura alfabetica e scolarizzata. (...) Il linguaggio scritto adempie diverse funzioni intellettuali, in quanto esige significati espliciti, rimane come artefatto visibile per ripetute letture e riflessioni e riorganizza le funzioni logiche e sociali. È un mezzo essenziale per la formulazione delle affermazioni astratte e vere che costituiscono la conoscenza oggettiva; è estremamente importante per le particolari conquiste mentali che chiamiamo intelligenza concettuale; ed è anche lo strumento fondamentale per l'insegnamento scolastico formale.

L'autore distingueva tra la conoscenza di senso comune (Dewey, 1974; Shutz-Luckmann, 1973), costituita da quelle rappresentazioni della realtà che sono funzionali allo svolgimento di attività pratiche, sono rivolte ad uno scopo e sono socialmente apprezzate, dal sapere scientifico e teorico, teso alla ricerca di leggi universali.

Caratteristiche del senso comune sono: la sua dipendenza dal contesto; la scarsa coerenza dei criteri di validità, cioè del fatto che alcune situazioni possono smentire la validità di una generalizzazione senza che questo modifichi tale conoscenza; il suo procedere per esempi e non secondo regole formali; il suo comprendere giudizi e classificazioni operate mediante l'attribuzione di valori che riflettono il punto di vista e l'esperienza personale del soggetto.

Il sapere scientifico entra in contraddizione con molti elementi del senso comune, in quanto, prosegue l'autore, “è codificato per la riflessione, non per l'azione (p.25)”, e si

basa su alcune premesse dalle quali, attraverso successive implicazioni, scaturiscono teorie fondate e sostenibili dal punto di vista empirico. Secondo questa prospettiva, il bambino porterebbe dunque a scuola una concezione pratica della realtà, organizzata in una maniera tale da non adattarsi alle esperienze scolastiche (Olson, 1979), e questo contrasto tra il senso comune e la cultura trasmessa dalla scuola, spesso non avvertito dagli insegnanti, può pregiudicare il successo scolastico individuale.

Dal punto di vista metodologico, dal Convegno emerge la necessità di rifarsi a modelli pluralistici di concepire la scienza e l'educazione scientifica anche a partire dalla relazione didattica quotidiana, sottolineando il divario esistente tra un modo dogmatico ed una modalità di lavoro più aperta di insegnare le scienze: nel primo caso, nonostante un generico riferirsi sui valori di verità e verificabilità propri della scienza, le risposte ai problemi sono tutte già conosciute dall'insegnante, che stabilisce inoltre, sulla base della sua autorità, ciò che è vero e ciò che è falso. Nel secondo caso invece si adotta una pluralità di prospettive ed una modalità di lavoro che favorisca la discussione ed il confronto tra diverse alternative possibili, al fine di sostenere l'acquisizione di atteggiamenti critici di flessibilità nell'uso di metodologie risolutive (contributo redazionale, p.55). Per una comprensione reale delle nozioni scientifiche, gli autori suggerivano di valorizzare nella didattica l'itinerario storico compiuto dalle singole discipline nella definizione di concetti-chiave come quelli di tempo, spazio, movimento, progressivamente più raffinati ed evoluti.

Nel realizzare uno schema di insegnamento integrato di educazione, Guidoni e Vicentini Missoni (1979), hanno raggruppato le scienze naturali in due aree generali, da essi identificate in senso lato con la 'fisica' e la 'biologia': la prima era intesa come lo studio di un qualsiasi oggetto in quanto costituito di materia e interagente con altri oggetti (la pietra, la Luna, l'aria, ecc.), mentre la biologia si dedica allo studio di quella sottoclasse di oggetti fisici che hanno in comune la caratteristica di essere 'viventi'(p.107). Tale distinzione, sottolineavano gli autori, appariva rilevante sotto il profilo educativo dell'educazione primaria, in quanto sottolineava una diversa motivazione, diverse metodologie di lavoro e probabilmente anche una diversa relazione con lo sviluppo della mente. Per comprendere la realtà complessa che perviene all'individuo attraverso i sensi era pertanto necessario definire le variabili ed impiegare un linguaggio appropriato che ne descrivesse le relazioni reciproche: in una tale teorizzazione tale linguaggio veniva fornito dalla matematica, che "fa parte della fisica nella sua generale accezione di 'descrizione della natura' (p. 108)".

La realtà degli esseri viventi, che riguarda le 'cose' che non solo esistono, ma variano nel tempo e nello spazio ed interagiscono tra loro, veniva ritenuta più complessa da tali autori rispetto alla fisica: " la biologia sembra più semplice; si ritiene che sia facile avere una grande quantità di conoscenze su di essa e ci si dimentica che la complessità delle interazioni e i cambiamenti nel tempo suggeriscono, per un'iniziale comprensione della biologia, un livello di astrazione molto superiore a quello necessario per un'iniziale comprensione della fisica: un problema relativo a 'più corpi' è un problema difficile in

fisica, e un organismo vivente è un sistema con ‘più organi’ in continua interazione con l’ambiente e in irreversibile evoluzione interna (p. 108)”.

Nel considerare tali differenze, che determinarono il fiorire di numerosi studi sulla didattica delle scienze fisiche, tra le quali l’astronomia nella scuola primaria, Vicentini Missoni (1979) sottolineavano tuttavia come in tutte la ‘scienze naturali’ il punto di partenza fosse dato dall’osservazione della natura, che assume valenza scientifica quando è orientata alla comprensione di fatti e fenomeni. Un primo approccio all’indagine potrebbe essere considerato un momento percettivo di ricezione dell’informazione e del confronto tra questa e la conoscenza posseduta, dal quale scaturisce la prima immagine mentale che indirizza le successive indagini. Questo processo vede il coinvolgimento dell’intera persona con le sue cognizioni, le sue credenze e le sue percezioni.

In questo clima di ricerca e innovazione culturale, nel quale la fisica, come si è visto, andava assumendo un ruolo sempre maggiore nella formazione scientifica di base, un altro gruppo, facente capo al Laboratorio di Didattica delle Scienze dell’Università La Sapienza di Roma. Tale gruppo, coordinato da Nicoletta Lanciano, ha condotto una serie di ricerche nel campo della didattica dell’astronomia, rivolte sia a bambini che ad insegnanti di ogni ordine e grado. Nel 1980 l’autrice ha fondato assieme ad alcuni collaboratori, un’associazione legata alla Casa Laboratorio di Cenci (TN), in cui si sono svolte numerose ricerche volte a formare e ad avvicinare bambini ed adulti al cielo. Nel quinquennio 1985/1990 la ricerca si estese ai bambini di quelle classi le cui insegnanti avevano partecipato alle attività formative.

La problematica di fondo posta dall’autrice era di considerare l’apprendimento concettuale non come un processo in qualche modo automatico ed indipendente dal soggetto, ma uno sviluppo in cui era necessario conoscere il bambino ed il suo peculiare modo di rapportarsi a tali concetti, necessariamente permeato di fattori personali, affettivi oltre che logici e cognitivi. L’azione educativa doveva pertanto porsi l’obiettivo di individuare le concezioni iniziali, e le concezioni ostacolo presenti nei bambini, individuando proposte ed itinerari didattici che utilizzassero strategie didattiche idonee a far evolvere tali concezioni.

Le riflessioni condotte dai vari gruppi di ricerca sull’educazione scientifica nella scuola di base, confluirono nel 1982 in un Seminario Bilaterale Italia-Usa, coordinato da Matilde Vicentini e da Doris E. Hadary⁶, nel quale è stato evidenziato che i problemi legati all’educazione scientifica erano sostanzialmente gli stessi, nonostante la diversità dei contesti, mentre si erano rilevate alcune differenze nella discussione circa l’utilizzo del computer nella didattica, dal momento che gli studiosi del nostro Paese mostravano un atteggiamento molto diverso dai colleghi statunitensi circa l’uso di tale mezzo informatico nella didattica. Nel corso dei lavori fu ribadita l’importanza, già espressa nel Convegno

⁶ Docente presso The American University Washington D.C. -USA

del 1976, di un approccio multidimensionale alla problematica educativa, si raccolsero suggerimenti per elaborare progetti condivisi di ricerca e per realizzare corsi di formazione dei docenti.

Gli studiosi presenti al Seminario erano d'accordo sull'importanza di prendere, come punto di partenza delle attività didattiche, le concezioni che i bambini possedevano sui fenomeni legati alla loro esperienza quotidiana (Vicentini, 1985).

Emergeva l'idea che le concezioni di bambini ed adulti fossero organizzati in maniera più o meno coerente, ma che comunque 'resistessero' bene non solo prima ma anche dopo l'istruzione scolastica. Gli studi sulla concettualizzazione, dei quali Boscolo (1983) aveva fornito una rassegna esauriente, avevano definito la nozione di concetto ridefinendone i confini, attribuendogli le sembianze di schemi nella memoria semantica e di scripts in quella episodica, e determinando il grado di approssimazione al prototipo di una determinata categoria. Secondo questi studi, la padronanza di un determinato dominio di conoscenza assicurava il possesso di una struttura concettuale gerarchica più articolata e complessa.

Una delle istanze più sentite, sottolineava l'autrice, era quella di raccogliere informazioni sulle modalità specifiche con cui i bambini, ma anche gli adulti, interpretavano la realtà circostante, ed anche le domande alle quali essi tentano di dare una risposta, al fine di comprendere come ragionano i bambini, quali siano i loro procedimenti logici, ed in che cosa differiscano da quelli utilizzati dagli adulti.

Il problema era quello di individuare i metodi e le attività didattiche adatte a stimolare il pensiero infantile in modo che i bambini passino da un primo livello di esplorazione e descrizione a livelli ulteriori di spiegazione, riflettendo sulla propria conoscenza e cercando significati che superino l'esperienza immediata (Vicentini, 1985). In questo contesto, appare fondamentale il ruolo del linguaggio nello stabilire un "legame tra ciò che viene osservato da vicino e ciò che è affermato razionalmente" purché sia utilizzato nell'ambito di un'esperienza significativa e condivisa di osservazione. Sul linguaggio si fondano sull'esperienza quotidiana del bambino e le attività scientifiche elementari da lui effettuate, e questo tipo di linguaggio comune necessita di passare a linguaggi più formali, nel corso di un'educazione scientifica che tenga conto di differenti tipi di linguaggi e forme di ragionamento come mezzi per rielaborare, strutturare e ristrutturare le informazioni. Secondo l'autrice, sarebbe proprio l'avvenuta padronanza di diversi codici e linguaggi a consentire forme di ragionamento astratte e decentrate ed il possesso di abilità di tipo meta cognitivo, e questa padronanza si conquisterebbe soprattutto "nel contesto di ciò che è visto e fatto (P. 29)" in piccolo gruppo. Nell'insegnamento invece che usare le regole canoniche dei metodi scientifici così come sono state codificate nelle differenti discipline, sarebbe stato più fruttuoso utilizzare come modello i modi in cui il ricercatore pensa, lavora e parla quando sta cercando di capire qualcosa di nuovo in campi in cui non può essere sostenuto da una precedente conoscenza teorica o empirica e sta proprio usando le sue convinzioni generali circa l'ordine, la regolarità, la dimostrazione o altre strutture generali.

1.5 La comparsa dell'astronomia tra le discipline del curriculum di base

In seguito ad un ventennio circa di discussioni e dibattiti riguardanti, come si è visto, il valore educativo della scienza e la spinta innovatrice di proposte didattiche che traevano forza dalla contaminazione reciproca di saperi diversi, la scienza, dopo aver assunto ruoli subalterni tra le discipline del curriculum, nel 1985 per la prima volta compare come ambito specifico nei Programmi della Scuola Elementare, entrando a far parte del curriculum formativo dei bambini di tale grado di scuola. Nel testo ministeriale si legge:

“Finalità generale dell'educazione scientifica è l'acquisizione da parte del fanciullo di conoscenze e abilità che ne arricchiscano la capacità di comprendere e rapportarsi con il mondo e che, al termine della scuola dell'obbligo, lo pongano in grado di riconoscere quale sia il ruolo della scienza nella vita di ogni giorno e nella società odierna e quali siano le sue potenzialità e i suoi limiti” ⁷.

Ai membri della Commissione Falcucci esperti di discipline scientifiche, certamente una minoranza rispetto alla totalità dei membri, spettava quindi il compito di indicare le linee con cui riempire lo spazio che, per la prima volta, il programma riservava alle scienze: si trattava non solo di comunicare il ruolo della scienza nel favorire una migliore comprensione del mondo, ma anche di intendere la scienza come un insieme di conoscenze che sono parte della nostra cultura. Tuttavia, secondo Vicentini (1987) il testo lasciava trasparire il messaggio che il ruolo attribuito alla scienza non fosse quello di una disciplina essenziale alla comprensione del mondo, ma di una disciplina che ne avrebbe soltanto ‘arricchito’ la capacità di comprendere e rapportarsi con esso: quindi un posto non sostanziale, ma ancora marginale nella formazione dei giovani.

L'idea che la scuola non dovesse limitarsi ad impartire una serie di nozioni scientifiche da apprendere, ma contribuisse alla formazione di una basilare capacità di ‘fare scienza’, fu, come si è visto, un ‘esigenza fortemente sentita in ambito pedagogico sin dagli anni ‘60, e che aveva alimentato, in ambito nazionale, numerose esperienze didattiche compiute in ambito nazionale ed internazionale. Tali riflessioni pedagogiche erano confluite nel testo dei Programmi determinando una radicale modificazione del concetto di scienza e di sapere scientifico, inteso non come un insieme stratificato di dati, ma come continua ristrutturazione, integrazione e sviluppo di conoscenze e teorie sollecitate dalla necessità di trovare spiegazioni e risposte, di indagare e fare con metodo, impiegando la razionalità, la creatività e le conoscenze sviluppate (Parente, 1987).

⁷ D.P.R. 12 febbraio 1985, n 10.

Se i Programmi del 1985 avevano rivendicato il ruolo delle scienze e, all'interno di esse dei saperi astronomici di base, questo voleva dire non solo completare la gamma dei saperi culturali da tramandare alle nuove generazioni, ma soprattutto riconoscere al bambino una capacità – di percepire i problemi, effettuare delle indagini e giungere a spiegazioni rigorose – fino ad allora ignorata (Ammaturo, 2007).

Se, inoltre, la finalità generale dell'insegnamento delle scienze non era quella di formare "piccoli scienziati", ma piuttosto quella di far acquisire capacità di riflessione e di giudizio in merito al ruolo, alle potenzialità ed ai limiti della scienza moderna, la scuola, anche grazie a riferimenti alla storia della scienza, doveva guidare il bambino a

“... Riconoscere quale sia il ruolo della scienza nella vita di ogni giorno e nella società odierna e quali siano le sue potenzialità e i suoi limiti (DPR 104,1985)”.

Gli obiettivi formativi, in linea con le finalità delineate, miravano dunque ad individuare e potenziare nei bambini comportamenti, abilità e conoscenze, analoghe a quelle dell'uomo di scienza. Tali obiettivi erano suddivisi in tre categorie: nella prima vi erano i tratti dinamici e creativi dell'uomo che cerca virtù e conoscenza insieme (Alberti,1993), il quale, se da un lato si pone interrogativi e domande nel tentativo di spiegarsi la realtà, dall'altro avverte la pari dignità delle opinioni altrui, rispettate e stimate anche se diverse dalle proprie.

- a) “Lo sviluppo di atteggiamenti di base nei confronti del mondo, come la tendenza a porre domande o a coglierle nel discorso degli altri come motivazione all'osservazione e alla scoperta; l'intraprendenza inventiva, soprattutto per quanto riguarda la formulazione di ipotesi e spiegazioni; l'autonomia di giudizio accompagnata da disponibilità a considerare le opinioni altrui e a confrontare queste e le proprie con i fatti (DPR 104,1985)”.

Scaturita dalla prima, la seconda categoria riguardava abilità precipuamente cognitive di analisi e collegamento, delle informazioni scaturite dall'osservazione, in schemi e strutture coerenti, e valutazione delle ipotesi formulate in base al loro grado di validità.

- b) L'acquisizione di abilità cognitive generali, per esempio la capacità di analisi delle situazioni e dei loro elementi costitutivi, la capacità di collegare dati dell'esperienza in sequenze e schemi che consentono di prospettare soluzioni e interpretazioni e, in certi casi, di effettuare previsioni, la capacità di formulare semplici ragionamenti ipotetici-deduttivi (DPR 104, 1985) ”.

La terza di tali categorie auspicava lo sviluppo di una forma metacognitiva di pensiero nei bambini, in grado di monitorare le varie fasi della ricerca, per consentire la padronanza graduale della metodologia sperimentale (Alberti, 1993) :

- c) “la crescente padronanza di tecniche d’indagine, da quelle di tipo osservativi, sino all’impiego, in situazioni pratiche, del procedimento sperimentale (DPR 104, 1985)”.

L’ultima categoria si riferiva alla realtà concreta come terreno di prova delle competenze acquisite dal bambino, in un collegamento tra il fare e il pensare che prevedesse la messa in gioco della conoscenza nell’operatività che, a sua volta la verifica o la modifica.

- d) lo sviluppo di un rapporto sempre più stretto e articolato tra il ‘fare’ ed il ‘pensare’ (DPR 104, 1985)”.

Nell’ambito di tali obiettivi mancavano riferimenti diretti all’astronomia, ma si potevano leggere dei legami impliciti con essa in ognuna delle tre categorie: nella prima, dove veniva messa in evidenza l’abitudine del bambino a porsi domande ed a individuare problemi, a confrontarsi con altri, a cercare rapporti di interdipendenza tra eventi.

Potevano poi essere ricondotte allo studio dei fenomeni astronomici le abilità descritte nella seconda categoria, quali la capacità di analizzare eventi e fenomeni, collegarli alla propria esperienza e formulare interpretazioni e previsioni (ad esempio, confrontare le dimensioni reali del Sole con quelle che possediamo inconsapevolmente).

Coerente con la pratica della didattica dell’astronomia era poi la graduale introduzione delle tecniche di indagine, dall’osservazione e la rappresentazione, fino ad arrivare a procedimenti che più si avvicinano al metodo scientifico, come si poteva leggere nella terza categoria.

Il binomio fare e pensare (che stabilisce un rapporto sempre più stretto ed articolato tra pensiero e azione, ed è ribadito frequentemente nel testo dei programmi), poteva trovare realizzazione in un percorso di astronomia, nel quale all’osservazione si affiancava alla costruzione di strumenti di registrazione, ed alla riflessione e confronto sulle esperienze; un percorso, insomma, quello astronomico, nel quale il fare ed il pensare si rivelavano attività più che mai collegate.

Il testo dei Programmi, riferendosi ai contenuti sottolineava la necessità di partire da semplici situazioni di vita quotidiana, per sollecitare gli alunni ad intraprendere attività di indagine: anche questa esigenza poteva essere soddisfatta in un itinerario che partisse dall’osservazione del cielo.

Nel paragrafo Contenuti e attività, il documento, evitando ogni elencazione di argomenti interpretabile come lista obbligatoria, forniva soltanto una serie di cinque nuclei tematici attorno ai quali gli alunni “saranno sollecitati a intraprendere attività d’indagine (DPR 104, 1985)”:

- fenomeni fisici e chimici;
- organismi: piante, animali uomo;
- uomo-natura;

- uomo-mondo della produzione;
- ambienti e cicli naturali.

Nel sottoparagrafo Ambienti e cicli naturali , che riguardava in modo specifico attività di esplorazione dell'ambiente naturale immediatamente circostante al bambino, da effettuarsi in stretto collegamento con l'insegnamento della geografia, si trovava un intero capoverso esplicitamente dedicato all'astronomia:

“ Vanno infine osservati e considerati il movimento apparente del Sole e le sue variazioni nell'arco dell'anno (anche con lo studio delle ombre e la costruzione di meridiani), la misura del tempo, il movimento e le fasi della Luna, il cielo stellato e il movimento apparente delle stelle. Attività di orientamento e conoscenza pratica dei sistemi di riferimento sono alla base dell'esplorazione ambientale oltre che della geografia (DPR 104, 1985)”.

Nel testo programmatico si faceva riferimento alle attività di orientamento, precisando la loro collocazione a metà tra l'educazione ambientale e la geografia, ma tralasciando un dettaglio importante: che l'orientamento più antico è quello con gli astri, e che dello studio di tali oggetti si occupa l'astronomia (Ninz, 1996).

Numerosi studi seguirono la stesura di detti Programmi, molti dei quali facevano capo al già citato Laboratorio di Didattica delle Scienze dell'Università La Sapienza di Roma. Dai vari che ad esso facevano capo erano scaturiti tre filoni di ricerca principali: uno di essi, che riguardava le rappresentazioni mentali in campo scientifico, fu inaugurato nel nostro Paese da Matilde Vicentini Missoni (1990) e fu perseguito anche da altri docenti di diverse discipline scientifiche oltre a parecchi insegnanti; un altro era dedicato alle proposte didattiche e agli argomenti innovativi riguardanti l'insegnamento delle scienze nella scuola dell'obbligo; un altro, infine, era dedicato alla formazione degli insegnanti, ed ha rappresentato uno dei principali interessi di ricerca da parte di studiosi come Nicoletta Lanciano, Milena Bandiera, Michela Mayer e Matilde Vicentini Missoni.

Questa ultima, assieme ad alcuni collaboratori (Duprè, Noce, Vicentini Missoni, 1981) riflettendo su una definizione dell'attuale conoscenza scientifica e sui legami esistenti tra questa e le credenze di senso comune, aveva evidenziato come la nozione di Terra sferica sostenuta dalla comunità scientifica da più di 400 anni, e quella relativa alla gravità, non fossero pienamente posseduti da adulti italiani e colombiani scolarizzati.

A questa prima indagine ne seguì un'altra sui bambini, che mise in evidenza come anche per loro fosse complicato connettere un modello 'geografico' di Terra sferica con il fenomeno della caduta dei corpi verso il basso (Vicentini Missoni, 1983).

Alla luce della conoscenza intuitiva presente in bambini ed adulti, Lanciano, Lorenzoni e Spadaro (1986) si domandarono come mai una scienza tanto antica come l'astronomia non fosse fino ad allora entrata nelle scuole, e perché mai il cielo non fosse mai stato considerato come un laboratorio in cui i bambini potessero condurre esperienze autentiche

di osservazione e conoscenza. Gli autori propongono una didattica fondata sul guardare attento, non necessariamente accompagnato da parole o spiegazioni, un percorso di apprendimento fondato sugli intrecci tra i concetti spontanei del bambino, il cielo ed il corpo come unici strumenti di ricerca: un percorso nel quale invece di “apprendere... come ragionano gli adulti”, il bambino imparerebbe “a ragionare in proprio (p.195)”.

Anche in questo caso viene sottolineato che per consolidare una conoscenza è necessario il collegamento con quanto il bambino già conosce, è utile in altri termini “interrogare quel concetto nella sua precedente sedimentazione, perché ne possa essere eventualmente accolta una visione nuova e più completa (p. 195)”.

Anche Mayer (1987) evidenziava come le cognizioni del bambino si allargassero sempre più, integrando gradualmente quello che riceve attraverso i sensi e cattura la sua curiosità: il processo di acquisizione di nuove conoscenze assumeva secondo l'autrice un carattere unitario, in quanto implicava il coinvolgimento di tutte le facoltà del bambino. Anche l'autrice dava rilievo l'esistenza di una cultura infantile di base, sottolineando come tale cultura incidesse sull'interesse, impegno e motivazione: “il bambino probabilmente cercherà di difendere ‘ciò che sa’, ma porrà anche domande e vorrà essere convinto dai fatti (p. 10)”. La stessa autrice suggeriva alcuni spunti di riflessione che costituivano altrettanti spunti di ricerca: uno di essi riguardava la difficoltà, da parte dell'insegnante, di “comportarsi come se si spegnesse l'interruttore della competenza specifica (p.14)”, lasciando spazio al bambino per attivare le chiavi di lettura della realtà che predilige e per indagare su quegli aspetti che colpiscono la sua attenzione. In altri termini, Mayer (1987) si chiedeva:

... siamo certi, noi adulti, di poterci attrezzare in modo da vedere quello che vede il bambino? Di non interpretare o soffocare il suo modo di vedere? Siamo certi che i mezzi di lettura della realtà verso i quali lo indirizziamo siano più produttivi, cognitivamente, in quella particolare situazione, dei mezzi che avrebbe usato spontaneamente, magari cominciando con un ‘errore’? Ovviamente no (p.15).

L'altro spunto di riflessione riguardava la perplessità riguardo l'invito all'operatività ribadito più volte nei Programmi, che si era tradotto, secondo l'autrice, in una eccessiva enfasi di proposte che implicavano lo smontare e rimontare oggetti. La “logica del pollo smontato”, come la definì l'autrice, se poteva risultare efficace all'apprendimento di oggetti inanimati e delle loro relazioni, non garantiva una conoscenza qualificata degli esseri viventi e del loro funzionamento, dal momento che, come ella stessa osservava, “il pollo smontato è innanzitutto un pollo morto, cioè non funziona, non ha più la caratteristica fondamentale dell'animale ‘pollo’ (p.15)”.

Per quanto riguarda il dominio dell'astronomia, Mayer (1987) esamina gli obiettivi presenti nei Programmi, sottolineando come le osservazioni del movimento del Sole durante l'anno, definite come ‘apparenti’, pongano alla scuola il compito di condurre i bambini all'interpretazione niente affatto scontata, del sistema di riferimento copernicano.

La riflessione dell'autrice si spinge poi a riflettere su quale sia il sistema di riferimento comunemente accettato anche al di fuori della comunità scientifica, dal momento che dietro l'apparente convinzione circa la sfericità della Terra (probabilmente scaturita dall'osservazione di un mappamondo), tale concezione spesso appariva priva di applicazioni. Gli studi piagetiani avevano messo in luce come il moto del Sole e della Luna venisse inizialmente spiegato dal bambino in termini egocentrici, ed una rivoluzione che metta invece il Sole al centro del Sistema Solare e che veda la Terra ruotare attorno ad esso, oltre che sul proprio asse, non potrà dirsi compiuta, secondo l'autrice, a livello di scuola elementare. Al suo ingresso a scuola il bambino ha già sviluppato delle idee sulla Terra, sul Sole e sulla Luna: compito dell'istruzione è di collegare tali cognizioni in uno schema logico. Dall'esame delle ricerche che avevano avuto luogo in Israele, negli USA ed in Italia⁸, l'autrice osserva che le risposte fornite dai bambini a diversi livelli di età a domande sulla forma della Terra e la gravità, denotino inizialmente una Terra piatta, poi una Terra piatta in un contenitore sferico, una Terra 'geograficamente sferica', in cui tuttavia le cose cadono verso il basso, fino ad arrivare ad una Terra 'fisicamente sferica', in cui la simmetria è completa anche per quanto riguarda il fenomeno della caduta dei gravi (Mayer, 1987).

Proprio la consapevolezza dell'evoluzione della conoscenza infantile portava Lanciano (1988) ad elaborare una didattica basata sul contatto diretto con gli oggetti di conoscenza:

“Troppo spesso la scuola propone immagini delle cose attraverso libri, filmati, diapositive, racconti indiretti; se spesso questo modo di fare corrisponde ad esigenze precise e imprescindibili, il rischio è che diventi un'abitudine, e che si affermi un modello di scuola dove tutto si fa 'per finta' e 'in miniatura', mentre il mondo reale resta fuori. Ai bambini si dà una scienza ed una conoscenza 'ridotte in scala', con una misura che non solo allontana chi studia dall'oggetto di studio, ma rischia di disamorare, di creare immagini false con la conseguenza di distruggere il piacere di imparare (p.457)”.

L'importanza delle attività di osservazione diretta del cielo allena lo sguardo a cogliere le posizioni relative degli astri ed i loro spostamenti, allenando abilità di ragionamento spaziale. Il periodo della scuola elementare inoltre viene considerato dall'autrice come quello più adatto per costruire alcuni modi di guardare il fenomeno della rotazione terrestre, che avviene 'con continuità rispetto al tempo', e che è possibile vedere dalla Terra a partire da riferimenti situati sull'orizzonte, nel quale i concetti di spazio e tempo sono indivisi: l'est, ad esempio, è un luogo dello spazio, ma rappresenta anche il momento dell'alba; analogamente, il sud e l'ovest sono sia luoghi dello spazio ma anche momenti

⁸ Per una rassegna delle ricerche sulle rappresentazioni mentali, si rimanda al capitolo successivo.

della giornata. L'organizzazione dei concetti di spazio e tempo appare quindi legata agli oggetti ed ai fenomeni del cielo (Lanciano, 1988).

Simili proposte didattiche, che si rifacevano alla proposta di Ausubel (1987) di fondare l'insegnamento sulle conoscenze già possedute dal bambino, ponevano pertanto gli alunni nel ruolo di ricercatori che formulano ipotesi, compiono esperimenti e le verificano. Le rappresentazioni mentali dei bambini potevano tuttavia essere molto diverse da quelle elaborate dalla scienza, come era stato precedentemente sottolineato da più parti (Piaget, 1966; Dewey, 1974; Shutz-Luckmann, 1973; Olson, 1979), e ciò poteva essere dovuto, secondo Pagliari (1986), alla difficoltà che alcuni bambini incontravano nel fornire spiegazioni causali dei fenomeni osservati: essi in altre parole tendevano a collegare in maniera più o meno arbitraria, quegli eventi che comparivano assieme o che si succedevano nel tempo, dando origine a catene di ragionamento che Piaget avrebbe definito 'trasduttivo'.

Pagliari (1986) aveva osservato come al suo ingresso a scuola il bambino avesse elaborato un tipo di sapere, di origine in parte individuale, ma per larga parte sociale, che derivava da un modo precipuo di guardare la realtà e che dava origine ad una conoscenza intuitiva, o di senso comune, certamente non organizzata come quella scientifica, ma che analogamente presentava specifiche regole (anche se spesso indefinite e/o implicite), una certa coerenza (anche se a volte approssimativa), suoi campi di applicazione e di validità (anche se legati alla risoluzione di problemi quotidiani), ed infine di una struttura discorsiva che individua nel linguaggio uno strumento di organizzazione del pensiero e di trasmissione culturale (Noce, 1991).

Conoscenza di senso comune e conoscenza scientifica condividevano inoltre (grossolanamente parlando) contenuti specifici, dato che alcuni fenomeni naturali erano oggetto di interpretazione e studio in entrambe, ed anche certi elementi linguistici, dal momento che si assisteva ad una graduale compenetrazione tra lessico divulgativo e quotidiano da entrambe le direzioni che aveva introdotto in maniera crescente, il linguaggio scientifico nel parlare quotidiano (Tomasini Grimellini; Segrè, 1991)⁹.

⁹ Nel linguaggio che caratterizza il pensiero comune, gli attributi e le classi corrispondenti non hanno confini concreti e stabili, per cui un dato oggetto potrebbe a pieno titolo, far parte di una data classe o non farne parte affatto: di conseguenza (vista l'indefinitezza di tali attributi), le proposizioni generate dal pensiero comune possono considerarsi contemporaneamente vere e false, ed il loro grado di verità non dipenderebbe dai connettivi logici, ma da criteri di frequenza, familiarità, ecc (Pagliari, 1986).

Nel pensiero scientifico, si ha invece un procedimento di deduzione per cui, partendo dalla descrizione di un fenomeno e da assiomi logici, è possibile, attraverso l'uso della logica classica, arrivare ad una nuova descrizione o una teoria: in questo contesto si nota una presenza massiccia di proposizioni esatte e organicamente correlate tra loro. Alla luce di questa consapevolezza, le chiavi di lettura, le teorie interpretative, il corpo di conoscenze elaborati dal bambino attraverso la continua interazione con l'ambiente naturale e sociale in cui vive, vanno conosciute ed assunte come dato di

I due tipi di conoscenza derivavano entrambi dalla percezione di un fenomeno e dalla sua comprensione ed interpretazione, e sono organizzate mediante un processo continuo di strutturazione e ristrutturazione di concetti, schemi e strategie, costruzioni cognitive che hanno la caratteristica di essere socializzabili - quella di senso comune all'interno della cultura di appartenenza, e quella scientifica nell'ambito della comunità scientifica (Tomasini Grimellini; Segrè, 1991)-.

Alcune idee derivanti dal senso comune, che rappresentano altrettanti schemi interpretativi della realtà, potevano comunque rappresentare un vero e proprio impedimento ad elaborazioni ulteriori della conoscenza: l'ostacolo epistemologico teorizzato da Bachelard (1938) e, successivamente da Giordàn (1978) e da Lanciano (1996), si manifestava attraverso l'ostinazione del soggetto a restare arroccato sulle proprie idee, considerate giuste.

Il contrasto tra cultura di senso comune e cultura scientifica era visto da tali autori tanto più aspro quanto più le idee intuitive sono radicate nel soggetto. L'appropriazione di concetti scientifici poteva pertanto avere luogo lungo un continuum che andava da una sorta di 'evoluzione concettuale', a veri e propri momenti di 'rivoluzione', in relazione al grado di conflitto che i due saperi presentavano tra loro.

Il problema dell'esistenza, nel soggetto, di concetti derivati dal senso comune o da esperienze individuali focalizzava pertanto l'attenzione degli studiosi su quelle conoscenze possedute dal soggetto circa la realtà ed i suoi fenomeni, che non coincidevano né con il sapere scientifico, né con quello insegnato a scuola.

Rosalind Driver (1988) suggeriva che l'insegnamento non dovesse limitarsi a collegarsi a ciò che è familiare ai bambini riguardo agli eventi e alle esperienze, ma anche riguardo alle loro idee: incoraggiare l'esplicitazione delle teorie infantili, secondo l'autrice, consentiva di esaminarle e funzionava come punto di partenza per le attività didattiche. Alla base del riconoscimento dell'importanza di tenere in considerazione le idee infantili vi era la concezione che l'apprendimento avvenisse mediante un cambiamento concettuale, e che compito degli insegnanti fosse quello di fornire agli alunni esperienze di apprendimento che favorissero la realizzazione di un tale mutamento (Driver, 1988).

Alcune proposte didattiche in campo astronomico provenivano dalla fervida attività di ricerca svolta in quegli anni da Lanciano (e collaboratori, 1991), e riguardavano un lavoro sullo 'sguardo' ed il 'disegno dal vero' inteso come registrazione di ciò che l'occhio ha

partenza per un intervento didattico, in quanto rappresentano il patrimonio culturale cui egli farà molto spesso riferimento. Anzi, se si vuole garantire all'alunno una consapevolezza maggiore dei suoi schemi rappresentativi e dei loro valori e limiti conoscitivi, e, nello stesso tempo, un'acquisizione dei modi di schematizzare, organizzare, e rappresentare la realtà propri delle discipline scientifiche, la scuola deve divenire la sede privilegiata di incontro e di confronto tra la cultura di senso comune e quella scientifica.

visto. Altre indicazioni riguardavano l'utilità di non correggere le espressioni infantili basate sul sistema tolemaico, perché ciò avrebbe potuto bloccare i processi intuitivi ed i ragionamenti individuali e collettivi dei bambini. Obiettivi generali di un percorso didattico relativo all'astronomia nella scuola elementare, scaturiti dal lavoro con gli adulti, erano quello di fare esperienze di percezione diretta del cielo al fine di costruire una propria rappresentazione del mondo; quello di "operare con ampiezze angolari e misure di durata, in casi problematici reali (p. 304)", cogliendo la continuità del movimento e le connessioni tra lo spazio ed il tempo (Lanciano et al., 1991).

Le attività proposte, che costituivano delle sfide ai tempi e agli spazi della scuola tradizionale, prevedono l'effettuazione di esperienze nell'ambiente sulle quali poi il bambino avrebbe rafforzato le sue intuizioni spaziali: secondo l'autrice, "quando il pensiero poggia sull'aver visto, sull'aver incontrato, toccato, sentito, è allora facilitato nelle operazioni di generalizzazione, confronto, astrazione (p. 311)". Viene data molta rilevanza al momento dell'analisi delle concezioni preesistenti nei bambini, che deve essere condotta tenendo conto delle immagini legate all'immaginario profondo (ad es. la notte e la paura del buio), delle immagini legate al senso comune (ad es. la Luna e le stelle ci sono solo di notte), delle immagini geometriche (ad es. Sole e Luna sono sferici), ed infine delle informazioni fornite dai mass-media (ad es. la Terra è rotonda).

Altri autori (Torosantucci, Vicentini Missoni, 1991) sottolineavano l'importanza di impostare il percorso di apprendimento tenendo conto che i bambini potevano presentare rappresentazioni più o meno complesse circa la forma della Terra e la caduta dei corpi.

In riferimento alla forma della Terra, gli autori suggeriscono di identificare alcuni nodi problematici rispetto ad una conoscenza di tipo intuitivo: la scala del pianeta (ciò che appare piatto su questa scala è sferico su una scala più ampia); le rappresentazioni grafiche (il cerchio è una sfera o una sezione di essa, o un cerchio?); le direzioni nord-sud (il piano orizzontale è una calotta sferica e le persone convergono verso il centro della Terra); il sistema di riferimento utilizzato (occorre prendere le distanze da un sistema di riferimento esclusivamente terrestre).

Qualsiasi bambino di scuola elementare si è sentito dire che la Terra è tonda e sospesa nell'universo, puntualizzava Cavallini (1995), ma nonostante l'informazione scientifica ricevuta, era stata registrata la presenza della nozione di Terra piatta, doppia o cava anche tra i bambini di 12 anni. Riguardo alla caduta dei corpi, lo stesso autore aveva scoperto che i bambini (da 10 a 14 anni) attribuiscono all'Universo un alto ed un basso assoluti: da un qualsiasi punto della superficie terrestre, dei sassi lasciati cadere da una persona che li avesse in mano, sarebbero caduti secondo una direzione dall'alto al basso (dal Polo Nord al Polo Sud); una bottiglia d'acqua aperta al Polo Sud si svuoterebbe ed il suo contenuto si sarebbe versato nello spazio sottostante; analogamente, dei sassi lasciati cadere in una galleria al Polo Nord che attraversasse l'intero pianeta cadrebbero nello spazio sottostante.

Cavallini metteva in guardia anche da quelle affermazioni che "esteriormente sembrano conformi alle concezioni fisiche", ma che ad un'attenta analisi si possono rivelare "ripetizioni più o meno meccaniche di discorsi non capiti (p. 34)". Ad esempio, per quanto

riguarda la gravità, l'autore sottolineava come tra coloro che affermavano l'esistenza di un'attrazione verso il centro della Terra, ve ne fossero numerosi che intendevano quest'ultimo come un punto dal quale si sprigionava la forza di gravità: questa concezione testimoniava, secondo l'autore, che si potesse parlare di gravità in maniera apparentemente scientifica pur avendone un'idea magica.

Per individuare questo ultimo tipo di concezioni, Caiani, Lanciano e Rapposelli (1994) utilizzavano domande che implicavano l'effettuazione di un'inferenza (Dove si trovano le stelle di giorno?) e alle quali i bambini rispondevano attraverso un'attività didattica di costruzione di modelli cosmologici tridimensionali utilizzando dapprima il corpo ed i suoi movimenti per rappresentare gli astri e solo successivamente modelli in scala.

In un lungo lavoro di ricerca condotta con bambini e adulti, Lanciano (1996) ha osservato e descritto l'evoluzione delle concezioni infantili riguardo ad alcuni 'campi di esperienza', che comprendono sostanzialmente astri visibili ad occhio nudo e fenomeni astronomici legati alla vita quotidiana: la Terra, il cielo, la Luna, il Sole, le stelle, il percorso del Sole nel cielo, il ciclo dì-notte e quello delle stagioni.

L'approccio alle conoscenze intuitive, che l'autrice definiva 'iniziali' in riferimento al percorso didattico, avveniva mediante domande ed attività cruciali, tese cioè a svelare il modello mentale implicito utilizzato dai bambini per spiegarsi i fenomeni indagati.

La proposta didattica era fondata sulla realizzazione di esperienze autentiche di osservazione del cielo, che mai potevano essere sostituite – illustra l'autrice - dalla semplice visione delle illustrazioni di un libro, data la forte valenza affettiva e simbolica di cui il cielo è portatore. Uno degli obiettivi principali era pertanto quello di porre i bambini di fronte ad un tipo di scienza non mediata, semplificata e 'ridotta in scala', ma una scienza nella quale essi potevano imparare ad indagare, a porsi e a porre domande, a costruire strumenti di rilevazione e misurazione delle regolarità ipotizzate, in un percorso che vedeva il fare ed il pensare strettamente interrelati.

L'utilizzazione del corpo, dei testi e delle discussioni collettive, del disegno, delle attività plastico-manipolative, rappresentavano altrettanti strumenti di rielaborazione cognitiva dell'esperienza e di riconoscimento profondo dei fenomeni osservati.

Restituire ai bambini il cielo, nel quale si incontrano e si fondono i concetti fondamentali di tempo e spazio, base di ogni apprendimento, secondo Lanciano (1996) non significava aggiungere al curriculum una nuova disciplina, ma proporre una chiave di lettura diversa e più stimolante per ciascuna di esse, che proprio dall'osservazione delle regolarità degli astri da parte dei popoli antichi avevano avuto origine.

Anche Laeng (1998) sottolineava l'importanza del trasmettere alle nuove generazioni il patrimonio di conoscenze accumulato dalle precedenti generazioni, sintetizzando e rendendo accessibile ai principianti il 'faticoso cammino dell'indagine': quello che attualmente rappresentava il dibattito scientifico, domani sarebbe stato un argomento elementare nei manuali di studio. La proposta didattica elaborata da Laeng (1998) tesa a favorire negli studenti la formazione dello spirito scientifico, si pone come obiettivi fondamentali quelli di "tener desta la problematicità, alimentare la sana curiosità, collegare

le scienze ai problemi umani (p. 155)”, favorendo tutte le occasioni di raccordo interdisciplinare.

Dall’esame storico della didattica delle scienze, l’autore aveva osservato l’esistenza di due diversi metodi nella formazione scientifica di base, che si erano lentamente succeduti nella ricerca, ma continuavano a permanere nella pratica scolastica: il metodo espositivo, che rappresentava quello più largamente seguito nella didattica quotidiana, e che consisteva nella semplice ‘esposizione’ dei risultati della ricerca scientifica agli alunni, ai quali era richiesto soltanto di essere attenti e recepire le informazioni; il metodo dell’indagine, decisamente più innovativo, scaturito dall’educazione progressiva americana e dell’attivismo europeo, che, come si è visto avevano rovesciato “l’impostazione del problema, muovendo non dalla scienza ma dallo studente (p.164)”. Tale metodo, analogo a quello delle già citate ricerche di Lanciano (1986; 1988; 1991; 1996), chiedeva competenze maggiori agli insegnanti e ad un più alto grado di coinvolgimento degli alunni nella costruzione di conoscenza.

1.6 L’ultimo breve e selettivo silenzio dell’educazione scientifica

In questo fiorire di studi e di riflessioni intorno al tema dell’astronomia, anche il Ministero della Pubblica Istruzione, a seguito dell’interesse e della partecipazione delle scuole all’iniziativa “Gli studenti fanno vedere le stelle”¹⁰, inaugurava la I Settimana nazionale “Gli studenti fanno vedere le stelle”, in collaborazione con il Coordinamento Osservatori Astronomici ed Astrofisici del MURST, la Società Astronomica Italiana (SAIt), l’Unione Astrofili Italiani (UAI) e la sua rete di Osservatori Astronomici Amatoriali, la Legambiente, la Lipu e il WWF.

Questa iniziativa, che si rinnova ogni anno da allora, aveva lo scopo di promuovere negli studenti di qualsiasi età la scoperta di una dimensione astronomica che si va sempre più perdendo nelle città, e di sensibilizzarli al problema dell’inquinamento luminoso.

Le scuole potevano cioè organizzare incontri di osservazione del cielo diurno e notturno con esperti delle associazioni indicate, effettuare attività didattiche legate all’astronomia, concordare con gli enti locali l’oscuramento ad es. di una piazza in occasione di una serata osservativa pubblica, o la visita ad un osservatorio.

Nelle successive edizioni, la Settimana ha sempre più acquisito una dimensione internazionale e si è posta all’interno di un percorso nel quale gli studenti, i docenti e gli scienziati collaborano alla ricerca astronomica, al fine di costruire itinerari didattici

¹⁰ Indetta con la Circolare Ministeriale del 27/3/1998 Prot. 926 A/1.

interdisciplinari in cui essa rappresentasse una trama concettuale o uno stimolo all'apprendimento.

Ad un crescente interesse da parte della comunità scolastica, corrispondeva tuttavia, sul piano istituzionale, la scomparsa dell'astronomia tra gli obiettivi relativi al curriculum della scuola di base.

La Legge 53 del 28 Marzo 2003, comunemente nota come Legge Moratti (dal nome dell'allora Ministro dell'Istruzione), pur riconoscendo alla scuola la funzione di promuovere nei fanciulli "un primo livello di padronanza delle conoscenze e delle abilità, comprese quelle metodologiche di indagine, indispensabili alla comprensione del mondo", e di sostenerli nel passaggio dal "sapere comune" al "sapere scientifico (p. 2)", aveva di fatto eliminato dal curriculum della scuola primaria ogni riferimento esplicito ad obiettivi di apprendimento legati all'astronomia, ad eccezione forse per un generico "primi approcci con il globo" che figurava tra gli obiettivi di geografia del primo biennio (classe III), e che ricorda quelle datate "nozioni geografiche, sommarissime" che si allargavano, attraverso la "presentazione di un globo e di carte elementari, all'Europa e alle altre parti del mondo (Decreto del 08-11-1904 n. 407, Legge Orestano)".

Nonostante fosse stata esclusa dai programmi ufficiali, l'astronomia era comunque entrata a far parte della didattica scolastica, ed alcune pagine dei libri di testo per la scuola primaria contenevano informazioni più o meno corrette, circa la forma e la gravità della Terra, il percorso del Sole sull'orizzonte, il Sole, la Luna e le sue fasi, ed il Sistema Solare¹¹.

"L'astronomia è poco e male insegnata, nella maggior parte dei casi", scriveva Margherita Hack (2002) "Eppure il cielo è stato il primo grande laboratorio che ha stupito, a volte spaventato e comunque stimolato le menti dei nostri più antichi progenitori, abitanti delle caverne (p.7)". La consapevolezza dell'utilità di ripercorrere in proprio una parte del lungo tragitto compiuto dall'uomo per arrivare alla misurazione del tempo, alla comprensione del ciclo dì-notte e dell'alternanza delle stagioni, attraverso la costruzione di semplici strumenti di osservazione induceva Lanciano (2002) a riflettere sull'importanza del vedere, 'un'arte tutta da apprendere': spesso in astronomia la nostra percezione, contraddetta dalle verità scientifiche, "è sopita, poco usata" in quanto ci hanno insegnato a non fidarci delle informazioni che giungono attraverso i sensi. L'esigenza di adeguare e centrare sul bambino una simile proposta didattica richiedeva, secondo Guidoni (2006) l'esercizio da parte degli insegnanti di una mediazione didattica attiva, competente e socializzata, in grado di evidenziare nuovi itinerari di conoscenza per i bambini. Non

¹¹ Per una disamina di tipo qualitativo delle imprecisioni presenti nei libri di testo di scuola primaria riguardo l'astronomia, si veda Ronchi, C., *Tra Tolomeo e Copernico. Il cambiamento nelle concezioni astronomiche dei bambini* (Tesi di laurea non pubblicata, Università di Roma Tre, Facoltà di Scienze della Formazione, Corso di Laurea in Scienze della Formazione Primaria, a. a. 2002-2003), (172-185).

sempre però questo accadeva, in quanto spesso tali insegnanti erano portatori di una “cultura di scuola fra discipline che non sanno comunicare tra loro,... ma che ipocritamente pretendono di far crescere nella testa di chi impara una conoscenza scientifica ‘integrata’ (p. 98)”. Per rinnovare l’insegnamento in modo da rendere l’apprendimento significativo era dunque necessario, prosegue lo stesso autore, occorre riflettere ed imparare a fare scuola in un modo diverso.

La qualità della formazione degli insegnanti appare legata in questa ottica, alla qualità dell’azione educativa che essi svolgono: questi aspetti appaiono oggi essenziali al raggiungimento degli obiettivi fissati per il 2010 a Lisbona, e riguardanti il ruolo che gli insegnanti, secondo Castelletti-Croce (2006) possono ricoprire nel “creare un ambiente di apprendimento aperto (obiettivo 2.1), nel rendere attraente l’apprendimento (obiettivo 2.2), e nel promuovere l’interesse degli studenti nei confronti delle discipline tecnoscientifiche (obiettivo 1.4). Da tale constatazione emerge l’esigenza di prevedere azioni didattiche efficaci destinate a docenti, mediante iniziative come quella del piano ISS (Insegnare Scienze Sperimentali), durante l’intero arco della vita lavorativa del docente e da effettuarsi all’interno della comunità scolastica, intesa come una comunità di pratiche nella quale lo sviluppo professionale del singolo costituisce una risorsa per il miglioramento della qualità del sistema e degli esiti formativi degli allievi (Castelletti-Croce, 2006). Tale Piano fu promosso nel 2005 dal MIUR e da alcune associazioni disciplinari in ambito scientifico, come l’AIF (Associazione per l’Insegnamento della Fisica), SCI-DDC (Società Chimica Italiana- Divisione di Didattica Chimica), la Fondazione Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci di Milano, Città della Scienza di Napoli. Il Piano ISS intendeva creare, ,mediante una specifica azione formativa destinata ad insegnanti del I ciclo e del primo biennio del II ciclo¹² della scuola primaria, le condizioni per realizzare un’innovazione didattica che producesse un cambiamento duraturo nell’insegnamento delle scienze sperimentali, tra cui anche l’astronomia. Progettato come attività di ricerca-azione, il Piano poteva essere considerato un’occasione di riflessione da parte dei docenti sui contenuti delle discipline scientifiche, sulle loro potenzialità formative, e sull’opportunità di disporre di documentazioni relative a percorsi realizzati.

Le scienze astronomiche compaiono nuovamente tra le discipline del curriculum nel 2007, quando l’allora Ministro Fioroni compila le Indicazioni per il Curriculum per la scuola dell’infanzia e per il primo ciclo d’istruzione. Finalità della scuola primaria è “la promozione dello sviluppo della persona”, che ha luogo perseguendo “con ogni mezzo il miglioramento della qualità del sistema di istruzione”. Tale scuola “accompagna gli alunni

¹² Ci si riferisce alla scansione della classi prospettata per la scuola primaria dalla Legge 53/2003

nell'elaborare il senso della propria esperienza" e "l'acquisizione degli alfabeti di base della cultura (p. 41)".

Alcuni cenni ad attività didattiche legate all'astronomia sono presenti nel testo di Geografia, a proposito dell'acquisizione del concetto di spazio da effettuarsi mediante la conquista di coordinate spaziali utili all'orientamento in un territorio. Il confronto tra la realtà locale con quella globale (la Terra) viene effettuata attraverso "una continua comparazione di spazi" letti ed interpretati a scale diverse.

Nel testo di scienze si trovano riferimenti espliciti all'astronomia tra gli obiettivi di apprendimento da conseguire al termine delle terza e della quinta classe: nel primo caso viene indicata la necessità di familiarizzare i bambini con "la periodicità, su diverse scale temporali, dei fenomeni celesti (di-notte, percorsi del Sole, fasi della Luna, stagioni, ecc.) (p. 102)"; nel secondo caso si sottolinea la prosecuzione delle osservazioni del cielo diurno e notturno su scala mensile e annuale avviando, attraverso giochi col corpo e costruzione di modelli tridimensionali, all'interpretazione dei moti osservati da diversi punti di vista, anche in connessione con l'evoluzione storica dell'astronomia (p. 104)".

Si rileva come alcune delle istanze che avevano caratterizzato la ricerca educativa e didattica trovino finalmente posto negli obiettivi di apprendimento pensati per i bambini: l'osservazione diretta del cielo, l'utilizzo del corpo come strumento di acquisizione delle conoscenze, l'adozione di punti di vista diversi, il collegamento con il percorso seguito dagli scienziati per la conquista di alcune conoscenze. Tutto questo alla luce di una rinnovata attenzione per l'esperienza e le conoscenze che gli alunni già possiedono e a cui devono poter conferire un senso attraverso attività di indagine personale e scoperta.

Cap. 2

Le (mis)concezioni di bambini e insegnanti nella ricerca sul cambiamento concettuale

2.6 Attuali sviluppi della ricerca psicologica sul cambiamento concettuale

2.6.1 Conoscenza e credenze: alcune definizioni operative

In un suo recente lavoro, Mason e Murphy (2006) definiscono i termini “conoscenza” e “credenze” a partire dalle sfumature di significato che tali vocaboli assumono in campo filosofico, educativo e psicologico (Southerland, Sinatra e Mattheuws, 2001). I filosofi tenderebbero infatti a distinguere tra conoscenza e credenze basandosi sulla ragione e su criteri di validità definiti ad un livello teorico, mentre gli insegnanti di scienze individuerbbero il loro ruolo nel modificare le conoscenze degli studenti basate sull’evidenza empirica, mediante l’incontro con la conoscenza scientifica. Gli psicologi dell’educazione devono invece operare a livello del funzionamento cognitivo, incontrando spesso molte difficoltà nell’illustrare a livello empirico la diversa influenza di conoscenze e credenze nell’apprendimento.

Gli stessi autori illustrano come una distinzione comunemente accettata dei due termini sia quella che vede la conoscenza come un sapere attendibile e giustificato, mentre le credenze come idee che l’individuo possiede pur non avendone testato la veridicità (Richardson, 1996), oppure quella che considera la conoscenza come un substrato per le credenze o, al contrario, le credenze come un substrato per la conoscenza. Alcuni modelli teorici considerano la conoscenza e le credenze come parti di una più ampia conoscenza generale (Nisbett e Ross, 1980), mentre altri prendono in esame maggiormente le credenze, costituite, secondo Rokeach (1968), da tre elementi: una componente cognitiva (conoscenza), una componente affettiva (giudizio, valutazione, emozione) ed una componente comportamentale (nel caso in cui sia necessaria un’azione).

Invece di fare riferimento alle definizioni formulate da filosofi e psicologi, Alexander e collaboratori (1998), hanno indagato come i concetti di conoscenza e credenze fossero interpretati a livello di senso comune da bambini e studenti di vari livelli scolastici. I risultati dello studio mostrano come gli individui intervistati abbiano fornito concezioni coerenti di conoscenza come informazione fattuale, esternamente verificata o largamente accettata, mentre le credenze siano state spesso percepite come riferibili ad idee o pensieri che l’individuo riconosce come veri o desidera che siano tali: diversamente dalla conoscenza, le credenze spesso includono affermazioni soggettive per le quali la verità o la validità non è importante. Malgrado queste distinzioni concettuali, la maggior parte degli intervistati percepisca la conoscenza e le credenze come costrutti sovrapposti, interpretazione condivisa anche da Murphy e Mason (2006), i quali ritengono che né la conoscenza, né la credenza, da sole possano rappresentare la realtà nella sua interezza:

riprendendo una metafora tratta dalle teorizzazioni di James (1911/1996) sulle percezioni ed i concetti, gli stessi autori illustrano come per camminare sono necessarie all'individuo tutte e due le gambe, così per comprendere la realtà c'è bisogno sia della conoscenza che delle credenze. Il termine conoscenza viene tuttavia da essi utilizzato per indicare quelle cognizioni (fattuali) che vengono accettate come vere e che possono essere esternamente verificate mediante ripetute interazioni con l'oggetto, mentre le credenze (opinioni) rappresentano quelle nozioni accettate dall'individuo senza essere state sottoposte a verifica, ma nel convincimento (o nella speranza) che siano vere.

Una caratteristica peculiare delle credenze, proseguono Murphy e Mason (2006), riguarda il rilievo ad esse attribuito dagli individui nel mantenerle valide anche di fronte ad evidenze che le contraddicono apertamente.

2.6.2 Misconcezioni e cambiamento concettuale

Negli ultimi quarant'anni, le numerose ricerche svolte in ambito psicologico sull'apprendimento e sull'istruzione hanno mostrato che gli individui costruiscono la loro conoscenza a partire dall'esperienza quotidiana nel mondo fisico, naturale e sociale. Da questa premessa è scaturita, nel corso degli anni '70, una grande mole di studi dedicati allo studio del ruolo giocato dalle strutture di conoscenza e dai processi nel pensiero nel ragionamento e nella memoria (Bobrow e Collins, 1975). In questi lavori emerge un paradigma costruttivista che ha continuato ad enfatizzare il ruolo attivo del discente, il quale interpreta, piuttosto che assimilare passivamente, nuove informazioni sulla base di quello che già conosce. Da questi primi studi cognitivi, condotti principalmente nel dominio della fisica (McCloskey, 1983) fino ad oggi (Duit, 2002), migliaia di studi hanno documentato la comprensione grossolana da parte degli studenti, di concetti riconducibili a vari domini di conoscenza scientifica. Da questa letteratura emerge che gli studenti portano a scuola le concezioni che hanno costruito nel corso della loro vita, attraverso esperienze formali ed informali, e che molto spesso tali concezioni risultano primitive, limitate ed in contrasto con la conoscenza scientifica insegnata a scuola (Wood-Robinson, 1994). Il termine *misconcezioni* è stato pertanto coniato per indicare quelle rappresentazioni mentali possedute dagli individui, che risultano errate dal punto di vista della conoscenza disciplinare stabilizzata, e che spesso interferiscono con gli apprendimenti successivi (Pines e West, 1983). Da una prospettiva costruttivista comunque, le *misconcezioni* sono considerate aspetti fondamentali ed inevitabili dell'apprendimento umano (Alexandre, 1998). Altri termini, come "*concezioni native*", "*concezioni alternative*", "*quadri alternativi*", o "*conoscenza intuitiva*", nonostante le sfumature di significato che li caratterizzano sono usati in letteratura come sinonimi di *misconcezioni*, per indicare una

comprensione grossolana ed erronea, da parte degli studenti, di un determinato contenuto di apprendimento.

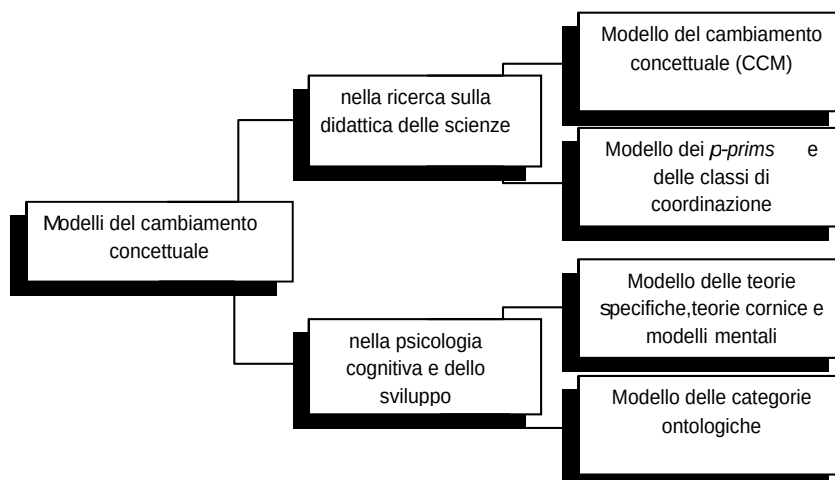
Da un punto di vista educativo, la presenza di misconcezioni tra le concezioni degli studenti richiede la messa in atto di strategie didattiche tese ad attuare un apprendimento efficace a ristrutturare la conoscenza esistente, come si vedrà nei paragrafi successivi. L'espressione cambiamento concettuale viene usata per riferirsi a tale revisione delle concezioni inizialmente possedute dagli studenti, che spesso vengono abbandonate a seguito di esperienze didattiche significative (Murphy e Mason, 2006).

Sebbene alcuni studiosi si riferiscano alle credenze per descrivere il cambiamento concettuale (Hynd, 2003), generalmente nella letteratura i vari lavori fanno riferimento ad una comprensione fattuale di fenomeni o eventi, cioè alla conoscenza: ma, al di là di queste differenze, gli studiosi generalmente concordano sul fatto che una revisione delle concezioni preesistenti è condizione necessaria all'acquisizione dei concetti scientifici. Murphy e Mason (2006) concordano con Duit (2002) sul fatto che l'etichetta cambiamento concettuale suggerisca delle linee di apprendimento che gli studenti potrebbero seguire per passare da concezioni più intuitive a concezioni più scientifiche. Da un punto di vista costruttivista, lo stesso apprendimento delle scienze potrebbe essere considerato come un apprendimento per cambiamento concettuale, dal momento che richiede la revisione della conoscenza al fine di integrare con successo le nuove concezioni nella struttura cognitiva preesistente dell'individuo (Duit, 1999).

2.6.3 *Modelli di cambiamento concettuale: due filoni di ricerca tradizionali*

Fino ad oggi la ricerca sul cambiamento concettuale ha seguito due filoni di ricerca relativamente indipendenti: quello relativo alla didattica delle scienze e quello riconducibile alla psicologia cognitiva e dello sviluppo (Duit e Treagust, 2003; Vosniadou, 1999). Ciascuna di queste tradizioni ha indagato la *struttura delle* rappresentazioni di conoscenza esistenti nel discente ed i principi che devono essere implementati nelle classi. (Schema 1).

Schema 1: Filoni di ricerca sul cambiamento concettuale



d. Modelli di cambiamento concettuale nella ricerca sulla didattica delle scienze.

Nel campo dell'educazione, l'approccio del cambiamento concettuale è nato ad opera di studiosi interessati all'insegnamento delle scienze, soprattutto quelle naturali e fisiche: tali sono stati all'incirca i primi a rendersi conto e a documentare il fatto che le misconcezioni possedute dagli studenti possono essere anche molto resistenti al cambiamento: alcuni studiosi hanno ipotizzato un parallelismo tra l'acquisizione delle concezioni individuali in campo scientifico ed il cambiamento di paradigmi che ha avuto luogo nella storia della scienza, e pertanto si sono rivolti alla filosofia e alla storia della scienza al fine di comprendere i meccanismi sottostanti al cambiamento concettuale.

Posner e colleghi (1982) hanno infatti ipotizzato l'esistenza di similitudini tra i concetti piagetiani di assimilazione e accomodamento, e quelli epistemologici di scienza normale e rivoluzione scientifica (Kuhn, 1970): l'incorporazione di un nuovo concetto nella struttura concettuale dell'individuo viene considerato da questi autori come analogo alla crescita normale della conoscenza scientifica, assimilata all'interno delle cornici concettuali preesistenti. Analogamente, l'accomodamento di una struttura concettuale, intesa come modificazione atta ad accogliere una nuova informazione, fu concettualizzato in modo simile al cambiamento di paradigmi nella scienza, ad una rivoluzione scientifica. Tale rivoluzione ha luogo quando le anomalie e le limitazioni della vecchia teoria sono così evidenti e inconciliabili con le nuove idee che è necessaria l'elaborazione di un nuovo paradigma che sostituisca quello vecchio e permetta all'individuo di comprendere meglio il fenomeno indagato (Thagard, 1992).

Nella letteratura sulla didattica delle scienze possono essere identificate due prospettive sulla natura della conoscenza intuitiva e sul cambiamento concettuale.

Il modello del cambiamento concettuale (CCM)

Ipotizzando un parallelismo con la teoria di Piaget, Posner e collaboratori (1982) analizzano le motivazioni che, nel corso della storia della scienza, indussero talvolta alcuni scienziati ad aderire ad una nuova teoria (ad esempio, la teoria eliocentrica di Copernico), ed altri a rimanere ancorati a quella vecchia (quella geocentrica di Tolomeo): assimilando studenti e scienziati, tali motivazioni potevano fornire alcune indicazioni sui fattori che ostacolano o favoriscono il cambiamento concettuale negli studenti. I risultati delle loro ricerche hanno condotto questi autori allo sviluppo di uno dei più autorevoli modelli per favorire il cambiamento concettuale nel dominio scientifico, chiamato modello del cambiamento concettuale (Conceptual Change Model, CCM).

Il CCM comprende quattro condizioni che determinano una ristrutturazione della conoscenza, ma che rappresentano anche le possibili fonti di resistenza al cambiamento. In primo luogo deve essere presente una certa insoddisfazione nei confronti della vecchia concezione, in quanto essa non appare in grado di spiegare un certo fenomeno, o ha delle implicazioni palesemente false, o ancora è in contraddizione con altre conoscenze possedute dall'individuo. Secondo, una nuova concezione deve essere intelligibile. La sua comprensibilità permette all'individuo di costruire una rappresentazione coerente. Terzo, la nuova concezione deve apparire inizialmente plausibile, da una fonte credibile e, e coerente con le altre concezioni possedute dall'individuo: in caso contrario sarà rifiutata. Infine, una nuova concezione essere fruttuosa, cioè deve suggerire la possibilità di essere utile nello spiegare molti eventi e fenomeni.

Nel CCM si può rintracciare l'idea della mente modulare elaborata da Fodor (1983) e le nozioni di status ed ecologia concettuale formulate da Hewson (1981) e dai già citati Strike e Posner, in un loro studio successivo (1985). Lo status di una concezione è elevato quando gli individui la comprendono e la percepiscono come accettabile e utile: se una nuova concezione è in conflitto con una concezione esistente, o non ha uno status elevato, il cambiamento concettuale non si verifica. Il cambiamento può invece verificarsi se lo status della concezione corrente diminuisce a causa dell'insoddisfazione della rappresentazione, oppure se lo status della concezione nuova aumenta.

La nozione di ecologia concettuale riguarda tre aspetti (Toulmin, 1992): il primo è che le credenze e le convinzioni dei soggetti circa la natura e la validità della conoscenza, servono come base per la scelta degli elementi che attribuiscono validità alle spiegazioni di un fenomeno; il secondo aspetto è che l'ecologia concettuale è caratterizzata da una rete di concetti tra loro interconnessi; il terzo aspetto è che alcune concezioni possono competere per una stessa nicchia ecologica e quelle che sopravvivranno saranno le più potenti e le più utili all'individuo nel risolvere conflitti e problemi.

All'interno della ricerca per l'educazione scientifica, il CCM è diventato una guida importante per implementare una didattica di tipo costruttivista nell'educazione scientifica,

in grado di stimolare e supportare gli studenti ad attivare, spiegare e rivedere le concezioni da essi possedute sui fenomeni osservati (Hennessey, 2003). A questo riguardo, il conflitto cognitivo può essere considerato una strategia didattica valida a promuovere negli studenti la ristrutturazione della conoscenza (Guzzetti, Snyder, Glass e Gamas, 1993). Questa strategia implica espressamente il presentare agli studenti delle prove che contraddicono le concezioni da essi possedute: l'assunzione sottostante alla strategia, è che la presentazione di dati anomali faciliterebbe la ristrutturazione delle conoscenze degli studenti. Il modello di Posner e collaboratori si basa sull'assunto che le misconcezioni dei discenti siano internamente coerenti e consistano in cornici esplicative simili a teorie (Brewer e Samarapungavan, 1991; Vosniadou, 2002), sebbene non al livello delle teorie scientifiche.

P-prims e le classi di coordinazione

Dall'interno del dominio della fisica, diSessa (1983, 1993) ha sfidato il modello del cambiamento concettuale (CCM) ipotizzando che le concezioni dei novizi differissero da quelle degli esperti per la loro natura più frammentaria. In altri termini, le concezioni dei novizi sono concepite in termini di collezioni non strutturate di numerosi semplici, intuitivi elementi, chiamati p-prims (primitivi fenomenologici), derivati da minime astrazioni compiute dal soggetto sulla base dell'esperienza di eventi familiari.

Alcuni esempi di p-prims individuati dall'autore, l'attivazione dei quali risulta abbastanza dipendente dal contesto, sono i seguenti: gli oggetti vanno nella direzione in cui sono stati spinti, più sforzo ottiene più risultato, o più lontano implica più durata.

Secondo questa prospettiva, l'apprendimento delle scienze implica la collezione e la sistematizzazione di alcuni pezzi di conoscenza in un intero più grande. I p-prims, da entità isolate e ovvie giungono a diventare parti di strutture di conoscenza più complesse.

In seguito lo stesso autore (diSessa, 2002) ha supposto l'esistenza delle classi di coordinazione, cioè di grandi, complessi sistemi cognitivi composti di varie parti che richiedono un alto grado di coordinazione attraverso contesti differenti. I p-prims e le classi di coordinazione sono visti come diversi tipi di conoscenza che giocano ruoli differenti nel cambiamento concettuale, e che spiegano cambiamento concettuale come fenomeno: i p-prims ne forniscono una spiegazione riguardo le predizioni intuitive ed i giudizi di plausibilità; le classi di coordinazione ne danno un modello descrittivo di un intero concetto. Lo sviluppo di una classe di coordinazione implica che i pezzi di conoscenza, assieme alle inferenze, siano sistemati, integrati ed allineati per essere utilizzati dal discente in una gamma di vari contesti.

e. Modelli del cambiamento concettuale nella ricerca sullo sviluppo cognitivo

Il termine cambiamento concettuale fu utilizzato per la prima volta da Susan Carey (1985) per indicare la sua visione di sviluppo cognitivo, che superava i limiti

dell'approccio piagetiano e quelli dei teorici dell'elaborazione dell'informazione. Piaget aveva individuato delle strutture cognitive ampie e pervasive, che davano luogo a cambiamenti riguardanti ogni campo della conoscenza. Il modello dell'elaborazione dell'informazione aveva invece ipotizzato il possesso, da parte dell'individuo, di numerose abilità e nozioni distinte che si sviluppavano lungo altrettanti binari tra loro indipendenti. Essendo vicina ad una visione di mente modulare (Fodor, 1983) che vede lo sviluppo concettuale come un movimento per settori specifici, l'autrice ipotizza la presenza, nei bambini, di abbozzi di teorie circa un piccolo numero di fenomeni, dai quali successivamente possano originarsi le discipline, intese come sintesi formale di tali argomenti in forme condivise dalla comunità scientifica. Lo sviluppo concettuale del bambino può essere pertanto visto come un progressivo cambiamento, dovuto al graduale arricchimento della conoscenza posseduta, delle teorie con le quali egli cerca di spiegarsi la realtà (Benelli, 1989). Tale cambiamento consiste, secondo Carey (1985), nell'emergere di nuove teorie da quelle vecchie, nella ristrutturazione di concetti ontologicamente importanti e nell'emergere di nuove nozioni esplicative.

Lungi dall'essere simili a quelle degli scienziati, le teorie infantili sono intese da Gardner (2001) come una "visione coerente del mondo" o un "insieme di credenze organizzate" che comunque i bambini utilizzano in modo regolare e generativo, traendone coerentemente quelle inferenze che denotano le loro emergenti teorie sulla realtà.

Secondo l'autore, al momento del suo ingresso a scuola il bambino ha già sviluppato alcune robuste percezioni nelle tre aree che costituiscono il reale: per ciò che riguarda il mondo fisico, possiedono una teoria della materia; per ciò che concerne il mondo degli organismi viventi, possiedono una teoria della vita; per ciò che riguarda il mondo degli esseri umani, possiedono una teoria della mente, di cui fa parte anche una teoria dell'io. Simili teorie, prosegue Gardner (2001), se da un lato risultano utili al bambino, in quanto rappresentano altrettanti strumenti con cui egli riesce a dare temporaneamente un senso ai fenomeni del mondo, dall'altro, possono strutturarsi come potenti mezzi di conoscenza e resistere alla scolarizzazione, riemergendo, con tutta la loro forza, una volta che l'individuo lasci l'ambiente scolastico.

Le teorie primitive dei bambini riguardo il mondo fisico rivelano in modo efficace i modi in cui il bambino in età prescolare pensa gli oggetti del mondo reale: Carey (1985) ritiene che tali spiegazioni cambino in funzione del progressivo arricchimento della conoscenza del mondo, gradualmente abbandonando interpretazioni semplicistiche basate su aspetti vistosi ed esteriori, ed avvicinandosi a quelle degli adulti, culturalmente mediate e complesse.

Nella sua visione di cambiamento concettuale, Carey (1985) distingue tra accrescimento, ristrutturazione debole e ristrutturazione radicale. L'accrescimento è il mero arricchimento di conoscenza nelle strutture cognitive del soggetto, corrispondente al meccanismo piagetiano di assimilazione. La ristrutturazione debole ha luogo quando vengono create delle relazioni tra i concetti, mediante le quali possono essere costruite strutture concettuali più elaborate e complesse che consentono al soggetto di risolvere

nuovi problemi. La ristrutturazione radicale richiede invece un cambiamento sostanziale dell'intero assetto di concetti nelle loro relazioni e nella gamma dei fenomeni che possono essere spiegati con essi. Il passaggio dalla teoria dell'impeto alla nozione newtoniana di forza ed il cambiamento dalla teoria tolemaica a quella copernicana sono esempi efficaci di ristrutturazione radicale nella storia della scienza.

Teorie cornice, teorie specifiche e modelli mentali

Il modello di cambiamento concettuale proposto da Vosniadou (1994), dopo una ricerca sistematica nel dominio dell'astronomia elementare e della meccanica, si basa sull'assunzione che i concetti sono inseriti in teorie e che ci sono vincoli sul comportamento degli oggetti fisici che sono rilevati persino dai bambini (Spelke, 1991).

Questo modello di cambiamento concettuale distingue tra modelli mentali, teorie specifiche e teorie cornice. I modelli mentali, basati su credenze scaturite dall'osservazione o su informazioni ricevute dal contesto culturale, vengono generati dal soggetto per risolvere problemi, per spiegare fenomeni e per formulare previsioni in un determinato dominio di conoscenza. Le teorie specifiche sono costituite dalle credenze sulle quali si basano i suddetti modelli, costituite da una serie di proposizioni tra loro interrelate con le quali il soggetto descrive le proprietà ed il comportamento degli oggetti fisici. Le teorie specifiche sono vincolate dalle teorie cornice, delle quali gli individui non sono consapevoli: tali teorie sono costituite da presupposizioni epistemologiche sulla natura della conoscenza, e da presupposizioni ontologiche riguardanti le entità esistenti.

Per esemplificare la struttura concettuale sottostante alla costruzione dei modelli mentali, Murphy e Mason (2006) si riferiscono al modello mentale di "forza interna" individuato da (Vosniadou e Ioannides, 1998), mentre per fare un esempio della resistenza di tali modelli alla ristrutturazione radicale utilizzano modello mentale di Terra (Vosniadou e Brewer (1992; 1994). Nel modello mentale di "forza interna" (che fornisce una rappresentazione della forza come una proprietà esclusiva degli oggetti fisici pesanti o grandi), la credenza impiegata è che alcuni oggetti pesanti possono spingere o attirare altri oggetti e provocare in loro un cambiamento, mentre altri non possono. Questa credenza, derivata dall'osservazione, costituisce una teoria specifica circa le proprietà ed il comportamento di oggetti fisici circa la forza, ed è a sua volta vincolata da una cornice teorica sottostante, basata su assunzioni epistemologiche ed ontologiche, secondo le quali le assunzioni circa la conoscenza si riferiscono al bisogno, tipicamente umano, di spiegarsi il movimento di oggetti in modo causale, e di distinguere tra oggetti fisici animati e inanimati, che hanno tra le diverse proprietà, quella di avere forza.

Secondo Vosniadou e Brewer (1992, 1994), le misconcezioni o modelli sintetici sono generati quando gli studenti cercano di incorporare nuove informazioni insegnate nella scuola all'interno delle strutture concettuali senza cambiare le teorie cornice (in altre parole senza fare cambiamenti a livello delle assunzioni epistemologiche ed ontologiche).

L'esempio utilizzato per descrivere la resistenza dei modelli mentali alla ristrutturazione radicale viene tratto da Murphy e Mason (2006) dal dominio dell'astronomia. Secondo Vosniadou e Brewer (1992; 1994), il modello mentale iniziale di Terra è quello di un piatto, supportato e stabile oggetto fisico, con il cielo ed il Sole posizionati in alto. Il modello mentale sintetico della terra doppia (ovverossia la Terra piatta dove siamo noi e la terra sferica sù, nel cielo dove possono vederla gli astronauti) viene creato quando il bambino "riconcilia" il modello piatto e quello sferico senza però abbandonare le presupposizioni epistemologiche ed ontologiche (cioè le teorie cornice) che stanno alla base del modello di Terra piatta. Invece il cambiamento concettuale, come ristrutturazione radicale della conoscenza, richiede la modificazione delle credenze sottostanti (teorie specifiche) e nelle presupposizioni (teorie cornice).

Dato che le credenze e le presupposizioni derivano da anni di osservazione e di esperienza e sono da questa ultima continuamente confermate, a volte possono risultare particolarmente resistenti al cambiamento, che consiste comunque in un processo lungo, lento e difficile. Berti (1999), dopo aver studiato il cambiamento concettuale nel dominio economico seguendo il modello di Vosniadou, ha osservato che, quando gli studenti possiedono la conoscenza generale necessaria e le loro concezioni e iniziali non sono radicate, il cambiamento concettuale può avvenire in un tempo relativamente più corto.

Categorie ontologiche

Nella psicologia cognitiva alcuni autori (Chi, 1992; Chi, Slotta e de Leeuw, 1994) hanno proposto un modello che distingue tra cambiamento concettuale in che ha luogo entro e attraverso categorie ontologiche. La teoria proposta dal gruppo di lavoro di Chi si basa su tre supposizioni, (ipotesi epistemologica, quella metafisica e quella psicologica), all'intersezione delle quali si trova l'Ipotesi di Incompatibilità, che fornisce la spiegazione del fatto che alcuni concetti sono particolarmente difficili da apprendere.

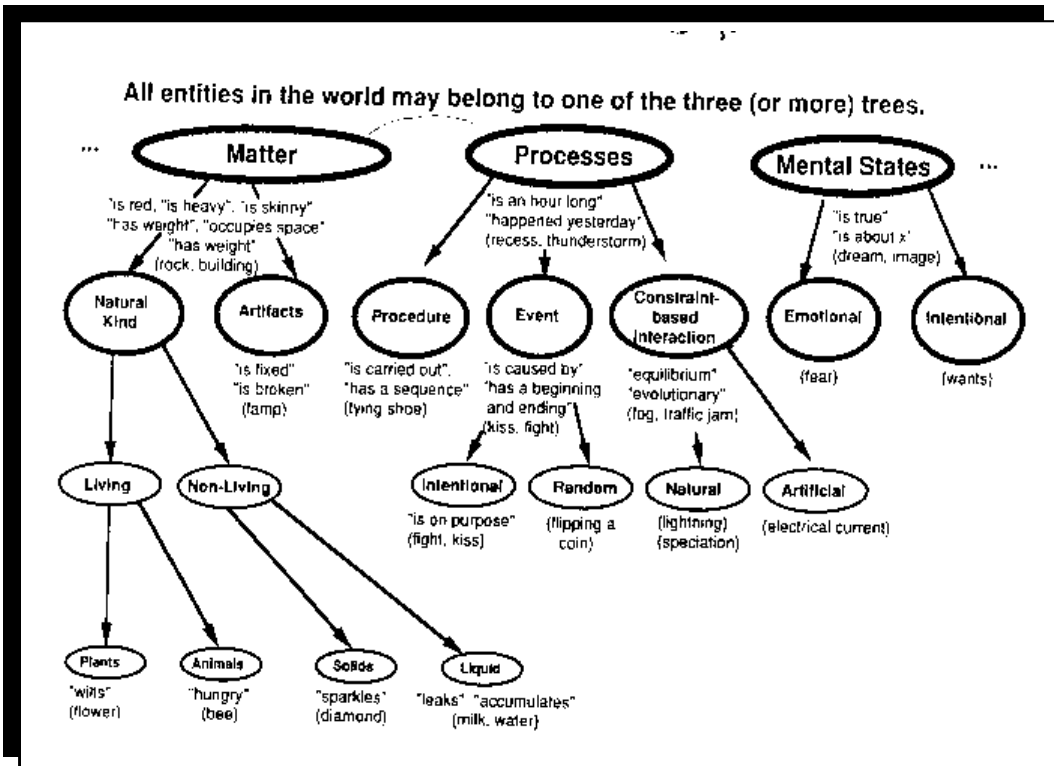
L'ipotesi epistemologica, riconduce le diverse entità, presenti nel mondo, ad almeno tre diverse categorie fondamentali della realtà che gli adulti percepiscono come ontologicamente e psicologicamente distinte: quella delle sostanze, quella dei processi ed infine quella degli stati mentali, ognuna delle quali è caratterizzata da sottocategorie con proprietà distintive, come è sintetizzato nello Schema 2.

Ciascuna delle categorie entro un dato albero differisce cioè da ogni altra (situata quindi su un altro albero), per la presenza, al suo interno, di precipui attributi ontologici, vale a dire, proprietà che un'entità può potenzialmente possedere come conseguenza dell'appartenenza ad una certa categoria ontologica. Gli attributi ontologici, in sintesi, definiscono i confini tra categorie, nel senso che non possono essere applicati a membri di categorie ontologicamente distinte: se

due categorie, pur essendo distinte, appartengono allo stesso albero, si parla di categorie parallele (ad esempio “naturali” e “artificiali”).

Il cambiamento concettuale viene inteso da questi autori come ricollocazione di elementi in categorie con particolari proprietà: quanto più precocemente la concezione infantile si allontana da quella dello scienziato, tanto più dovrà essere ampio il grado di cambiamento concettuale necessario a ricollocare la misconcezione infantile nella giusta categoria. In questa ottica, il cambiamento concettuale all'interno della stessa categoria ontologica è più semplice da ottenere rispetto ad un cambiamento concettuale tra categorie diverse, dal momento che i concetti possono muoversi tra categorie ontologiche parallele all'interno di un medesimo albero (ad es. entro “entità naturali”, tra “piante” ed “animali”, Schema 2), consentendo la modificazione di alcuni attributi senza cambiare il loro significato di base. Al contrario, il cambiamento concettuale attraverso le categorie ontologiche è più difficile e da ottenere, in quanto richiede la riassegnazione di un concetto ad una categoria ontologica diversa.

Schema 2: L'ipotesi epistemologica sulla natura delle concezioni circa le entità del mondo. Un possibile schema di categorizzazione. (da Chi et al., 1994)



Secondo questo modello, le misconcezioni che gli studenti hanno circa la forza, il calore, la luce, e la corrente elettrica identificate in letteratura, sono dovute a un'erronea assegnazione di questi concetti alla categoria della materia che implica l'assegnazione delle proprietà e di sostanze materiali (Reiner, Chi e Resnick, 1988). Ad esempio, se gli studenti concepiscono l'elettricità come un gas o come l'acqua (cioè assegnandola alla categoria "materia" invece che a quella dei "processi"), potrebbero pensare che, tagliare un cavo elettrico potrebbe provocare la perdita di elettricità nella stanza. Derivate, come si è visto, dall'assegnazione dei concetti a categorie alle quali non appartengono, tali misconcezioni si fanno più evidenti, secondo questi autori, in contesti quotidiani di spiegazione più che in contesti formali di istruzione.

Per acquisire la rappresentazione scientifica del concetto fisico di energia, occorre pertanto riassegnarlo alla categoria ontologica corretta (processi). Il passaggio da una concezione basata sulla materia pari a concezione basata sui processi può essere considerato una rivoluzione all'interno della struttura concettuale individuale.

f. Modelli alternativi al cambiamento concettuale

I due filoni di ricerca sul cambiamento concettuale fin qui descritti hanno contribuito in maniera notevole alla comprensione delle strutture di rappresentazione della conoscenza e dei modi in cui l'istruzione può essere più efficace a produrre la loro revisione. Comunque, fin dai primi anni del 1990, nessuna tradizione di ricerca aveva ancora posto attenzione al ruolo giocato dall'affettività nel cambiamento cognitivo.

Nel 1993, Pintrich, Marx e Boyle pubblicano un articolo molto citato dal titolo "oltre il cambiamento concettuale freddo", nel quale individuano il ruolo giocato da fattori affettivi, motivazionali e contestuali nel processo di revisione della conoscenza. Analizzando i difetti dei precedenti lavori, i due modelli di cambiamento concettuale proposti dopo quell'articolo tentarono di spiegare una moltitudine di fattori cognitivi ed affettivi (ad es. conoscenza, credenze, motivazione, strategie), e fattori legati al testo (ad es. difficoltà del testo o natura degli argomenti).

Entrambi sono modelli a doppio processo nei quali l'architettura cognitiva utilizzata in questi modelli è automatica o algoritmica (a basso coinvolgimento cognitivo) ed allo stesso tempo intenzionale (ad alto funzionamento cognitivo). In

più, questi recenti modelli permettono di capire se e come conoscenza e credenze, assieme o separatamente, influenzino il cambiamento concettuale durante l'apprendimento.

Modello della ricostruzione cognitiva della conoscenza (CRKM)

Nel tentativo di prendere in considerazione sia componenti cognitive che affettive, Dole e Sinatra (1998) hanno proposto un modello di ricostruzione cognitiva di conoscenza basato su problemi derivati dalla ricerca psicologica cognitiva e sociale chiamato CRKM (cioè Cognitive Reconstruction of Knowledge Model). Mentre gli psicologi dello sviluppo e cognitivi avevano considerato il processo di ristrutturazione di conoscenza puramente in termini cognitivi o razionali, gli psicologi sociali hanno anche esaminato i fattori affettivi che sui quali si fondano le credenze e l'attitudine al cambiamento. Il modello di questi autori postula che per la revisione di conoscenza siano necessari sia la rielaborazione cognitiva che l'investimento affettivo. Inoltre, nel CRKM l'affetto viene considerato come un costrutto multidimensionale, che include componenti come l'interesse nell'argomento, l'investimento nei risultati, e tratti personali che sostanziano la motivazione (ad es. la necessità di essere coinvolti in riflessioni, valutazioni di argomenti, soluzione di problemi). Sulla base degli studi condotti mediante l'utilizzo del modello a doppio processo, i due autori sostengono che per quanto riguarda la comprensione dei fenomeni del mondo fisico, se gli studenti sono motivati a rielaborare l'informazione da un interesse nell'argomento, da bisogni o da caratteristiche personali, riescono più facilmente a capire il nuovo materiale e a rivedere le loro rappresentazioni mentali. Un cambiamento concettuale duraturo, proseguono gli stessi autori, avviene solo se l'individuo si impegna in una riflessione affettiva ed in un processo metacognitivo a livello profondo. Naturalmente, la nuova conoscenza deve essere comprensibile e il discente deve essere in possesso di quegli strumenti e di quelle abilità che gli consentano di apprenderla. Secondo questo modello, le fonti di resistenza alla ristrutturazione concettuale possono essere rintracciate nel contenuto, che può rivelarsi incomprensibile o troppo sconosciuto, o nel discente, che può avere poco interesse nei confronti di tale contenuto. Può essere provocato un temporaneo cambiamento concettuale, se il contesto sociale della classe spinge gli studenti a vedere un fenomeno in un modo diverso, o a leggere un testo che è particolarmente attraente a causa di dettagli irrilevanti. Quando il coinvolgimento degli studenti è basso, illustrano gli stessi autori, essi torneranno facilmente alle rappresentazioni

preesistenti che non sono mai state del tutto abbandonate. Pertanto, il ruolo dell'intenzionalità nel cambiamento concettuale è, secondo Dole e Sinatra (1998) fondamentale.

Modello cognitivo-affettivo del cambiamento concettuale, (CAMCC)

Per rispondere alla prospettiva proposta da Pintrich, Marx e Boyle (1993), Gregoire (2003) un modello a due processi sul cambiamento concettuale degli insegnanti che postula una spiegazione sul perché le credenze degli insegnanti su alcuni argomenti disciplinari sono resistenti al cambiamento. In relazione alla polemica di Pintrich e collaboratori sul cambiamento concettuale freddo, il modello elaborato dall'autore si configura come "un modello veramente caldo del cambiamento concettuale" (p.163), per il maggiore rilievo attribuito rispetto al precedente modello (CKRM) ai fattori motivazionali come i livelli di dubbio e sicurezza dei docenti, che influenzano la ricezione di un dato messaggio. Sebbene il modello non fornisce una descrizione chiara dei costrutti, permette di comprendere facilmente i meccanismi che sottostanno al cambiamento concettuale.

Ad esempio, il modello combina l'idea che la valutazione automatica gioca un ruolo nell'attitudine al cambiamento con l'idea che i processi cognitivi mediano il cambiamento, e con l'idea che questi ultimi, a loro volta, sono influenzati dalla motivazione e dall'abilità individuale. Il modello prende inoltre in considerazione la tendenza da parte del soggetto a conservare le credenze inizialmente possedute: Gregoire sostiene infatti che si può essere costruita una conoscenza duratura solo se gli individui sono sottoposti ad un percorso di istruzione sistematico, analogamente a quanto era stato osservato da Dole e Sinatra (1998), anche se un simile percorso di per sé non è sufficiente a garantire il cambiamento delle concezioni iniziali nei soggetti.

Altri fattori possono infatti influenzare il processo, come le conoscenze iniziali del docente e la sua esperienza di insegnamento; le caratteristiche del messaggio, come la comprensibilità, la plausibilità e l'utilità; e se l'elaborazione del messaggio è parziale.

Una sintesi: verso un approccio integrato

Questi ultimi due modelli di cambiamento concettuale sono utili a capire che tale cambiamento è un processo all'interno del quale l'interazione tra emozioni, le valutazioni, gli aspetti motivazionali e la cognizione possono sia facilitare che inibire. Recenti ricerche sulla revisione concettuale includono aspetti affettivi e

motivazionali oltre alla cognizione, mostrando di essere andati oltre la cognizione “fredda” (Limon e Mason, 2002; Schnotz, Vosniadou e Carretero, 1999; Sinatra e Pintrich, 2003). A questo riguardo, la nozione di intenzionalità come mediatore generale tra fattori interni ed esterni implicati nel cambiamento delle rappresentazioni di conoscenza (Vosniadou, 1999) è un’ulteriore articolazione delle indagini in questo campo. In riferimento al costrutto di apprendimento intenzionale elaborato da Bereiter e Scardamaglia (1989), Sinatra e Pintrich (2003) hanno ipotizzato che i discenti dovrebbero essere non soltanto attivi, ma intenzionali nel raggiungere deliberatamente l’obiettivo della ristrutturazione concettuale. Come illustrano Murphy e Mason (2006), analogamente a quanto è emerso dalle ricerche che utilizzano i modelli del doppio processo, sebbene dei cambiamenti possono verificarsi per caso, o a livello inconsapevole, solo alti livelli di funzionamento cognitivo, meta cognitivo e di coinvolgimento motivazionale possono condurre ad un cambiamento concettuale duraturo e profondo. In aggiunta all’azione, alla consapevolezza meta concettuale, al controllo consapevole e all’autocontrollo, l’intenzionalità nel cambiamento concettuale suggerisce che i discenti iniziano un’attività diretta all’obiettivo di modificare la loro comprensione. Essi raggiungono questo obiettivo controllando e regolando attivamente aspetti di tipo cognitivo, motivazionale ed affettivo.

2.7 La ricerca sulle concezioni astronomiche dei bambini

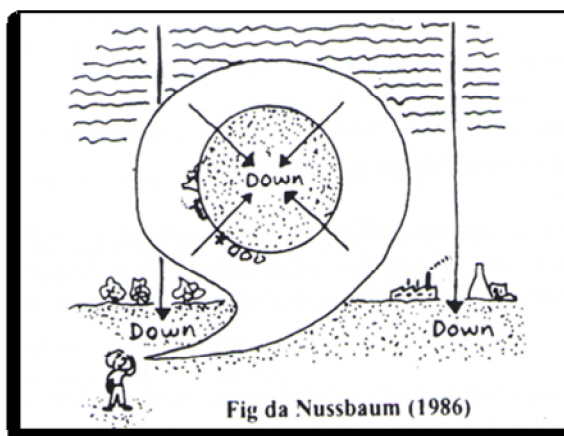
e. I primi studi sulle concezioni astronomiche infantili

Le interviste di Piaget (1966) avevano mostrato che le convinzioni dei bambini circa i grandi eventi naturali (come la pioggia, il tuono, il movimento degli astri, ecc.) traggono la loro origine nell’ambito di un pensiero fortemente egocentrico. La tendenza infantile ad assegnare agli elementi della realtà fisica le caratteristiche dell’esperienza personale conduce i bambini a ritenere “viventi” tutti quelli dotati di movimento, quindi anche il Sole e la Luna che si spostano nel cielo, ed a considerarli come un prodotto della fabbricazione umana. L’autore (1927) si dedicò all’osservazione e alla descrizione dello sviluppo della nozione di causalità infantile analizzando le credenze dei bambini circa il movimento degli astri, individuando una serie di stadi che, partendo da concezioni di carattere magico-animistico si evolvono gradualmente verso idee permeate di artificialismo e finalismo, fino ad arrivare ad una spiegazione scientificamente accettabile di tale fenomeno.

Negli studi che seguono (riportati nel Quadro Sinottico 1) è possibile scorgere l'influenza di Piaget nei tentativi, operati dai diversi autori, di delineare sequenze lineari di sviluppo delle concezioni in bambini di diverse culture e nella tendenza a collegare il possesso di una determinata nozione all'età o al possesso di abilità cognitive generali.

Le prime ricerche sulle concezioni dei bambini in campo astronomico sono condotte negli Stati Uniti da Nussbaum & Novak (1976), i quali indagano le idee di un gruppo di bambini frequentanti la I e la II classe di scuola primaria sulla forma della Terra e sulla caduta dei corpi. Dopo aver sottoposto i bambini ad intervista clinica semi-strutturata, tesa ad indagare le loro conoscenze circa la forma della Terra e la caduta dei corpi, gli autori dividono i bambini in due gruppi e sottopongono quello sperimentale ad esperienze ed attività con oggetti e materiali, prima di intervistarli nuovamente. Entrambi gli studiosi sottolineano che i bambini del gruppo sperimentale hanno conseguito nozioni più avanzate rispetto ai coetanei dell'altro gruppo, sottolineando il superamento della teoria stadiale di Piaget secondo la quale lo sviluppo cognitivo di quei bambini non avrebbe consentito l'acquisizione delle concezioni indagate.

Figura 1: L'acquisizione del modello scientifico di Terra avviene mediante il progressivo superamento dell'egocentrismo piagetiano, che rende il bambino capace di operare cognitivamente sul concetto di Terra senza mostrare alcun segno di interferenza con il pensiero egocentrico (Nussbaum, 1986).

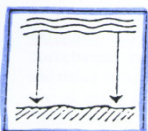
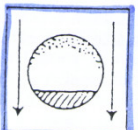
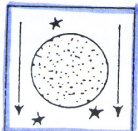
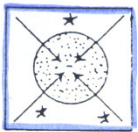


Ulteriori studi condotti da Nussbaum (1979) in Israele confermano l'esistenza di nozioni "difformi" dalla visione scientifica di Terra anche tra bambini così diversi da quelli americani del primo studio. I risultati di tale studio si rivelano pertanto analoghi a quelli del precedentemente lavoro, anche se in essi si percepisce con maggiore evidenza

l'ispirazione alla teoria piagetiana, soprattutto per quanto riguarda il pensiero decentrato sistematico, in cui i bambini apprendono attraverso "... Una serie di transizioni dalla nozione più egocentrica ad altre solo in parte egocentriche per arrivare, infine, a quella scientificamente compatibile. Questi cambiamenti nelle nozioni possono essere concepiti come atti di accomodamento cognitivo, compiuti dal bambino per rendere possibile una migliore assimilazione dell'informazione scientifica incontrata (p. 92)".

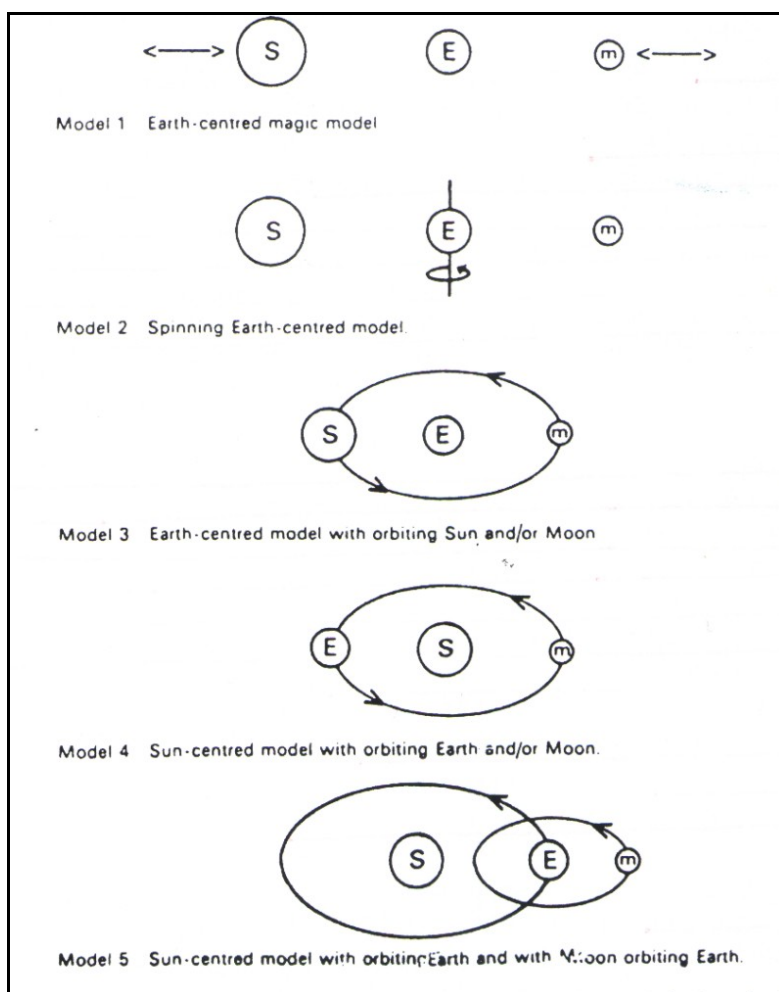
I risultati delle ricerche di Nussbaum indicano una serie di livelli di sviluppo nelle concezioni infantili riguardo la Terra, in particolare 5 nozioni, che vanno da rappresentazioni più ingenua a nozioni sempre più avanzate e vicine a quelle scientificamente condivise (Tabella 1).

Tabella 1: Le 5 nozioni di Nussbaum (et al, 1976; 1979)

Nozione 1		La terra è piatta e non rotonda come una palla. Continua infinitamente sotto di noi. Il cielo è orizzontale e parallelo al terreno
Nozione 2		La terra è una sfera composta da due emisferi: noi abitiamo dentro la sfera sulla parte piatta dell'emisfero più basso
Nozione 3		La terra è sferica e solida e circondata dallo spazio illimitato. La direzione dell'alto e del basso sono assoluti nello spazio e non sono in relazione ai vari punti della terra.
Nozione 4		La terra è un pianeta sferico circondato dallo spazio. Si può vivere in ogni punto della Terra. La terra è il riferimento per le direzioni alto e basso considerate relative, ma verso il basso non vuol dire verso il centro della Terra.
Nozione 5		La terra è un pianeta sferico: è circondata dallo spazio. Il centro della terra c'è il centro di gravità. Verso il basso significa verso il centro della terra.

Le ricerche di Nussbaum vengono replicate nello stesso anno da Mali e Howe (1979), su un campione di bambini nepalesi di età compresa tra 8 e 12 anni: questi autori individuano tutte le medesime 5 le nozioni e la stessa progressione di sviluppo, sebbene la comparsa una data nozione avvenga in questo caso con un certo grado di ritardo (quantificabile in circa 4 anni) rispetto ai bambini americani: gli autori pertanto ipotizzano la presenza di abilità cognitive generali alla base della formazione del concetto di Terra.

Figura 2: La sequenza di modelli individuati da Jones, Linch, e Reesink riguardo alle relazioni tra Terra, Luna e Sole e i loro movimenti relativi nell'arco di un anno.



Alcuni anni dopo, Jones, Linch e Reesink (1987) compiono una ricerca tesa ad analizzare le concezioni infantili riguardo la forma, la dimensione ed i movimenti relativi di Terra, Sole e Luna (Figura 2). Gli autori utilizzano l'intervista clinica piagetiana alla quale abbinano l'uso di materiale strutturato che consiste in oggetti di polistirolo di forma e dimensioni diverse¹³ da far manipolare ai bambini. Le ipotesi sulle quali era basato il loro studio erano legate al fatto che mentre ritenevano fosse piuttosto semplice per i bambini, osservare la forma della Luna e del Sole, quella della Terra doveva implicare maggiori difficoltà, visto che non era direttamente percepibile. I bambini dovevano probabilmente riuscire ad immaginare, secondo queste ipotesi, le differenze possibili tra forma e distanza, cioè tra dimensione vera di un corpo celeste e quella osservata, ed i movimenti relativi dei tre corpi celesti. Proprio riguardo alle concezioni infantili su questi moti relativi, gli autori individuano una sequenza di sviluppo costituita da 5 modelli che vanno anche in questo caso, da visioni più geocentriche a visioni sempre più vicine al modello scientifico.

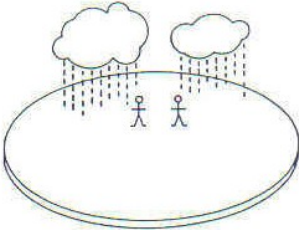
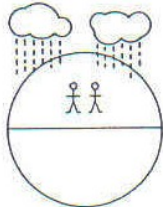
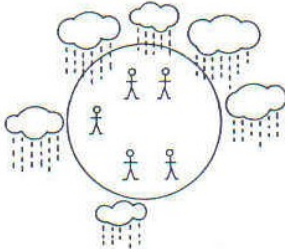
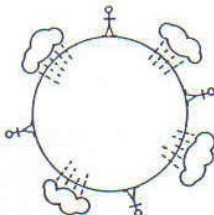
Nello stesso periodo, in Inghilterra, Baxter (1989) conduce una ricerca tesa ad indagare le concezioni infantili su alcuni fenomeni astronomici che definisce familiari: il ciclo dì-notte, le fasi della Luna ed i cambiamenti di Sole, Luna e stelle dovuti all'alternarsi delle stagioni. Il campione esaminato è costituito da bambini di età compresa tra 9 e 16 anni. Dai risultati di tale studio è emerso che la maggior parte dei bambini possiede concezioni alternative circa le fasi della Luna, causate ad esempio da nubi o da un oggetto che oscura parte del satellite, o che provoca ombre sulla sua superficie. I bambini sembrano fare una certa confusione tra le fasi della Luna e un'eclissi di Luna, dal momento che la nozione più diffusa ad ogni età è quella che attribuisce le fasi lunari all'ombra della Terra. Un numero assai esiguo di loro mostra di possedere la concezione scientifica circa tale fenomeno (porzione di Luna illuminata visibile dalla Terra).

Le nozioni circa la causa delle stagioni coinvolgono talvolta oggetti vicini e familiari al bambino (come le nubi, che d'inverno bloccano il calore del Sole, o i cambiamenti osservati nelle piante, ecc.), talaltra i movimenti dei corpi celesti (ad es. spostamento del Sole in un altro luogo in cui diventerà estate). La nozione più diffusa, che probabilmente scaturisce dall'esperienza relativa alla variazione di distanza del bambino da una fonte di calore, colloca il Sole lontano dalla Terra durante l'inverno e vicino ad essa in estate. Anche in questo caso solo pochi bambini individuano la causa delle stagioni nell'inclinazione dell'asse terrestre rispetto al piano dell'Eclittica.

Le nozioni individuate dall'autore circa la forma e la gravità della Terra (Figura 3) sono poste in un continuum che va da visioni più ingenua alla visione scientifica.

13 Si trattava di sfere e semisfere, cilindri e semi cilindri, dischi e semidischi di 5, 10, 15 cm.

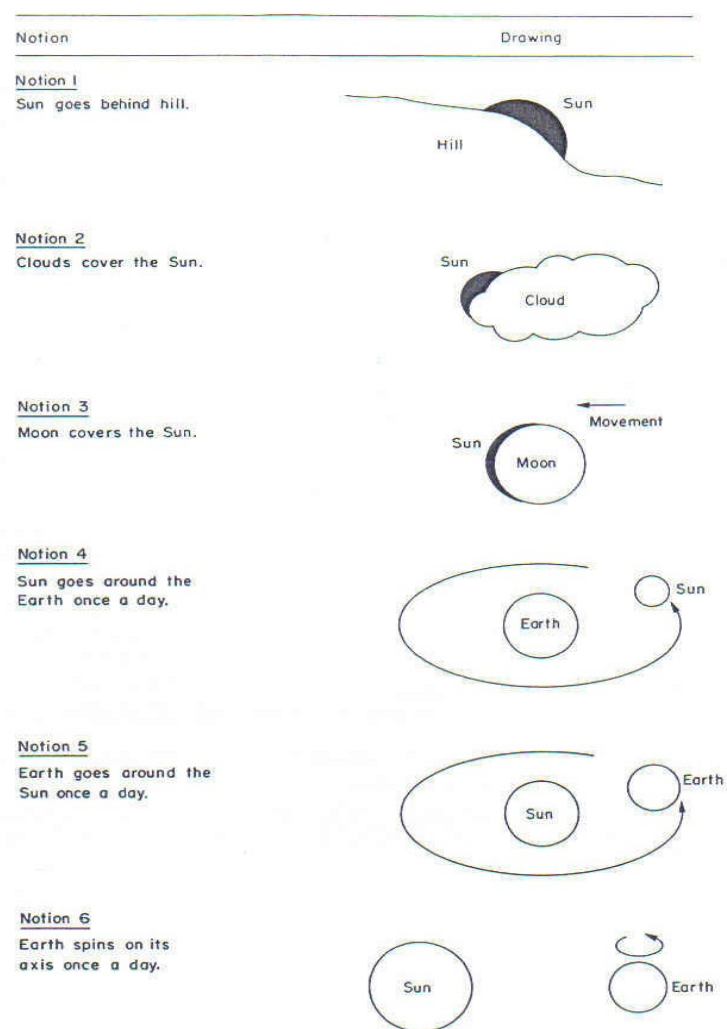
Figura 3: Le nozioni circa il pianeta Terra e la gravità individuate da Baxter (1989, p. 505).

Notion	Drawing
<u>Notion 1</u> Earth shaped more like a saucer.	
<u>Notion 2</u> Earth sphere shaped but idea of up and down still persists. People only live on upper half.	
<u>Notion 3</u> Earth sphere shaped. People living all over the surface but idea of up and down still persists.	
<u>Notion 4</u> Correct view. People living all over the Earth and 'down' towards the centre of the Earth.	

Per quanto riguarda il ciclo dì-notte (Figura 4), l'autore individua alcune fasi che sono alla base della rappresentazione mentale di tale fenomeno e che tendono ad influenzare le risposte dei bambini. La prima di queste fasi è caratterizzata da una visione di Terra statica, spesso disegnata a forma di disco, nella quale il nord si trova in alto ed il sud in basso, ed in cui qualsiasi cambiamento nei corpi celesti è attribuito a oggetti vicini e familiari come

le colline o le nubi. La seconda fase è caratterizzata da una Terra sferica nella quale persiste l'idea intuitiva di un alto ed un basso assoluti. La Terra è generalmente vista come centrale e statica: sono i corpi celesti a muoversi provocando i fenomeni osservati, ma i loro movimenti sono rappresentati come “su-giù”, “destra-sinistra”. Nella terza fase persiste la medesima nozione circa la Terra e la gravità, comunque il movimento attribuito ai corpi celesti prende la forma di un'orbita, sebbene centrata sulla Terra, mentre nella quarta fase si ha l'acquisizione dell'attuale visione eliocentrica e delle relative nozioni gravitazionali.

Figura 4: Le nozioni infantili sul ciclo di-notte individuate da Baxter (1989, p. 507)



Riguardo alle stagioni, l'autore sottolinea come i bambini mescolino le loro idee con le informazioni scientifiche ricevute, e che questo avviene particolarmente tra le concezioni relative al ciclo di-notte e quelle relative al ciclo delle stagioni (Figura 5). Baxter (1989) individua nelle concezioni raccolte una certa analogia con gli studi che lo hanno preceduto, e con quelle emerse nello sviluppo storico della scienza dagli scienziati delle varie epoche. L'autore pertanto riprende le tesi formulate in altri ambiti di ricerca da Carey (1985) circa l'esistenza, come si è visto, di un parallelismo tra il cambiamento concettuale individuale ed il cambiamento di paradigmi nella scienza, mettendone in luce le implicazioni educative: "... il riferimento ad idee storiche probabilmente fa sentire i bambini più a loro agio quando si rendono conto che le loro nozioni, sebbene errate alla luce dello sviluppo scientifico, una volta appartenevano al senso comune (p. 512)".

Baxter (1989)¹⁴ individua nelle concezioni raccolte una certa analogia con gli studi che lo hanno preceduto, e con quelle emerse nello sviluppo storico della scienza dagli scienziati delle varie epoche. L'autore pertanto riprende le tesi formulate in altri ambiti di ricerca da Carey (1985)¹⁵ circa l'esistenza, come si è visto, di un parallelismo tra il cambiamento concettuale individuale ed il cambiamento di paradigmi nella scienza, mettendone in luce le implicazioni educative: "... il riferimento ad idee storiche probabilmente fa sentire i bambini più a loro agio quando si rendono conto che le loro nozioni, sebbene errate alla luce dello sviluppo scientifico, una volta appartenevano al senso comune (p. 512)".

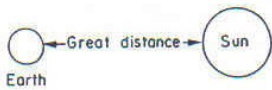
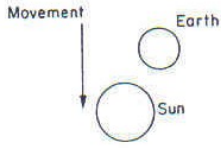
Baxter (1989) individua nelle concezioni raccolte una certa analogia con gli studi che lo hanno preceduto, e con quelle emerse nello sviluppo storico della scienza dagli scienziati delle varie epoche. L'autore pertanto riprende le tesi formulate in altri ambiti di ricerca da Carey (1985)¹⁶ circa l'esistenza, come si è visto, di un parallelismo tra il cambiamento concettuale individuale ed il cambiamento di paradigmi nella scienza, mettendone in luce le implicazioni educative: "... il riferimento ad idee storiche probabilmente fa sentire i bambini più a loro agio quando si rendono conto che le loro nozioni, sebbene errate alla luce dello sviluppo scientifico, una volta appartenevano al senso comune (p. 512)".

¹⁴ Baxter, J. (1989). Op.cit.

¹⁵ Carey, S., (1985). Op. cit.

¹⁶ Carey, S., (1985). Op. cit.

Figura 5: Le nozioni infantili sulla causa delle stagioni individuate da Baxter (1989, p.510)

Notion	Drawing
<u>Notion 1</u> Cold planets take heat from the Sun.	
<u>Notion 2</u> Heavy winter clouds stop heat from the Sun.	
<u>Notion 3</u> Sun further away from the Earth in the winter.	
<u>Notion 4</u> Sun moves to the other side of the Earth to give them their summer.	
<u>Notion 5</u> Changes in plants cause the season	No diagram
<u>Notion 6</u> Seasons explained in terms of the Earth's axis being set at an angle to the Sun's axis.	

Da questi primi studi si può intravedere la lenta transizione da visioni fortemente ancorate ad una visione piagetiana dello sviluppo cognitivo, subordinato alla maturazione individuale o al conseguimento di abilità cognitive generali per dominio (Nussbaum e Novack, 1976; Nussbaum, 1979; Mali e Howe, 1979; Nussbaum, 1986), a visioni che iniziano a considerare le concezioni infantili qualitativamente simili alle antiche teorie degli scienziati, e a considerare la possibilità che prima di arrivare alla concezione scientifica accreditata possano essere elaborate dal bambino alcune nozioni che scaturiscono dall'esperienza o dal rimescolamento di credenze ed informazioni scientifiche ricevute (Baxter, 1989).

Quadro Sinottico 1: Sintesi dei primi studi sulle concezioni astronomiche dei bambini.

ANNO	AUTORI	PAESE	CAMPIONE	CONCEZIONI INDAGATE	METODO	RISULTATI
1976	Nussbaum e Novak	USA	52 bambini di II classe, suddivisi in gruppo sperimentale e di controllo	forma Terra caduta dei corpi	Intervista clinica semi-strutturata e materiali (globo)	L'istruzione non ha un effetto significativo sulle prestazioni dei bambini. Individuazione di 5 nozioni
1979	Nussbaum	USA	240 bambini da 9 a 14 anni	forma Terra caduta dei corpi	questionario a scelta multipla Disegno Scelta tra modelli di terra	Presenza di un trend di sviluppo nelle 5 nozioni.
1979	Mali e Howe	Nepal	250 bambini di 8, 10 e 12 anni	forma Terra caduta dei corpi	Intervista clinica semi-strutturata (Nussbaum e Novak, 1976) e materiali (globo)	Identificate le 5 nozioni, ipotizzano una progressione con l'età e l'influenza di abilità cognitive generali.
1989	Baxter	Inghilterra	bambini di 9-16 anni	forma-gravità della Terra ciclo di-notte cambiamenti di Sole e Luna stagioni	intervista individuale e poi uno strumento a scelta multipla	Sottolinea che i bambini possono costruire nozioni intermedie prima di raggiungere la complessa visione copernicana. Ipotizza un parallelismo tra sviluppo concettuale e storia della scienza

f. Un approccio cognitivista allo studio dei modelli mentali infantili

L'idea che i bambini costruiscano le loro spiegazioni a partire dai fenomeni osservati, scaturita anche da ricerche sulle concezioni alternative condotte in altri campi della scienza, oltre a quello astronomico, dà origine al movimento costruttivista, o delle concezioni alternative (ACM, cioè Alternative Conceptions Movement) (Gilbert e Swift, 1985). L'assioma fondamentale di tale movimento è che nei bambini, i quadri concettuali

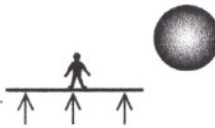
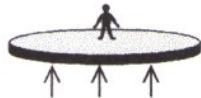
alternativi al sapere scientifico sono analoghi alle teorie scientifiche, nel senso che possono essere cambiate solo se vengono sfidate e falliscono alla luce di nuove evidenze empiriche (Baxter, 1991).

In questo clima culturale, che risentiva del superamento di una visione monolitica dello sviluppo cognitivo grazie anche a suggestioni derivanti dall'ipotesi di mente modulare elaborata da Fodor (1983) e dal modello della ristrutturazione concettuale proposta da Carey (1985), Vosniadou e Brewer (1992) effettuano i loro studi tesi ad indagare lo sviluppo delle concezioni circa la forma della Terra in bambini da 6 ad 11 anni, al fine di comprendere la natura delle credenze infantili e di come queste cambino nel corso della scuola primaria dopo l'esposizione dei bambini all'informazione scientifica circa la sfericità della Terra. Il metodo da essi utilizzato, su un campione di 60 soggetti, è quello dell'intervista individuale, nel corso della quale vengono poste ai bambini due tipi di domande: domande di tipo fattuale, alle quali il bambino risponde utilizzando le informazioni ricevute dall'adulto (egli cioè conosce, ma non usa la conoscenza); e domande di tipo generativo, sulle quali non ha verosimilmente ricevuto alcuna informazione e alle quali rispondere creando ed utilizzando un modello mentale. Nel corso dell'intervista ai bambini viene anche chiesto di effettuare dei disegni.

Secondo gli autori, capire il modello mentale che l'individuo utilizza per rispondere ad una domanda o ad un problema fornisce utili informazioni sul contenuto e sulla struttura della conoscenza sottostante. I risultati dello studio mostrano come, dietro all'apparente incoerenza nell'uso del modello sferico (culturalmente desiderato) di Terra, vi sia l'uso massiccio di un piccolo numero di modelli mentali alternativi di Terra, legati a presupposizioni che i bambini si formano a partire dalla loro esperienza. Gli autori definiscono alcuni di questi "modelli iniziali" (Terra rettangolare e a disco), in quanto costruiti dal bambino prima di essere esposto all'informazione scientifica; altri sono denominati "modelli sintetici" (sfera cava e sfera piatta) e derivano dal tentativo da parte del bambino, di risolvere l'incongruenza tra il modello iniziale posseduto e quello culturalmente accettato.

Secondo Vosniadou & Brewer, i bambini arriverebbero a comprendere il modello scientifico di Terra solo reinterpretando, in un diverso contesto di spiegazione, le presupposizioni (di carattere ontologico ed epistemologico) che hanno dato origine ai loro modelli mentali iniziali. Non è chiaro, proseguono gli autori, se i modelli identificati rappresentano altrettante teorie conservate nella memoria a lungo termine, o se essi sono costruiti al momento, sotto l'influenza delle domande: in ogni caso le concezioni espresse rientrano stabilmente nelle categorie da essi individuate.

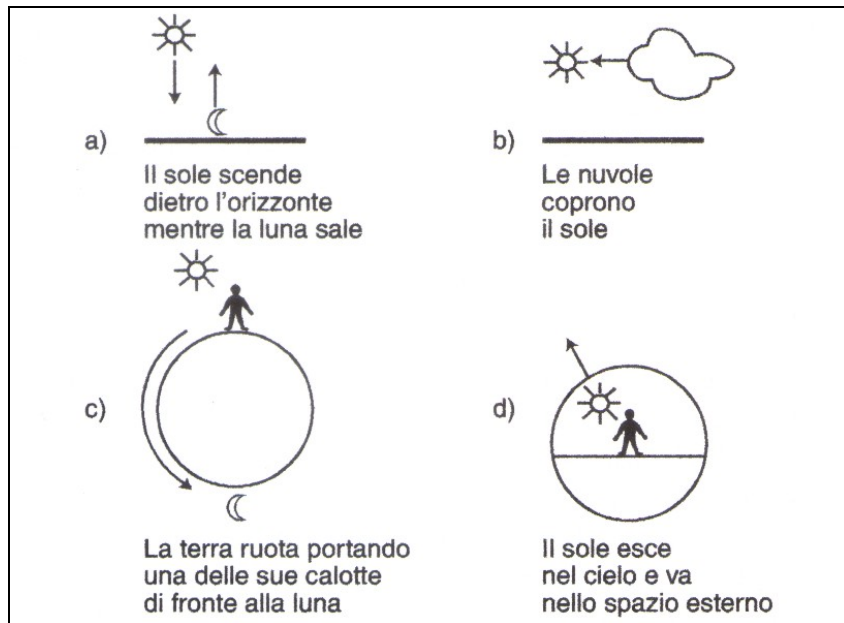
Figura 6: Modelli mentali della Terra individuati da Vosniadou e Brewer (da Berti, 2002 p.29).

Nome	Tipo di modello	Età in cui è presente
Sfera		Modello scientifico 8-10
Sfera appiattita		
Sfera cava	 (a) (b)	Modelli sintetici 8-10
Terra doppia		6-8
Terra a disco		Modelli iniziali 6
Terra rettangolare		

In un lavoro successivo, Vosniadou & Brewer (1994) intendono verificare se la cornice teorica sviluppata per spiegare lo sviluppo della concezione infantile di Terra, sia anche in grado di spiegare lo sviluppo dei modelli mentali relativi al ciclo dì-notte. I modelli mentali relativi al ciclo dì-notte, secondo gli autori sarebbero sottoposti ad una gerarchia di vincoli, in quanto non riguarderebbero un singolo concetto, ma una serie di concetti tra loro interagenti.

Utilizzando il medesimo metodo del precedente studio sugli stessi bambini, indagano in un primo momento i modelli mentali relativi ad alcuni concetti specifici (Sole, Luna e stelle) presenti nei bambini), e poi il modello mentale generale sul ciclo dì-notte da essi posseduto.

Figura 7: Spiegazioni infantili del ciclo giorno-notte: a) e b) sono compatibili con l'idea che la Terra sia piatta. La spiegazione c) richiede il modello di Terra come sfera e mostra come esso non sia sufficiente ad assicurare la comprensione del ciclo giorno-notte. La spiegazione d) è congruente con il modello della sfera cava (da Berti, 2002 p.30)¹



Dallo studio emergono alcuni modelli mentali ben definiti, utilizzati in modo coerente: vi sarebbero cioè modelli mentali iniziali, riconducibili all'osservazione e all'esperienza quotidiana; modelli sintetici, che esprimono il tentativo di riconciliare tale esperienza con la spiegazione scientifica del ciclo; modelli scientifici, infine, che riflettono il punto di vista del sapere accreditato. Gli autori evidenziano come le presupposizioni che danno origine a determinati modelli mentali di Terra, vincolino indirettamente i modelli mentali infantili del ciclo di-notte, e, analogamente a quanto aveva osservato Baxter (1989), come esista un'apprezzabile somiglianza tra i modelli mentali infantili e le spiegazioni rintracciabili nella storia dell'astronomia.

Qualche anno più tardi, un gruppo di studiosi del quale fanno parte gli stessi autori (Samarapungavan, Vosniadou & Brewer, 1996) conduce una ricerca tesa ad individuare i modelli cosmologici presenti in bambini indiani. Basandosi sui risultati ottenuti da studi preceenti, gli autori ipotizzavano che i modelli cosmologici che i bambini si costruiscono siano influenzati da due ordini di vincoli: il primo dei quali è rappresentato dalle assunzioni implicite sulle quali sono costruiti i modelli mentali iniziali, cioè che la Terra è piatta ed è sostenuta da qualcosa; il secondo ordine di vincoli deriva dalle specifiche

proprietà attribuite agli oggetti cosmologici. Ad esempio, le rappresentazioni relative alla forma della Terra ed alla localizzazione del Sole e della Luna vincolano, secondo gli autori, il tipo di meccanismo che viene generato per spiegare il ciclo dì-notte. Essi ipotizzano che in culture dove sia il modello cosmologico tradizionale che quello scientifico sono accessibili ai bambini, elementi dei modelli tradizionali possono essere incorporati nella cosmologia infantile, se sono in grado di fornire un modo sociologicamente più semplice di soddisfare i vincoli di primo ordine.

La cosmologia dei bambini indiani include vari vincoli del primo ordine, tra i quali alcuni sulla forma della Terra, ed altri relativi alla posizione e al movimento attribuiti agli oggetti nella cosmologia. Comunque molti bambini indiani prendono in prestito dalla cosmologia tradizionale l'idea che la Terra sia sostenuta dall'acqua (da un oceano): questa soluzione al vincolo del sostegno circa la forma della Terra non è stata individuata tra le concezioni cosmologiche iniziali dei bambini americani del primo studio (Vosniadou e Brewer, 1992).

Gli autori, mediante un'intervista individuale condotta su un campione di bambini indiani della stessa età di quelli americani dello studio di Vosniadou e Brewer (1992) individuano nei bambini indiani la stessa progressione evolutiva nei modelli mentali di Terra, costituita da modelli mentali iniziali, sintetici e scientifici, che avevano registrato tra i bambini americani nel precedente studio citato.

Dall'esame dei risultati del loro studio è emerso che, sebbene la proporzione tra i modelli scientifici presenti nel campione osservato sia virtualmente identica nel gruppo di bambini indiani e in quello di bambini americani, sono state osservate alcune differenze tra i modelli mentali alternativi sulla forma della terra rilevati tra i bambini dei due gruppi. Pertanto gli autori hanno ipotizzato che i modelli mentali iniziali, legati alle assunzioni implicite di piattezza e supporto, siano universali tra le culture, in quanto basati su aspetti percettivi ed esperienziali, mentre i modelli sintetici, scaturiti dalle proprietà attribuite ai corpi ed ai fenomeni celesti da ciascun popolo, siano cultura-specifici: se tra gli americani prevaleva il modello di Terra doppia, tra i bambini indiani è maggiormente diffuso il modello di Terra a disco.

Dagli studi di questa sezione, riportati sinteticamente nel Quadro Sinottico 2, emerge l'attenzione ai meccanismi con i quali i bambini costruiscono le loro idee sul mondo fisico ed ai possibili vincoli di ordine sensoriale o culturale che sono alla base della formazione di concezioni in contrasto con il sapere scientifico.

Emerge altresì una visione di sviluppo concettuale in termini di ristrutturazione cognitiva in un determinato dominio di conoscenza che dà luogo ad un arricchimento o ad una sostituzione delle teorie possedute dall'individuo in fase iniziale. Nell'ultimo studio (Samarapungavan, Vosniadou e Brewer, 1996) è evidente la riflessione degli autori sul ruolo della cultura di appartenenza nell'influenzare la concettualizzazione dell'individuo.

Quadro Sinottico 2: Alcuni studi riconducibili all’approccio dei modelli mentali.

ANNO	AUTORI	PAESE	CAMPIONE	CONCEZIONI INDAGATE	STRUMENTI DI INDAGINE	PRINCIPALI RISULTATI
1992	Stella Vosniadou William F. Brewer	USA	60 bambini da 6 a 11 anni	Forma Terra	Intervista semistrutturata Disegno	Presenza di modelli mentali alternativi utilizzati in modo coerente
1994	Stella Vosniadou William F. Brewer	USA	Stesso campione	Ciclo dì-notte	Stessi strumenti	Presenza di modelli mentali. La concezione posseduta di terra influenza quella relativa al ciclo di-notte
1996	Ala Samarapungavan Stella Vosniadou William F. Brewer	INDIA	40 bambini da 6 a 11 anni		Intervista semistrutturata Disegno Scelta tra modelli di terra	

g. Modelli alternativi al cambiamento concettuale: contesto, cultura e formazione dei concetti.

In questa sezione vengono esaminati alcuni studi che tendono a considerare le concezioni dei bambini come dipendenti dal contesto e l’intervista come una pratica sociale, sottolineando la dimensione partecipativa dell’apprendimento (Quadro Sinottico 3). Un punto debole delle ricerche sui modelli mentali e sul cambiamento concettuale riguardava proprio il destino, per così dire, dei concetti “cambiati”: la parola cambiamento fa pensare che essi perdano la loro identità o si trasformino in qualcos’altro nella riorganizzazione che porta ad una diversa concezione. Il parallelismo tra il cambiamento concettuale individuale e le rivoluzioni scientifiche, postulato da alcuni studiosi (Carey, 1985; Baxter, 1989; Vosniadou e Brewer, 1994) suggerisce infatti che le vecchie concezioni vengano abbandonate e sostituite con qualcosa di diverso. Ciò che realmente avviene, secondo altri studiosi (Spada, 1994; Caravita e Halldén, 1994; Lanciano, 1996), non è la sostituzione delle teorie di senso comune con le teorie scientifiche, ma l’incremento della consapevolezza, da parte dello studente, della possibilità di utilizzare, a seconda del contesto, le une o le altre. Spada (1994) sottolinea a questo proposito come la maggior parte dei concetti astronomici intuitivi che possediamo (come ad esempio quello di una Terra ferma e di un Sole che le gira intorno) sono efficacemente utilizzati in quasi tutte le situazioni della vita quotidiana, in quanto il ragionamento scientifico non sempre è in grado di sostituire il pensiero di senso comune. Lo studente deve pertanto imparare a

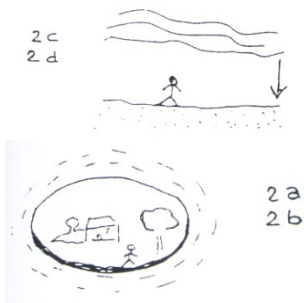
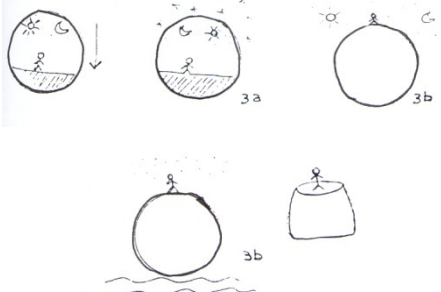
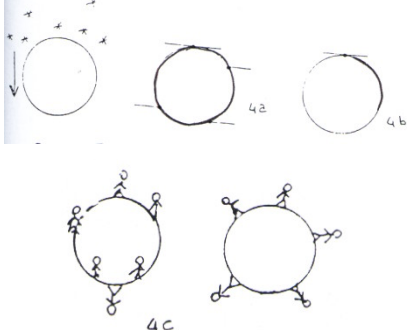
distinguere quali concetti e quali strategie sono più efficaci a risolvere problemi riconducibili alle varie situazioni.

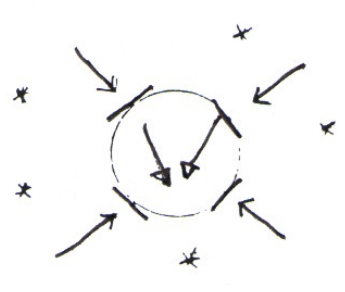
Anche secondo Caravita e Halddèn (1994), le teorie intuitive, invece di essere sostituite da quelle scientifiche, continuano a convivere con esse nella struttura cognitiva dello studente, e vengono utilizzate efficacemente a livelli e contesti diversi di spiegazione. Le autrici illustrano come lo scopo dell'apprendimento delle scienze non sia tanto quello di abbandonare le "vecchie idee" per accogliere quelle nuove, quanto quello di estendere il repertorio di idee posseduto dall'individuo sul mondo fisico e culturale, per migliorare la loro organizzazione e coerenza.

Secondo questo approccio, che potrebbe essere definito "contestuale", l'apprendimento sarebbe pertanto da considerare un processo di decentramento metacognitivo, più che la semplice acquisizione di più ampie categorie o teorie che sostituiscano quelle superate, o meno efficaci. Le autrici definiscono pertanto l'apprendimento come il risultato favorevole di un processo volto ad estendere le concezioni possedute dallo studente circa il mondo, e che risulta talvolta da una riorganizzazione di conoscenze preesistenti. Nel caso in cui un'informazione viene appresa ed assimilata in strutture preesistenti, si avrà un apprendimento paradigmatico (*paradigmatic learning*), nel quale le vecchie teorie talvolta sembrano false e perciò vengono abbandonate in favore di quelle che assicurano una conoscenza più estesa; ed un apprendimento non-paradigmatico (*non-paradigmatic learning*), che implica la scoperta di un altro dominio di conoscenza, ossia di un nuovo modo di concettualizzare un dato fenomeno, che non sostituisce il senso comune, ma si mantiene parallelo ad esso e viene utilizzato efficacemente per altri scopi (Caravita e Halddèn, 1994).

Anche Lanciano (1996), nell'ambito di studi qualitativi e muovendo da una prospettiva educativa, ipotizza la compresenza, nella mente del bambino, di "due immagini di Terra: rispetto al vedere, ciò che vediamo, è una Terra piatta e ferma; rispetto al sentire, sentiamo che la Terra è sotto di noi, ferma; rispetto al parlare, diciamo che un oggetto 'cade giù' o 'va su in alto' (intendendo per basso i nostri piedi); rispetto al pensare al 'pianeta' Terra, immaginiamo una sfera in rotazione nello spazio, con un suo centro di gravità. Non si tratta di avvalorare una concezione egocentrica, avvalorata peraltro dal sentire, dal vedere, e dal parlare, ma farle interagire, considerandone la relatività con una concezione più ampia, che permette di pensare la Terra come corpo celeste (p.262) ". L'evoluzione della nozione di Terra proposta dall'autrice implica pertanto la compresenza e l'interazione tra quanto viene quotidianamente avvalorato dall'esperienza e i modelli scientificamente accreditati (Figura 8).

Figura 8: Evoluzione della concezione di Terra in Lanciano (1996, p. 226-228)

CONCEZIONE 1 Esistono tanti mondi Concezione 1a Esistono tanti mondi abitati Concezione 1b La Terra pianeta è diversa dalla Terra abitata	
CONCEZIONE 2 La Terra abitata è piatta Concezione 2a La Terra abitata è limitata a ciò che vedo Concezione 2b La Terra abitata è limitata Concezione 2c La Terra abitata prosegue oltre l'orizzonte che vedo Concezione 2d La Terra è infinita	
CONCEZIONE 3 il mondo è una sfera, noi siamo dentro e abitiamo la parte piatta dell'emisfero più basso Concezione 3a il cerchio esterno della sfera del mondo è il confine dell'universo. esistono corpi celesti che stanno fuori dal cerchio. noi siamo dentro e abitiamo la parte piatta dell'emisfero più basso. Concezione 3b la parte della Terra abitata è piatta o è la parte alta della sfera o del cilindro. la terra-pianeta ha un volume	
CONCEZIONE 4 la terra è sferica, circondata dallo spazio Concezione 4a la superficie della sfera non costituisce il pavimento, il cerchio (del disegno) non rappresenta il terreno su cui si poggiano i piedi: il pianeta Terra è abitato anche sotto, ma loro stanno a testa in giù senza accorgersene. Concezione 4b la Terra è sferica: noi comunque ci collochiamo sopra, le altre persone sono anche altrove. Concezione 4c sulla Terra esistono punti particolari di discontinuità in cui si hanno situazioni particolari e diverse (ad es. il Polo Sud)	

CONCEZIONE 5 la Terra è sferica e circondata dallo spazio. il riferimento è relativo ma verso il basso vuol dire verso la superficie della Terra, e non verso il centro della terra. il pavimento, cioè l'orizzonte del luogo, appartiene alla superficie della sfera che è il modello della Terra. in ogni punto della terra si hanno i piedi sulla superficie della Terra, e si sta dritti. la Terra pianeta è la stessa della Terra abitata	
CONCEZIONE 6 il cielo è tutto intorno alla sfera della Terra ed ha una profondità. Il basso è verso il centro della Terra.	

Lanciano (1996) esamina inoltre la complessità delle costruzioni concettuali relative al ciclo dì-notte, del quale considera sia le cognizioni scaturite da osservazioni ed esperienze (Figura 9), sia quelle maggiormente legate ad un modello culturalmente trasmesso (Figura 11), analogamente a quanto fa con le nozioni relative all'alternanza delle stagioni (Figura 10).

Figura 9: Evoluzione delle concezioni sul movimento diurno del Sole (Lanciano, 1996 p.237-240)

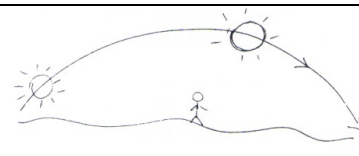
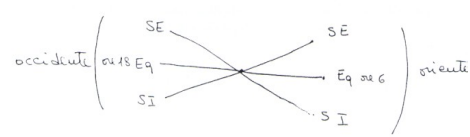
CONCEZIONE 1 Il Sole sale e scende dal cielo allo spazio	
CONCEZIONE 2 Il Sole percorre un arco diurno sopra l'orizzonte	
CONCEZIONE 3 l'arco diurno del Sole cambia nelle stagioni	

Figura 10: Evoluzione delle concezioni sul ciclo delle stagioni (Lanciano, 1996 p. 248))

CONCEZIONE 1 Nei vari mesi la natura ha aspetti diversi: caldo, freddo, fiori, alberi con foglie ...
CONCEZIONE 2 Nei vari mesi il Sole ha un comportamento diverso sopra il nostro orizzonte: il numero di ore di luce, il punto del sorgere e tramontare , l'altezza a mezzogiorno (culminazione)
CONCEZIONE 3 Nei vari mesi, di notte vediamo stelle diverse
CONCEZIONE 4 Nei vari mesi, nei diversi paesi del mondo, si verificano, rispetto al Sole e alle stelle, fenomeni diversi.

Figura 11: Evoluzione delle concezioni sul ciclo di-notte (Lanciano, 1996 p.237-249)

CONCEZIONE 1 "la notte scende" "Il cielo va su e lo spazio scuro scende" Inoltre di e notte sono caratterizzati dalla presenza rispettivamente del Sole e della Luna. C'è una concezione di polarità tra di e notte, nettamente separati e distinti	Il diagramma mostra una curva superiore etichettata 'spazio' con una freccia che indica un movimento verso l'alto. Sotto di essa, una curva inferiore etichettata 'cielo azzurro' con una freccia che indica un movimento verso il basso. In basso, una linea irregolare rappresenta la 'Terra'.
CONCEZIONE 2 è la presenza del Sole (sopra o sotto l'orizzonte) che produce i passaggi (l'alba e il tramonto) tra il di e la notte. Concezione 2a Il Sole di notte va in America o dall'altra parte del mondo Concezione 2a la Terra gira e vede il Sole o le stelle	Il diagramma è diviso in due parti. La parte superiore, etichettata 'DI' e 'NOTTE', mostra la Terra con il Sole sopra l'orizzonte a sinistra e sotto l'orizzonte a destra. La parte inferiore, etichettata '2a.' e '2b.', mostra la Terra che ruota su un asse verticale. In '2a.', il Sole è a sinistra e si muove verso la Terra. In '2b.', il Sole è a destra e si muove lontano dalla Terra. Sotto '2a.' c'è la scritta 'dall'altra parte del mondo'.
CONCEZIONE 3 relazioni corrette spazio-temporali (Oriente/alba, Sole a Sud/mezzogiorno, Occidente/tramonto, Nord/stella Polare) e continuità di cambiamento: giorno ... - notte ... - giorno percepita attraverso: i colori del cielo, la temperatura dell'aria i suoni della natura, il canto degli uccelli	Il diagramma mostra un arco curvo che rappresenta l'orizzonte. A sinistra è etichettato 'oriente' con un Sole nascente. A destra è etichettato 'occidente' con un Sole tramontante. In alto, sopra l'arco, è etichettato 'Sud' con una stella. In basso, sotto l'arco, è etichettato 'Nord' con una stella. Una freccia indica la direzione verso il Nord.
CONCEZIONE 4 il giorno e la notte sono legati alla presenza/assenza del Sole sull'orizzonte e sono spiegabili con la rotazione della Terra su se stessa, intorno all'asse polare, mentre le stagioni sono legate alla rotazione della Terra intorno al Sole.	Il diagramma mostra due scene. A sinistra, la Terra ruota su un asse verticale. A destra, la Terra ruota intorno al Sole, che è rappresentato da un cerchio con raggi.

Muovendo da una prospettiva situata e discorsiva sullo sviluppo cognitivo, Shoultz, Säljö & WYndhamn (2001) si propongono invece di esaminare criticamente le difficoltà incontrate dai bambini di scuola primaria nel concettualizzare la forma della Terra e la gravità. L'analisi da essi condotta riguarda principalmente l'interazione verbale, intesa come pratica sociale situata, che ha luogo durante l'intervista, ponendo una particolare attenzione alla posizione comunicativa assunta in essa dal bambino.

Gli autori criticano la metodologia "thought provoking" di alcuni studi precedenti, (Nussbaum & Novak, 1976; Nussbaum, 1979; Baxter, 1989; Vosniadou & Brewer, 1992-1994; Vosniadou 1996) nei quali l'uso dell'intervista era finalizzato all'individuazione dei modelli mentali sottostanti alle rappresentazioni mentali dei bambini, e la prospettiva teorica impiegata conferisce sostanziale preferenza ad entità non osservabili, di uno stato ontologico dubbio e pertanto non corrispondente alla natura situata del ragionamento infantile.

Shoultz e collaboratori ritengono invece che quello che viene detto in una situazione di intervista non sia il riflesso del contenuto della mente dell'individuo, sebbene non si possa negare l'esistenza di evidenze a favore dell'esistenza di credenze che portino le persone a percepire oggetti ed eventi in maniera coerente. Inoltre che l'esperienza di un'intervista come quella utilizzata da Vosniadou e Brewer (1992; 1994), nella quale l'intervistatore risulta essere il partner dominante, deve essere un esercizio astratto e stancante per il bambino, soprattutto se le conoscenze da egli possedute sono vaghe.

Per comprendere i risultati del loro studio, dal quale non è emersa la presenza di alcun tipo di modelli mentali, è necessario tenere presente che essi muovono da una prospettiva sociocostruttivista, e considerano il ragionamento da un punto di vista discorsivo, situato e come attività dipendente in larga misura dagli strumenti (tool dependent) e dal contesto.

La proposta di aggiungere un globo all'intervista si rivela in grado di supportare e far emergere dai bambini livelli di concettualizzazione "drammaticamente" più elevati di quelli raccolti da Vosniadou & Brewer nei loro studi, nei quali l'indagine si svolgeva in una cornice teorica solo astratta.

Altri autori (Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth, Panagiotaki, Siegal, 2003) in un primo studio hanno indagato la possibile influenza del contesto culturale nella formazione delle concezioni sulla forma della Terra, in bambini appartenenti a culture diverse (quella indiana e quella inglese) ma residenti in Inghilterra, ipotizzando che i contatti dei bambini indiani con la loro terra di origine avessero prodotto in essi una maggiore consapevolezza circa la sfericità della Terra. Dall'indagine, effettuata mediante un'intervista tratta da quella originale di Vosniadou e Brewer (1992), ma nella quale ogni domanda era posta in riferimento al modello tridimensionale di Terra scelto dal bambino, non sono emerse differenze significative in relazione al gruppo di appartenenza né alla lingua, ma solo in relazione all'età.

Sono invece emerse differenze significative in un lavoro di Siegal, Butterworth & Newcombe (2004) nel quale vengono indagate le concezioni di Terra e ciclo dì-notte presenti in bambini inglesi ed australiani di età compresa tra 4 e 9 anni. Il loro studio si propone di riesaminare le presupposizioni radicate, derivanti dall'esperienza o dalla trasmissione culturale, che sono alla base della formazione dei concetti di Terra e del ciclo dì-notte, e del peso che in tale processo assume la cultura di provenienza.

Sebbene l'Australia e l'Inghilterra siano assai simili dal punto di vista linguistico e culturale, sono paesi molto diversi in termini di precocità nell'esposizione dei bambini ai concetti cosmologici: i bambini australiani ricevono molto prima dei bambini inglesi l'informazione scientifica da parte della scuola su questi argomenti.

I risultati del primo studio dimostrano che i bambini australiani sono più competenti di quelli inglesi nel fornire risposte scientifiche, ma anche che tali differenze tra i gruppi culturali si attenuano fino a scomparire nel gruppo (8-9 anni) costituito, in entrambe le culture, da bambini che hanno ricevuto un'istruzione scolastica su tali argomenti. Gli autori sottolineano comunque il permanere, tra i bambini inglesi, di alcune incoerenze che rifletterebero lo squilibrio in termini di quantità di informazione scientifica ricevuta dai due gruppi, mentre tra quelli australiani rilevano il possesso e l'uso coerente delle nozioni indagate secondo il sistema eliocentrico anche ad un'età precoce.

Le conclusioni a cui giungono gli autori sono di due diversi tipi: da un lato, nei bambini inglesi istruiti più tardi, le concezioni intuitive coesistono per un certo tempo con l'informazione scientifica, pertanto la loro precoce cosmologia può riflettere le presupposizioni di piattezza e supporto che danno senso ai modelli mentali sintetici individuati da Vosniadou & Brewer (1992; 1994).

Oppure, secondo un altro approccio (diSessa, 1988; Nobes et al., 2003; Panagiotaki, 2003), le risposte dei bambini che mostrano una mancanza di comprensione scientifica potrebbero indicare una conoscenza frammentata e non sistematizzata nella quale le conoscenze intuitive occupano spazi mentali differenti: ed il bambino, che si trova contemporaneamente a possedere concetti intuitivi e scientifici, possa non sapere chiaramente quando e dove applicare gli uni e gli altri.

Quadro Sinottico 3: Gli studi che valorizzano il ruolo del contesto e della trasmissione culturale nella formazione dei concetti astronomici.

ANNO	AUTORI	PAESE	CAMPIONE	CONCEZIONI INDAGATE	STRUMENTI DI INDAGINE	PRINCIPALI RISULTATI
2001	Shoultz, Saljo, Wyndhamn	Svezia	8 bambini 6-7 anni; 8 bambini 7-8 anni; 8 bambini 10-11 anni	forma Terra	intervista semistrutturata e globo (mappamondo)	Individuate concezioni scientifiche nella maggior parte dei bambini grazie all'uso di un artefatto (globo) che contestualizzi il pensiero infantile.
2003	Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth, Panagiotaki, Siegal	Inghilterra	167 bambini di età compresa tra 4-8 anni	Terra (forma e gravità)	Domande a risposta chiusa e scelta multipla tra modelli tridimensionali	Non emergono differenze significative in relazione al gruppo di appartenenza e alla lingua, ma solo in relazione all'età.
2004	Siegal, Butterworth, Newcombe (1° studio)	Inghilterra	59 bambini australiani e 71 bambini inglesi divisi in tre classi di età: 5-6, 6-7 e 8-9.	Terra (forma e gravità) ciclo di-notte	intervista semistrutturata tratta da Vosniadou e Brewer (1992), scelta di modelli uso di "omini"	Se l'istruzione è tardiva, le concezioni intuitive possono convivere con l'informazione scientifica nella struttura mentale individuale

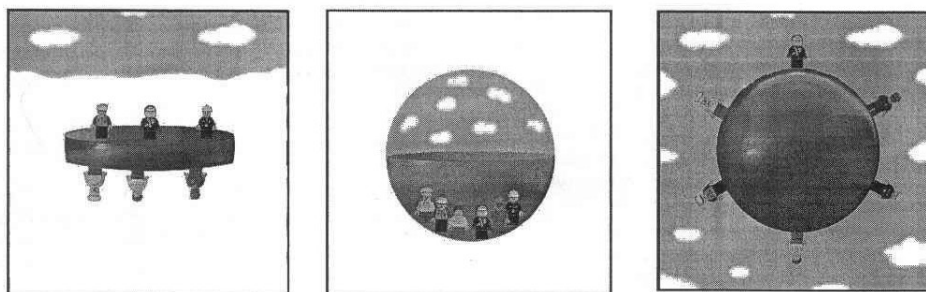
h. La prospettiva della conoscenza frammentaria

Come si è visto, alcune delle riflessioni riguardanti le conoscenze scientifiche infantili erano fondate sul presupposto che essa fosse costituita da conoscenza frammentata e non sistematizzata più che da modelli mentali coerenti e tra loro sistematicamente collegati. In altre parole, si fa spazio nella ricerca scientifica l'ipotesi che il passaggio dal ragionamento di senso comune alla comprensione scientifica, implichi un cambiamento strutturale verso la sistematicità, piuttosto che semplicemente un avanzamento nei contenuti, come suggerisce di Sessa (1998). Lo stesso autore sottolinea che il bagaglio di conoscenze intuitive circa il mondo fisico di cui l'individuo è portatore, è un sistema robusto e piuttosto ben sviluppato, che può potenzialmente interferire con la comprensione

"appropriata" dei libri. Tuttavia, lungi dall'assimilare tale fisica intuitiva, spontaneamente acquisita dal soggetto, ad una teoria, più o meno della stessa qualità – anche se diversa nei contenuti - da quella newtoniana o da altre, l'autore ritiene che, sebbene mostri di essere abbastanza robusta, la fisica intuitiva sia una collezione frammentata di idee, scarsamente collegate e rinforzate, che non ha i legami e la sistematicità che uno attribuisce alle teorie.

Alla luce di queste riflessioni, Nobes, Martin, Panagiotaki (2005) hanno condotto una ricerca volta a determinare la natura delle concezioni presenti nei bambini e negli adulti alla luce dell'approccio frammentario, secondo il quale la conoscenza che il bambino possiede circa la Terra non scaturisce dall'esperienza diretta, in quanto non è possibile per un singolo individuo fare esperienza della sfericità della Terra, ma è culturalmente trasmessa. In linea con le teorizzazioni di diSessa, gli autori affermano che tale conoscenza non è costituita da modelli mentali coerenti, ma da frammenti isolati di informazione, ricevuti ed immagazzinati un poco alla volta dal soggetto, fino all'acquisizione della visione scientifica accreditata. Lo strumento di valutazione utilizzato dagli autori è composto da 16 cards, contenenti ciascuna una particolare immagine di Terra, che si differenzia da tutte le altre per uno dei seguenti elementi: la forma, la posizione delle persone e la localizzazione del cielo (Figura 9)

Figura 12: Alcuni esempi delle card utilizzate per l'indagine sulle concezioni di Terra (Nobes et al., 2005).

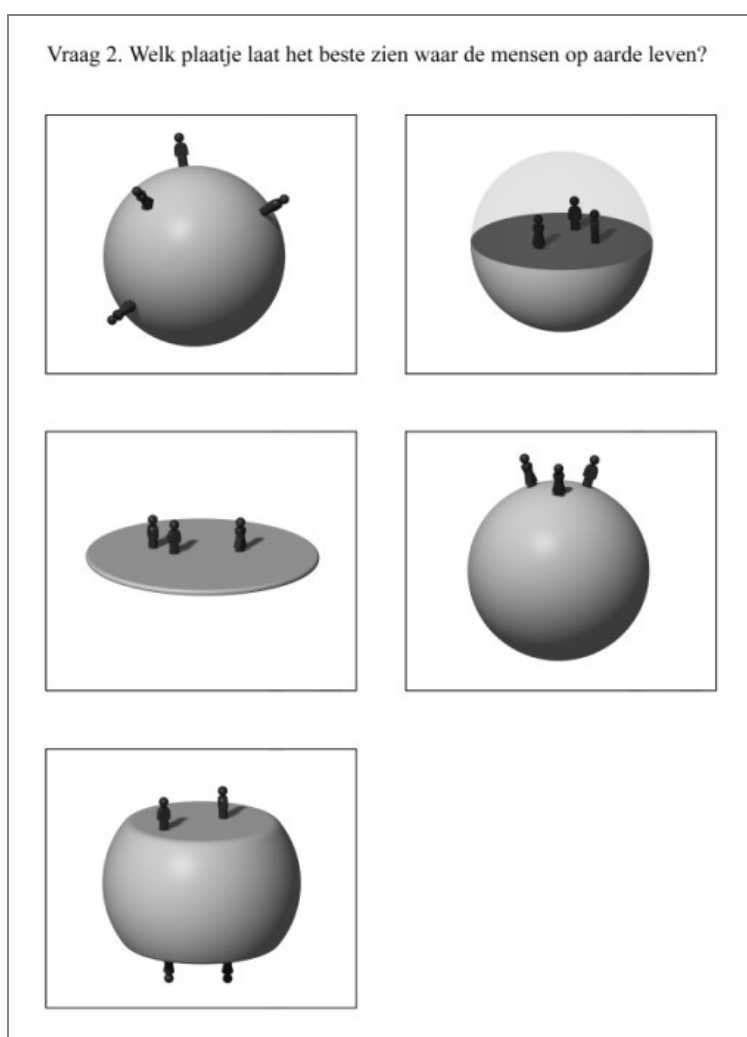


I risultati mostrano che la maggior parte dei bambini (anche piccoli) e degli adulti possiede una concezione scientifica di Terra, osservando che se anche nei bambini più piccoli è presente la conoscenza scientifica accreditata, vuol dire che deve esistere solo una lieve resistenza all'istruzione scientifica in questo dominio di conoscenza.

In un lavoro successivo, teso ad esaminare il processo di acquisizione della conoscenza circa la Terra e gli effetti di un percorso di istruzione (dei quali si parlerà successivamente), anche Hannust e Kikas (2006) hanno rilevato che la conoscenza

infantile sulla Terra è per la maggior parte frammentaria, e che la presenza dei modelli mentali individuati da Vosniadou è solo marginale. Il set di dati ottenuto dagli autori attraverso un'intervista individuale e l'esecuzione di disegni, è stato da essi sottoposto ad analisi statistiche per individuare eventuali differenze significative tra la frequenza di risposte osservate e quelle attese, individuando nel primo caso “tipi” e nel secondo caso “anti tipi”. I risultati dello studio rivelano la quasi totale assenza di modelli mentali coerenti, e si pongono in contrasto sia con le tesi di Vosniadou e Brewer (1992), che con quelle di Nobes e collaboratori (2005), per la minore percentuale di conoscenza scientifica individuata.

Figura 13 Uno degli item utilizzati per l'indagine sulle concezioni infantili (Straatemeier et al., 2008)



Anche Straatemeier, van der Maas e Jansen (2008) propongono una metodologia di indagine quantitativa tesa a stabilire la natura della conoscenza infantile sulla Terra ed il ciclo di-notte, che consiste, in un primo studio, nel confronto tra le concezioni emerse nei bambini a seguito di un test non verbale, del tipo carta e matita, costituito da una scelta multipla di immagini (Figura 10) e dall'esecuzione di un disegno; in un secondo studio, tra il medesimo test e l'intervista individuale.

Dai risultati dello studio, dai quali emerge una lieve differenza nei punteggi ottenuti ai test a favore dei maschi, si rileva l'assenza di prove circa l'esistenza di quelle presupposizioni radicate che Vosniadou e Brewer (1992; 1994) ponevano alla base della costruzione dei modelli mentali. Se alcuni bambini tendono a pensare la terra piatta, osservano gli autori, queste presupposizioni non si rivelano forti ed universali come avevano sostenuto gli studiosi già citati dell'approccio dei modelli mentali.

Quadro Sinottico 4: Alcuni studi riconducibili all'approccio della conoscenza frammentaria.

ANNO	AUTORI	PAESE	CAMPIONE	CONCEZIONI INDAGATE	STRUMENTI DI INDAGINE	PRINCIPALI RISULTATI
2005	Nobes, Martin Panagiotaki	Inghilterra	62 bambini di 5-10 anni, 31 adulti	Terra (forma e gravità)	intervista individuale con scelta multipla di 16 card da mettere in sequenza	L'assenza di modelli mentali indica che le presupposizioni devono essere molto deboli.
2006	Hannust, Kikas	Estonia	34 bambini di 5 anni, 39 bambini di 6 anni, e 40 bambini di 7 anni	Terra (forma e gravità)	intervista individuale tratta da Vosniadou e Brewer (1992) ed esecuzione di disegni	Assenza di modelli mentali e presenza di conoscenza frammentata.
2008	Straatemeier, van der Maas, Jansen	The Netherlands	328 e 381 bambini di età compresa tra i 4 ed i 9 anni	Terra (forma e gravità) ciclo di-notte	test a scelta multipla di immagini, ed esecuzione di disegni/intervista individuale tratta da Vosniadou e Brewer (1992; 1994)	Assenza di prove a favore dell'esistenza di presupposizioni radicate. I maschi ottengono punteggi migliori al test.

Il fiorire della prospettiva teorica che attribuiva alla conoscenza iniziale dei bambini le caratteristiche della frammentarietà e della disconnessione (Quadro Sinottico 4), determinò il sorgere di una serie di studi tesi a verificare se la metodologia di indagine fosse in grado di influenzare il tipo di concezioni espresse dai bambini.

2.8 L'influenza del metodo di indagine nella tipologia dei concetti espressi.

Dopo la ricerca di Shoultz, Säljö & WYndhamn (2001), che mise in discussione per la prima volta i metodi di indagine ed i risultati ottenuti dagli studiosi dell'approccio dei modelli mentali, mettendo in luce, come si è visto, che l'introduzione di un artefatto culturale come il globo in una situazione di intervista determinava un sostanziale incremento nelle concezioni scientifiche espresse dai bambini, molti studiosi dedicarono i loro studi all'analisi di tali concezioni per determinare se fossero costituite da modelli mentali coerenti o da frammenti di conoscenza.

Nel secondo studio, condotto sullo stesso campione del precedente, Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth, Panagiotaki, Siegal (2003) intendono appunto stabilire la natura delle conoscenze individuate nei bambini indiani ed in quelli inglesi. Pertanto è stata confrontata la distribuzione delle risposte che sono emerse nel campione (osservata) con quella che si sarebbe potuta registrare se i bambini avessero risposto in maniera incoerente e frammentaria (attesa). Dal momento che le due distribuzioni sono risultate molto simili tra loro, che non è stata registrata la presenza di modelli mentali tra le concezioni raccolte, e che le risposte le risposte fornite dai bambini sono prevalentemente incoerenti, gli autori concludono affermando che l'approccio della conoscenza frammentaria si presta meglio dell'altro a spiegare la varianza nelle risposte fornite dai bambini.

Anche Vousniadou, Skopelliti Ikospentaki (2004) hanno ipotizzato che la metodologia adottata per raccogliere le concezioni possa in qualche modo alterarle, nascondendo i modelli mentali iniziali posseduti dai bambini. Gli autori, che fanno parte dell'approccio dei modelli mentali, osservano che, mentre nel caso di una domanda a risposta aperta al bambino viene richiesto di elaborare la spiegazione di un fenomeno per produrre una risposta, in una domanda a risposta chiusa lo si invita semplicemente a scegliere tra due (o più) alternative, una delle quali è quella scientifica, culturalmente desiderabile.

La pratica di aggiungere un globo all'intervista (Shoultz et al., 2001) secondo questi autori, potrebbe trasmettere implicitamente al bambino la presupposizione, condivisa dal ricercatore, che la Terra è sferica, e la contestuale richiesta relativa ai luoghi in cui la gente vive potrebbe essere pertanto interpretata dal bambino in termini di presenza di un continente nell'area del globo indicata dallo sperimentatore.

Il metodo utilizzato dagli autori prevede il confronto tra tecniche di intervista a risposta aperta e a risposta chiusa: nel primo caso, durante l'intervista viene dato al bambino del materiale da manipolare per costruire un modello di Terra, mentre nel secondo caso viene presentato un set di modelli tridimensionali tra cui egli deve scegliere. Per il resto, i due protocolli di intervista, somministrati a due diversi gruppi di bambini (di età compresa tra i 5 ed i 9 anni) sono simili.

I risultati emersi hanno rivelato livelli più elevati di risposte di tipo scientifico tra i bambini intervistati con la tecnica a risposta chiusa. A parte la possibile presenza di falsi positivi in alcune domande, gli autori hanno ribadito che un compito a risposta chiusa sia essenzialmente un compito di riconoscimento della nozione scientifica alla quale sono stati esposti, anche se non del tutto compresa. Pertanto, il metodo di indagine a risposta chiusa, assieme alla presentazione di modelli di Terra, inibisce la generazione di modelli mentali nei bambini e li costringe a ragionare sulla base del modello accreditato e culturalmente condiviso.

Per determinare se le diversità di risposta riscontrate tra bambini inglesi ed australiani, esaminati in uno studio precedente, fossero dovute a squilibri di conoscenza o a metodi di indagine differenti, Segal, Butterworth & Newcombe (2004) sottopongono i due gruppi di bambini, in momenti diversi, a due tipi di intervista: una, costituita da una selezione del protocollo utilizzato da Vosniadou & Brewer (1992;1994); l'altra dallo stesso protocollo da essi utilizzato nello studio precedente. L'esame delle risposte raccolte mostra come i bambini ai quali era stato somministrato il protocollo di intervista di Vosniadou e Brewer (1992; 1994) tendevano a rispondere in maniera geocentrica, mentre quelli sottoposti al protocollo utilizzato dagli autori nel precedente studio favoriva l'espressione di concezioni eliocentriche e coerenti nella maggior parte dei soggetti.

L'utilizzo di domande che poggiano su modelli tridimensionali di Terra favorisce secondo gli autori l'emissione di concezioni scientifiche, mentre l'uso del protocollo di Vosniadou e Brewer (1992; 1994) sembra fornire alcune prove a sostegno della presenza di presupposizioni radicate universali.

Chiedere ai bambini di eseguire un disegno nel corso dell'intervista può incoraggiarli a rispondere sulla base di preoccupazioni locali, riguardanti ad esempio il disegno appena eseguito, piuttosto che in termini di preoccupazioni scientifiche di un ricercatore che sta cercando di determinare cosa essi conoscono. È anche vero però, sottolineano gli autori, che il formato di intervista da essi utilizzato potrebbe aver provocato alcuni falsi positivi inducendo il bambino a scegliere l'informazione scientifica alla quale è stato più esposto.

In uno studio successivo, teso ad indagare la comprensione del globo come modello di Terra da parte dei bambini di età compresa tra i 6 e gli 8 anni, Vosniadou, Skopeliti, Ikspentaki 2005 confrontano le risposte fornite dallo stesso bambino al quale, nel corso dell'intervista, veniva dapprima chiesto di effettuare un disegno della Terra, di costruirne un modello in creta (play-dough), e al quale successivamente veniva presentato un globo.

L'ipotesi sottostante è che i bambini che hanno difficoltà a comprendere la forma della Terra in assenza del globo, dovrebbero mantenere tale differenza anche con la presenza del

globo. La comprensione di un tale artefatto, lungi dall'essere un fatto di semplice trasmissione culturale, secondo gli autori è un atto costruttivo di interpretazione, nel quale è possibile che se il modello (globo) entra in conflitto con le conoscenze possedute dal soggetto, esso possa essere distorto per adeguarsi ad esse.

Il metodo utilizzato è l'intervista semi-strutturata individuale utilizzata negli studi precedenti da alcuni degli autori (Vosniadou & Brewer, 1992).

In un primo momento il bambino viene sollecitato ad esplicitare le sue concezioni senza il supporto di artefatti: questa parte dell'intervista comprende domande verbali, effettuazione di disegni, costruzione di modelli in creta; in un secondo momento viene presentato un globo al bambino e si verifica se egli sia in grado di ragionare coerentemente anche davanti ad esso.

Dai risultati ottenuti gli autori rilevano un incremento nelle risposte scientificamente corrette in relazione alla presentazione del globo, soprattutto tra i bambini più grandi, ed un parallelo calo della coerenza interna nelle medesime. L'assenza di un modello culturale esterno consentirebbe pertanto ai bambini di costruirsi rappresentazioni della Terra e di distorcerle in modo da renderle coerenti con le conoscenze da essi possedute, ma la presentazione dell'artefatto culturale (globo) non consente al bambino di effettuare tale distorsione: in altri termini, il globo forzerebbe il bambino a produrre risposte di tipo scientifico, probabilmente memorizzate in modo superficiale. È stato altresì rilevato che un'alta percentuale di bambini alla presenza del globo ha espresso un modello di Terra diverso dal precedente: tali bambini comunque non sono risultati consapevoli del cambiamento nelle risposte da essi fornite. Gli autori concludono affermando che in generale i bambini interpretano il globo alla luce di quello che sanno, anche se riconoscono che esso determini nei bambini più grandi un incremento di modelli scientifici coerenti.

In seno al dibattito relativo all'influenza del metodo di indagine sulle concezioni espresse dai bambini, Nobes, Martin, Panagiotaki (2005) ribadiscono che se il metodo di indagine adottato nel loro studio sollecita l'emissione di risposte di tipo scientifico, i modelli mentali non sarebbero altro che un artefatto metodologico dei metodi utilizzati nell'approccio dei modelli mentali.

Quadro Sinottico 5: Alcuni studi che hanno indagato l'influenza del metodo nell'emissione delle concezioni infantili.

ANNO	AUTORI	PAESE	CAMPIONE	CONCEZIONI INDAGATE	STRUMENTI DI INDAGINE	PRINCIPALI RISULTATI
2003	Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth, Panagiotaki, Siegal (2°studio)	Inghilterra	167 bambini di età compresa tra 4-8 anni	Terra (forma e gravità)	Domande a risposta chiusa e scelta multipla tra modelli tridimensionali	Non vengono individuati modelli mentali. Concezioni prevalentemente incoerenti .
2004	Siegal, Butterworth, Newcombe (2°studio)	Inghilterra	59 bambini australiani e 71 bambini inglesi divisi in tre classi di età: 5-6, 6-7 e 8-9.	Terra (forma e gravità) ciclo di-notte	intervista semistrutturata tratta da Vosniadou e Brewer (1992), scelta di modelli uso di "omini"	Il protocollo di Vosniadou e Brewer produce concezioni geocentriche; quello loro eliocentriche e coerenti. Riflessione sui falsi positivi.
2004	Vousniadou, Skopelliti Ikospentaki	Grecia	72 bambini di 5-6 e 7-8 anni	forma Terra ciclo di-notte	intervista con domande a risposta aperta/con domande a risposta chiusa	una domanda a risposta aperta chiede elaborazione , una domanda a risposta chiusa richiede una scelta tra alternative.
2005	Vousniadou, Skopelliti, Ikospentaki	Grecia	42 bambini di 5-7e 7-10 anni	forma Terra	intervista con domande, disegni, manipolazione di creta e presentazione del globo.	I bambini interpretano il globo alla luce di quello che sanno.

2.9 Didattica e cambiamento concettuale

Una delle prime ricerche sulle concezioni astronomiche dei bambini, condotta come si è visto, da Nussbaum & Novak (1976), su un campione di bambini del primo ciclo di scuola elementare, prevede una rilevazione delle conoscenze prima e dopo un percorso di istruzione costituito da esperienze ed attività con oggetti e materiali. Gli studiosi osservano come i bambini del gruppo sperimentale abbiano conseguito al post-test nozioni più

avanzate rispetto ai coetanei dell'altro gruppo, anche se le concezioni preesistenti non erano state modificate in maniera significativa dalla didattica effettuata. Anche Klein (1982) rileva come al termine di un percorso di istruzione sulle dimensioni reciproche di Terra e Sole ed il ciclo dì-notte, la maggioranza dei bambini continui a possedere al post-test un certo numero di idee contrastanti con i concetti scientifici ai quali erano stati esposti durante l'istruzione (la causa dell'alternanza dì-notte, la ragione della variazione dell'orario del tramonto in luoghi geografici differenti, ecc.). L'autrice inoltre osserva che molti bambini, mostrano di possedere una scarsa comprensione della Terra come corpo sferico nello spazio.

Per rispondere all'interrogativo posto da Mali e Howe (1979) sul legame tra formazione dei concetti e sviluppo di abilità cognitive generali per dominio, Nussbaum e Niva Sharoni Dagan (1983) intraprendono una ricerca su un campione di bambini di seconda elementare sull'efficacia di lezioni audio-tutorial, scoprendo che anche i bambini più piccoli sono apparentemente in grado di afferrare la nozione astratta di Terra come corpo celeste, se tale nozione viene presentata loro mediante una didattica adeguata. Anche se i risultati mostrano qualche successo, tuttavia circa un quarto dei bambini che avevano partecipato al percorso di istruzione rimane alla nozione 1: la spiegazione fornita dagli autori è che l'istruzione individuale era stata effettuata con materiale sostanzialmente astratto per i bambini.

Lanciano (1996) ha ripercorso le principali tappe della ricerca sulla formazione delle concezioni astronomiche infantili da una prospettiva educativa, mettendo in evidenza la relazione tra i materiali utilizzati e le conoscenze iniziali dei bambini, e la diffusa mancanza, di aspetti legati alla valutazione delle strategie didattiche adottate in tali ricerche, tranne che forse delle generiche considerazioni sull'inefficacia della didattica tradizionale individuate dall'autrice in alcuni studi.

Sharp (2003) nel Regno Unito, a conclusione di uno studio quasi-sperimentale sull'acquisizione di conoscenze in una scuola elementare, ha identificato e descritto i modelli mentali posseduti dai bambini in ordine ai contenuti tradizionali dell'astronomia ed ha evidenziato i cambiamenti che avvengono a seguito di esposizione dei bambini ad un periodo di 10 settimane di istruzione formale. I risultati del suo studio indicano che, l'evoluzione dei concetti era evidente in varie forme nella maggior parte degli ambiti esaminati, e che i livelli di concettualizzazione scientifica lasciano supporre che una conoscenza accettabile dal punto di vista scientifico fosse di possibile ottenimento già a partire dai primi livelli di scuola elementare. Tale conoscenza si mostra stabilmente acquisita dai bambini, dal momento che viene da essi ritenuta a lungo.

Pochi studi sono finora stati condotti sull'apprendimento delle concezioni scientifiche di forma della Terra e gravità, misurando l'efficacia di diversi tipi di interventi di istruzione in bambini di scuola primaria. Diakidoy e Kendeou (2001) hanno rilevato come un approccio didattico che muova dalle conoscenze pregresse degli alunni sia maggiormente efficace rispetto ad uno di tipo tradizionale, mentre secondo Yager e Akcay

(2008), l'incremento nei livelli concettuali iniziali circa la forma della Terra appare sostanzialmente equivalente, indipendentemente dal metodo didattico adottato.

In un precedente studio sulle concezioni circa la forma della Terra e la gravità, Ronchi, Perucchini e Musa (2007) hanno dimostrato come una didattica basata sulle concezioni iniziali dei bambini ed una metodologia legata all'indagine personale e alla scoperta siano in grado di produrre dei cambiamenti statisticamente significativi nelle conoscenze dei bambini.

Hannust e Kikas (2007) si sono posti l'obiettivo di indagare quale tipo di informazione sia più semplice da acquisire da parte dei bambini (ad es. se siano in grado di comprendere le concezioni scientifiche legate alla Terra e alla gravità), se le nozioni sintetiche si sviluppino durante l'apprendimento, e se i metodi di insegnamento, i materiali o entrambi utilizzati nelle lezioni possano condurre allo sviluppo di queste nozioni. Sebbene esistano punti di vista diversi circa la coerenza della conoscenza infantile, è riconosciuto che almeno alcuni "pezzi" di conoscenza sono interpretati erroneamente dai bambini più piccoli (ad es. le direzioni nord-sud assolute), e che questa conoscenza può inibire l'apprendimento. Gli autori ipotizzano che il processo di arricchimento di conoscenza (ad es. l'acquisizione di informazioni fattuali che si accordano con l'esperienza personale) sia più facile per i bambini della comprensione di concetti in cui l'esperienza personale contraddice l'informazione (ad es. dove è richiesto il cambiamento concettuale). Dai risultati emersi nello studio, Hannust e Kikas rilevano che i bambini ricordano con facilità il fatto che la Terra è rotonda, anche se ciò si suppone contraddica l'esperienza quotidiana. Comunque, dall'esame delle altre risposte emerge che potrebbe trattarsi di una semplice memorizzazione di un fatto riferibile ad un arricchimento di conoscenze ma che non dia cenno circa una reale comprensione del concetto di sfericità. Del resto anche Vygotskij (1994) sostiene che nella formazione dei concetti devono per primi essere acquisiti gli strumenti per pensare (cioè le parole), e solo successivamente devono essere riempiti di significato: in altri termini, la memorizzazione di informazione fattuale costituirebbe la base sulla quale edificare una comprensione scientifica. Gli autori sottolineano anche che può succedere che durante il processo di apprendimento possano essere create delle nozioni sintetiche.

Kikas (2005) ha studiato i cambiamenti delle spiegazioni infantili sulle stagioni ed ha scoperto che l'utilizzo della teoria della distanza (la temperatura in estate ed in inverno sono diverse perché la distanza tra la Terra ed il Sole è diversa durante queste stagioni) può essere causata dalle illustrazioni utilizzate nella didattica. Analogamente, l'uso dei modelli (ad es. l'uso di palle e pupazzetti come modelli per la Terra e le persone, o le espressioni usate nelle spiegazioni) potrebbero influenzare lo sviluppo di modelli non scientifici nei bambini. Anche Ronchi (2008), in uno studio quasi-sperimentale con bambini di scuola primaria rileva che, nonostante essi possiedano una conoscenza fattuale dei moti della Terra, quasi nessuno utilizza tale conoscenza per posizionare i due modelli di Terra e Sole

così come sono nello spazio quando da noi è estate o inverno, mentre la maggior parte sceglie spiegazioni intuitive basate sulle variazioni di distanza.

Al momento attuale il dibattito culturale e scientifico è focalizzato a determinare la natura, coerente o frammentaria, delle concezioni astronomiche infantili, ed a definire se l'emissione di un certo tipo di concetti può essere indotto dal metodo di indagine utilizzato. In particolare, la discussione riguarda l'opportunità di utilizzare metodi a risposta aperta (quali il disegno e le domande a risposta aperta) o metodi a risposta chiusa (non verbal test e domande a scelta multipla). Un altro tema di confronto tra i diversi approcci riguarda la presenza o meno di una resistenza al cambiamento da parte delle concezioni infantili, e quindi la valutazione dell'efficacia di percorsi d'istruzione tesi a favorirne la ristrutturazione o il collegamento all'esperienza.

L'attenzione crescente verso i problemi dell'educazione ha condotto alcuni autori ad interessarsi delle concezioni astronomiche presenti negli insegnanti, anche se gli studi ad essi dedicati sono in numero certamente inferiore rispetto a quelli che si sono occupati dei bambini, come si vedrà nel prossimo paragrafo.

2.10 Gli studi sulle concezioni degli insegnanti e le loro aspettative sulle idee presenti nei bambini

In letteratura è presente un esiguo numero di ricerche riguardanti le concezioni astronomiche di insegnanti di scuola primaria rispetto a quelle dedicate allo studio delle medesime concezioni sui bambini.

Una buona parte di questi studi ha indagato la presenza di misconcezioni tra i gli insegnanti (Shoon, 1995; Atwood & Atwood, 1995, 1996; Lanciano, 1996; Parker & Heywood, 1998; Vega Navarro, 2001; Brunsell & Marks, 2005; Frede, 2006), mentre altri lavori sono stati dedicati al confronto tra la tipologia ed il numero delle misconcezioni presenti in docenti di diversi gradi di scuola (Trumper, 2002, 2005).

Alcuni lavori hanno esaminato le concezioni degli insegnanti in formazione prima e dopo un percorso didattico su alcuni fenomeni astronomici legati alla vita quotidiana, come il ciclo dì-notte, le stagioni e le fasi della Luna (Callison & Wright, 1993; Camino, 1995; Atwood & Atwood, 1997; Trundle, Atwood & Christopher, 2002).

Una delle prime indagini sulle concezioni astronomiche degli insegnanti di scuola primaria (Lawrentz, 1986), condotta mediante la somministrazione di un questionario, individua risposte corrette solo nella metà dei docenti osservati: in alcuni casi, le risposte errate sembrano derivare da una mancanza di conoscenza, ma in altri casi gli insegnanti mostrano di possedere delle misconcezioni. L'ipotesi circa l'esistenza di un legame tra la comprensione dei concetti di fisica elementare da parte dei docenti e la trasmissione della disciplina agli studenti conduce l'autore ad auspicare l'attivazione di corsi di formazione in

servizio che favoriscano il superamento delle misconcezioni e l'acquisizione di strumenti utili ad individuarle negli studenti.

Altri studi hanno rivelato che solo alcuni insegnanti presentano la concezione scientifica sulla causa delle fasi lunari, mentre la maggior parte di essi attribuisce questo fenomeno all'ombra della Terra che si proietta sulla superficie della Luna (Callison & Wright, 1993; Lanciano, 1996; Trundle, Atwood & Christofer, 2002; Trumper, 2003; Brunsell & Marks 2005).

Delle ricerche hanno mostrato che la maggior parte degli insegnanti possiede misconcezioni circa il ciclo di-notte (Shoon, 1995; Atwood & Atwood, 1995; Lanciano, 1996; Parker & Heywood, 1998; Trumper, 2003; Martínez Sebastià & Martínez Torregrosa, 2005; Brunsell & Marks, 2005): una delle concettualizzazioni più diffuse è quella della Terra in moto di rivoluzione attorno al Sole, seguita da quella che vede il Sole in moto di rivoluzione attorno ad una Terra ferma. Per quanto riguarda il percorso osservabile del Sole nel cielo durante il giorno, la maggior parte degli insegnanti ritiene che il Sole a mezzogiorno sia direttamente allo Zenith (cioè esattamente sopra le nostre teste), mentre molti docenti presentano misconcezioni sullo spostamento del Sole nel cielo durante il giorno e anche sulla sua sparizione di notte.

In particolare, Shoon (1995), sottolineando come gli insegnanti siano in possesso di molte di quelle misconcezioni che gli studenti avranno in futuro, suddivide tali concezioni in due categorie: i fraintendimenti tra il percorso diurno ed annuale apparente del Sole nel cielo, e le concezioni alternative circa il moto di rotazione della Terra attorno al Sole. la differenza tra le due categorie consiste nel fatto che nel primo caso la concezione scientifica non è basata su una teoria, ma sull'osservazione della realtà. Gli insegnanti che presentano tali fraintendimenti (ad es. il Sole allo Zenith a mezzogiorno) ne attribuisce l'origine a qualcosa che è stato loro spiegato ed al quale è stato attribuito fino a quel momento il carattere di verità scientifica.

Alcuni lavori hanno focalizzato il loro interesse all'analisi delle idee degli insegnanti circa la forma della Terra e la localizzazione delle persone, dimostrando che essi possiedono alcune misconcezioni riguardanti principalmente la gravità (Lanciano, 1996; Vega Navarro, 2001; Brunsell & Marks, 2005; Perucchini e Ronchi, 2008).

Una percentuale considerevole di insegnanti attribuisce inoltre le cause del ciclo delle stagioni a variazioni di distanza tra Sole e Terra (Shoon, 1995; Atwood & Atwood, 1996; Lanciano, 1996; Parker & Heywood, 1998; Trumper, 2003; Martínez Sebastià & Martínez Torregrosa, 2005), mentre quasi nessuno di essi risulta consapevole dei cambiamenti stagionale nel percorso del osservabile del Sole.

Inoltre, anche se gli insegnanti sembrano possedere alcune basilari informazioni scientifiche, la maggior parte di loro non è in grado di collegare la propria conoscenza relativa alle stagioni alle differenze osservabili nell'altezza verticale del Sole durante l'anno (Martínez Sebastià & Martínez Torregrosa, 2005; Brunsell & Marks, 2005).

È necessario sottolineare anche che gli insegnanti attribuiscono le loro misconcezioni all'averle udite da altre persone – molto spesso un insegnante o i mass media – o di averle

considerate logiche e non aver pertanto mai sentito il bisogno di sottoporle a verifica (Shoon, 1995). In altre parole sembra che le misconcezioni culturalmente trasmesse siano molto spesso prese per vere dai bambini e mantenute fino all'età adulta, come suggerisce anche Harris (2006) a seguito dei suoi studi sulla fiducia dei bambini alle notizie ricevute da un adulto reputato attendibile.

Dalla letteratura non sono emersi studi dedicati all'indagine delle aspettative degli insegnanti circa le concezioni astronomiche dei bambini, ad eccezione per due studi condotti su professori e studenti di scuola secondaria superiore, dai quali emerge che i docenti generalmente non sono consapevoli delle misconcezioni presenti nei loro allievi, ma nemmeno di quelle che essi stessi possiedono (Berg & Brewer, 1991), e che essi tendono solitamente a sottostimare le concezioni presenti negli studenti più giovani dopo un percorso didattico, ed a sovrastimarle nel caso di studenti più grandi (Lightman & Sadler, 1993).

Dal momento che la concettualizzazione dei docenti ha un impatto drammatico sull'apprendimento dei bambini, come hanno ipotizzato Brunsell and Marks (2005), sembra importante, oltre ad esaminare le concezioni presenti nei bambini di scuola primaria sui fenomeni indagati, analizzare anche la comprensione degli insegnanti e le loro aspettative sulla concettualizzazione dei bambini. In questo modo potrebbero esser fornite utili indicazioni per coloro che si occupano della formazione iniziale dei docenti e della progettazione di curricula per tale formazione, come suggerito da Frede (2006) e Trumper (2005).

SECONDA PARTE

LA TERRA, IL CICLO DÌ-NOTTE E LE STAGIONI NELLE RAPPRESENTAZIONI MENTALI DEI BAMBINI E NELLE ASPETTATIVE DEGLI INSEGNANTI

Cap.3

Le concezioni astronomiche dei bambini

3.1 Introduzione

Come si è visto nel precedente capitolo, l'attuale dibattito internazionale sulle concezioni astronomiche dei bambini si è focalizzato attorno ad alcuni aspetti: la natura e lo sviluppo di tali concezioni, e gli strumenti più adatti per individuarle.

In riferimento al primo aspetto, vi sono attualmente tre posizioni teoriche, rappresentate dall'approccio dei modelli mentali, l'approccio della conoscenza frammentaria e quello contestuale.

Secondo l'approccio dei modelli mentali, il bambino costruirebbe a partire dall'esperienza, avvalendosi di presupposizioni scaturite da osservazioni ed inferenze, un ristretto numero di modelli mentali intuitivi, sintetici e scientifici, differenziati in base al grado di reinterpretazione delle presupposizioni iniziali che ciascuno di essi implica. Tali modelli risultano sostanzialmente invariati sia nella tipologia che nella sequenza di sviluppo in bambini di culture diverse.

Per rendere espliciti i modelli mentali che il bambino possiede è necessario utilizzare domande che lascino trasparire la struttura concettuale sottostante: sono le domande generative, contrapposte a quelle, dette fattuali, che implicano la semplice rievocazione di nozioni apprese: attraverso le domande generative si presenta al soggetto una situazione sconosciuta e per la quale non abbia verosimilmente ricevuto istruzione formale. Per cogliere inoltre tutte le sfumature individuali presenti nelle concezioni dei bambini, sono utilizzate, in situazione di intervista semistrutturata, domande a risposta aperta ed al bambino è richiesto di eseguire dei disegni.

L'approccio della conoscenza frammentaria, dedicandosi in maniera più mirata allo sviluppo delle conoscenze scientifiche in campo astronomico, vede tali conoscenze non come frutto della costruzione individuale basata sull'esperienza, ma come conseguenza della trasmissione culturale. Dal momento che non esperienza al mondo in grado di produrre nei bambini la costruzione di concetti di questo tipo, a causa della loro astrattezza, secondo questa prospettiva il bambino inizialmente non sarebbe in possesso di alcuna concezione riguardo i temi oggetto d'indagine. Pertanto le concezioni sintetiche o misconcezioni sarebbero soltanto il frutto di metodologie basate sull'uso del disegno o su domande di tipo aperto. Contrariamente a quanto avevano fatto Vosniadou e Brewer, questi autori prediligono metodologie di indagine basate su un'intervista semistrutturata che trasforma in maniera dicotomica le domande utilizzate dall'approccio dei modelli mentali, oppure includono nell'intervista un'attività di scelta tra immagini multiple, o ancora propongono una prova strutturata

del tipo carta e matita che implica la scelta di immagini, utilizzando quasi sempre una metodologia di indagine di tipo quantitativo.

Il presente studio si pone pertanto come una ricerca osservativa sul campo, con l'obiettivo di:

1. Costruire uno strumento teso a rilevare le concezioni astronomiche dei bambini, valutandone le proprietà psicometriche;
2. Rilevare le concezioni di Terra, ciclo dì-notte e stagioni nei bambini a diverse età;
3. Analizzare l'influenza del tipo di item sulle concezioni espresse dai bambini
4. Verificare la coerenza delle concezioni individuate.

Per quanto riguarda l'obiettivo n.1, sono stati esplicitati i criteri di costruzione dello strumento a partire dalla letteratura citata nel Capitolo 2, e sono state effettuate delle analisi statistiche per determinarne la validità.

In riferimento all'obiettivo n.2, sono state analizzate le concezioni emerse riguardo la forma e la gravità della Terra, il ciclo dì-notte e le stagioni nei bambini, individuando eventuali cambiamenti in relazione all'età.

Riguardo all'obiettivo n.3, sono state considerate le risposte fornite dai bambini agli item che implicavano la realizzazione di un disegno, la scelta tra immagini e la scelta tra frasi, per verificare se vi fossero delle differenze nelle concezioni espresse.

Per verificare la coerenza delle concezioni raccolte attraverso i vari item, come illustrato nell'obiettivo n.4, è stato esaminato il numero delle volte in cui lo stesso bambino utilizzava una medesima concezione per rispondere agli item ad essa dedicati.

3.2 Metodo

3.2.1 Partecipanti

Hanno partecipato alla ricerca un campione di 199 bambini, suddiviso in cinque gruppi corrispondenti alle classi di provenienza: classe 1 (n=39, 16 femmine e 23 maschi, età media 6,9), classe 2 (n=37, 13 femmine e 24 maschi, età media 7,9), classe 3 (n=45, 24 femmine e 21 maschi, età media 9,0), classe 4 (n=36, 18 femmine e 18 maschi, età media 9,8), classe 5 (n=42, 19 femmine e 23 maschi, età media 10,7).

I bambini provengono tutti dallo stesso istituto scolastico che si trova nella periferia residenziale di Roma. L'utenza della scuola è composta prevalentemente da famiglie di livello socio-culturale medio/medio alto.

3.2.2 Presentazione e caratteristiche dello strumento

Al fine di rilevare le concezioni di bambini circa la forma e la gravità della Terra, il ciclo dì-notte e l'alternanza delle stagioni, è stata utilizzata una prova strutturata individuale del tipo carta e matita (Quadro Sinottico 1), costituita da 22 item e realizzata ad

hoc sulla base di alcune domande già presenti in letteratura (Vosniadou e Brewer, 1992 – 1994; Baxter, 1989; Lanciano, 1996; Nobes, Martin Panagiotaki, 2005; Straatemeier, in press) e di concezioni emerse in studi precedenti che utilizzavano versioni precedenti dello stesso strumento (Perucchini e Ronchi, 2008) (vedi Allegato 1).

Per ciascuna delle concezioni indagate sono stati creati item che mirassero a rilevare i livelli di concettualizzazione differenziandosi per le seguenti caratteristiche:

- il tipo di item (a risposta aperta o chiusa)
- i processi cognitivi coinvolti (recupero dell'informazione o formulazione di inferenze)
- l'abilità coinvolta (comprensione o produzione grafica e/o testuale)
- il sistema di riferimento usato (basato su un punto di osservazione terrestre o esterno alla Terra)

Rispetto al tipo di item e, conseguentemente ai processi cognitivi coinvolti, vi sono item a risposta aperta che consentono ai soggetti ampie possibilità di risposta, ed item a risposta chiusa, costituiti da una scelta multipla di immagini e/o frasi, che sollecitano la scelta della risposta più vicina alle proprie concezioni.

Riguardo ai processi cognitivi coinvolti, vi sono item costituiti da domande di tipo fattuale (Vosniadou e Brewer, 1992; 1994; Lightman e Sadler, 1993) che implicano il recupero di informazioni dalla memoria, ed da domande di tipo inferenziale (Lightman e Sadler, 1993), che invitano il soggetto a rappresentarsi una situazione per lui sconosciuta e per la quale non ha verosimilmente ricevuto alcun insegnamento diretto, come sottoineano Vosniadou e Brewer (1992;1994). Adottando la prospettiva cognitivista di Nelson (1985; 1986), si potrebbe ipotizzare che a una domanda di tipo fattuale il soggetto risponda recuperando le informazioni dalla memoria semantica, costituite da conoscenze formalizzate e culturalmente mediate, mentre ad una di tipo inferenziale risponda recuperando dalla memoria episodica esperienze utili ad interpretare la situazione presentata.

In relazione al tipo di abilità coinvolta nell'esecuzione del compito, vi sono item che coinvolgono maggiormente abilità di decodifica di immagini (ad es. una scelta multipla di immagini) o abilità di tipo grafico-pittorico (ad es. l'esecuzione o il completamento di un disegno), mentre altri che sollecitano principalmente abilità di lettura, comprensione (ad es. la scelta tra frasi) e produzione (ad es. la stesura di una didascalia) del testo scritto.

Quadro Sinottico 1. Struttura della prova somministrata ai bambini

N.	CONCEZIONE	CONSEGNA	TIPO	DOMANDA	SISTEMA DI RIFERIMENTO
1	TERRA	Disegna la Terra come pensi che sia. Poi aggiungi 10 persone alla Terra.	DIS	fattuale	esterno
2	CICLO DÌ-NOTTE	Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo? Disegna dove si trova il Sole durante la notte. Spiega il tuo disegno.	DIS	inferenziale	esterno
3	TERRA	Piove su tutta la Terra. Disegna la Terra con le nuvole e la pioggia.	DIS	inferenziale	esterno
4	TERRA	Sulla Terra, la gravità permette alle persone di ...	SM	fattuale	esterno
5	CICLO DÌ-NOTTE	Disegna il Sole al mattino, a mezzogiorno e al pomeriggio	DIS	fattuale	terrestre
6	STAGIONI	Dove sorge il Sole?	SM	fattuale	terrestre
7	STAGIONI	Dove tramonta il Sole?	SM	fattuale	terrestre
8	CICLO DÌ-NOTTE	Disegna il Sole e la Terra nello spazio, quando da noi è giorno/è notte. Indica sulla Terra il luogo dove abitiamo noi.	DIS	fattuale	esterno
9	STAGIONI	Il giorno e la notte hanno la stessa durata?	SM	fattuale	terrestre
10	CICLO DÌ-NOTTE	Disegna l'ombra ad ogni albero	DIS	inferenziale	terrestre
11	CICLO DÌ-NOTTE	Osserva l'ombra nei disegni. Metti una X solo sull'ombra che ti sembra giusta.	SMI	fattuale	terrestre
12	CICLO DÌ-NOTTE	Il Sole si muove, oppure no?	SM	fattuale	esterno
13	TERRA	Secondo te, che forma ha la Terra? Metti una X sul disegno che pensi sia giusto.	SMI	fattuale	esterno
14	CICLO DÌ-NOTTE	La Terra si muove, oppure no?	SM	fattuale	esterno
15	TERRA	Dove va a finire la palla se un gigante gli dà un calcio? Metti una X sul disegno che pensi sia giusto.	SMI	inferenziale	esterno
16	CICLO DÌ-NOTTE	Perché da noi diventa notte? Metti una X sul disegno che pensi sia giusto.	SMI	inferenziale	esterno
17	STAGIONI	Disegna il Sole a mezzogiorno ed il suo percorso nel cielo in inverno/in estate	DIS	fattuale	esterno
18	STAGIONI	In alcuni periodi fa più freddo. Come mai?	SM	inferenziale	esterno
19	STAGIONI	In alcuni periodi è più caldo. Come mai?	SM	inferenziale	esterno
20	STAGIONI	Disegna il Sole e la Terra come pensi che siano nello spazio, quando da noi è estate/ è inverno. Indica sulla Terra il luogo dove siamo noi.	DIS	fattuale	esterno
21	TERRA	Perché sulla Terra un sasso cade verso il basso?	SM	inferenziale	terrestre
22	STAGIONI	In inverno dove abitiamo noi fa freddo, perché	SMI	inferenziale	esterno

Un'ulteriore distinzione riguarda il sistema di riferimento usato: alcuni item invitano l'individuo a rispondere sulla base di ciò che è possibile osservare e verificare dalla superficie terrestre, quindi sulla base di esperienze effettuate; altri richiedono una risposta maggiormente fondata sulle nozioni scientifiche apprese, in quanto il Sole e la Terra sono visti dallo spazio, da un punto di vista a noi non familiare.

Per ciascuna concezione indagata la prova prevede pertanto item a risposta aperta, item a scelta multipla, item che richiedono la comprensione ed altri che sollecitano la produzione di un breve testo critico o un disegno: una simile *differenziazione* può pertanto consentire l'indagine di concezioni complesse come quelle indagate, distinguendovi le conoscenze *culturalmente trasmesse* da quei saperi che scaturiscono da osservazioni ed esperienza personale.

Nella prova l'ordine degli item prevede per ciascuna concezione, che siano presentati per primi quelli che richiedono l'esecuzione di disegni e poi quelli a scelta multipla di immagini e frasi, proprio per non influenzare la libera espressione delle concezioni individuali fornendo precocemente la nozione scientifica (Quadro sinottico 2).

Un gruppo di 6 item, variamente disposti nella prova, valuta il grado di comprensione circa la **forma e la gravità della Terra**. Vi sono due item costituiti da domande aperte, una delle quali è di tipo fattuale (item 1: *Disegna la Terra come pensi che sia. Poi aggiungi 10 persone al disegno*) e l'altra è di tipo inferenziale (item 3: *Piove su tutta la Terra. Disegna la Terra con le nuvole e la pioggia*). Altri due item sono a scelta multipla di immagini, uno dei quali è di tipo fattuale (item 13: *Secondo te, che forma ha la Terra?*) e l'altro è di tipo inferenziale (item 15: *Dove va a finire la palla se un gigante gli dà un calcio?*). Sono inoltre presenti nella prova due item a scelta multipla di frasi tesi ad indagare il concetto di gravità: anche in questo caso uno dei due item è di tipo fattuale (item 4: *Sulla Terra, la gravità permette alle persone di...*), mentre l'altro è di tipo inferenziale (item 21: *Perché sulla Terra un sasso cade verso il basso?*). Il sistema di riferimento adottato per indagare le concezioni infantili di Terra è stato sempre esterno alla Terra, perché solo così si riesce a cogliere le idee infantili circa la sua forma e la forza di gravità. Le consegne invitano infatti il soggetto a rappresentare sempre la "Terra" e, contrariamente a quanto emerso in Lanciano (1996), nel presente studio nessuno degli individui osservati ha mai mostrato di interpretare tale termine nel senso di terreno, suolo, né tantomeno nazione, patria, ecc.

Un secondo gruppo di 8 item mira ad individuare le concezioni individuali relative al **ciclo di-notte**, non considerando soltanto le idee infantili circa i moti attribuiti al Sole e alla Terra come causa del dì e della notte, ma tenendo anche conto di alcuni aspetti di tale ciclo solitamente poco considerati, quelli cioè legati al percorso osservabile del Sole sull'orizzonte e alla relazione tra la luce del Sole e le ombre degli oggetti sulla Terra.

La presenza di item riconducibili a sistemi di riferimento diversi consente di rilevare se i soggetti abbiano elaborato in un unico modello (caratterizzato indifferentemente dalla rotazione della Terra o la rivoluzione del Sole), lo spostamento diurno osservabile del Sole sull'orizzonte e la sua temporanea sparizione durante la notte. In relazione al sistema di

riferimento adottato è pertanto possibile distinguere tra item fondati su ciò che è possibile osservare dal singolo, da un punto di vista geocentrico, ed item basati sul un punto di vista tipico del sapere culturalmente mediato e trasmesso, ossia quello esterno alla Terra.

Vi sono due item a risposta aperta fondati su da una prospettiva geocentrica, uno dei quali è costituito da una domanda di tipo fattuale (item 5: *Disegna il Sole al mattino, al mezzogiorno e al pomeriggio*), e l'altro da una domanda di tipo inferenziale (item 10: *Disegna l'ombra ad ogni albero*). Analogamente, anche i due item costruiti a partire da una prospettiva esterna sono di tipo fattuale (item 8: *Disegna il Sole e la Terra come pensi che siano nello spazio quando da noi ... è giorno/è notte*) e inferenziale (item 2: *Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo? Disegna dove si trova il Sole durante la notte*).

Nella prova vi sono inoltre quattro item a scelta multipla di frasi, due di tipo fattuale (item 14: *La Terra si muove oppure no?*; item 12: *Il Sole si muove oppure no?*), entrambi basati su una prospettiva esterna alla Terra, e due di tipo inferenziale (item 11: *Metti una X sull'ombra che ti sembra giusta*; item 16: *Perché da noi diventa notte?*), fondate rispettivamente su un sistema di riferimento terrestre ed esterno alla Terra.

Un terzo gruppo di 8 item mira a valutare le concezioni circa il fenomeno dell'alternanza delle **stagioni**: analogamente a quanto osservato per gli item dedicati al ciclo dì-notte, non si è tenuto conto soltanto delle idee infantili circa le possibili cause di tale fenomeno da un punto di vista esterno alla Terra, ma anche di aspetti poco studiati in letteratura con i bambini, e cioè la variazione del percorso osservabile del Sole durante l'anno ed i cambiamenti legati alla temperatura e alle ore di illuminazione e di buio. La ragione della presenza di item basati su sistemi di riferimento diversi consente di rilevare se i soggetti siano in possesso di queste concezioni e se abbiano elaborato in un unico modello le variazioni annuali del percorso del Sole, le variazioni termiche stagionale e quelle relative alla durata del dì e della notte.

Oltre alla distinzione tra domande fattuali e generative, anche in questo caso gli item sono stati distinti in relazione al sistema di riferimento sul quale si basano le domande in essi contenute: da un lato vi sono quattro item di tipo fattuale, costruiti a partire da un sistema di riferimento terrestre (item 17: *Disegna il Sole a mezzogiorno ed il suo percorso nel cielo in estate/in inverno*; item 6: *Dove sorge il Sole?*; item 7: *Dove tramonta il Sole?* item 20: *Disegna il Sole e la Terra come pensi che siano nello spazio quando da noi è estate/ è inverno*), dall'altro vi sono altri quattro item che adottano un punto di vista esterno alla Terra (item 9: *Il giorno e la notte hanno sempre la stessa durata?*; item 18: *In alcuni periodi fa più freddo. Come mai?*; item 19: *In alcuni periodi fa più caldo. Come mai?*; item 22: *In inverno, dove abitiamo noi fa freddo perché....*).

3.2.3 Procedura

Per valutare le concezioni relative alla Terra, al ciclo dì-notte e alle stagioni presenti nei bambini, si è proceduto ad effettuare una somministrazione collettiva delle prove, che ha avuto luogo negli ambienti scolastici in orario antimeridiano.

La semplicità di somministrazione rende lo strumento fruibile anche dagli stessi insegnanti che potrebbero utilizzarlo con i loro studenti.

La prova è stata somministrata collettivamente in classe ai bambini delle classi III, IV e V; nel caso dei bambini di I e di II classe la somministrazione è avvenuta suddividendo il gruppo in due parti per meglio seguire lo svolgersi della prova ed eventualmente supportare i bambini che avessero difficoltà di lettura. Il supporto offerto ad alcuni dei bambini di II che presentavano difficoltà nella lettura e con tutti i bambini di prima, era quello di leggere loro gli item, per evitare che i risultati della prova potessero essere inficiati da scarse abilità di lettura da parte dei soggetti esaminati.

Per evitare che i bambini si copiassero tra loro compromettendo i risultati della somministrazione, sono state realizzate due diverse versioni dello strumento.

Prima della somministrazione veniva comunicato ai bambini che avrebbero compilato una serie di schede anonime che servivano alla dottoranda per capire quali fossero le idee sulla Terra ed il Sole che i bambini come loro potevano avere: per questo veniva sottolineato più volte che lo scopo della ricerca era proprio di sapere quello che ognuno di loro pensava e che ognuno poteva scrivere e disegnare liberamente le proprie idee.

La compilazione della prova ha richiesto un minimo di 40 minuti nel caso dei bambini più grandi (classi V), ed un massimo di 70 minuti nel caso di quelli più piccoli (classi I).

3.2.4 *Codifica*

Gli item che sollecitavano l'esecuzione di un disegno o la scelta tra immagini sono stati codificati utilizzando cinque schemi di codifica: uno per la forma e la gravità della Terra, tre per il ciclo dì-notte e due per le stagioni. Tali schemi sono stati costruiti sulla base della letteratura citata o creati ad hoc sulla base delle risposte fornite dai bambini in studi precedenti tesi a mettere a punto lo strumento (Perucchini e Ronchi, 2006; 2007; 2008°; 2008b).

Gli item a scelta multipla di frasi sono stati codificati in maniera dicotomica, attribuendo valore 1 ad ogni risposta corretta e 0 ad ogni risposta errata. Da un punto di vista qualitativo, si è comunque tenuto conto delle risposte contenenti misconcezioni fornite dai bambini di età diverse.

La codifica è avvenuta in maniera indipendente per ciascun item mediante l'assegnazione di un punteggio in relazione al livello concettuale espresso, lungo scale ordinali che vanno da visioni intuitive alla visione scientifica.

a. La forma e la gravità della Terra

Lo schema di codifica utilizzato per valutare la comprensione relativa alla forma e alla gravità della Terra (Tabella 8) è stato costruito a partire da quello inizialmente creato da

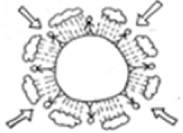
Nussbaum e Novak (1976), successivamente ampliato da Mayer (1983), Baxter (1989), Vosniadou e Brewer (1992; 1994), e Lanciano (1996).

Lo schema adottato per la Terra è stato utilizzato per i seguenti item: item 1 (*Disegna la Terra come pensi che sia. Poi aggiungi 10 persone alla Terra*); item 3 (*Piove su tutta la Terra. Disegna la Terra con le nuvole e la pioggia*); item 13 (*Secondo te, che forma ha la Terra? Metti una X sul disegno che pensi sia giusto*) ed item 15 (*Dove va a finire la palla se un gigante gli dà un calcio? Metti una X sul disegno che pensi sia giusto*).

Tale schema è costituito da 8 livelli concettuali (Tabella 8):

- il *livello 1* indica una concezione intuitiva di Terra, piatta e geograficamente limitata alla porzione di essa percepibile dall'individuo attraverso i sensi;
- il *livello 2* mostra una terra ancora sostanzialmente piatta, al quale è stata comunque attribuita una certa "rotondità" ai bordi dal disegno, rappresentandola come un disco. Questo livello, secondo Vosniadou e Brewer (1992), rappresenta il primo tentativo dell'individuo di far confluire in un unico modello mentale due visioni tra loro contrastanti: quella della terra così come gli appare alla vista (piatta) e quella della terra così come viene definita dalla scienza (sferica);
- il *livello 3* è stato assegnato quando nei disegni esaminati comparivano due Terre: una, piatta, dove erano poste le persone, le nuvole e la pioggia; l'altra ,sferica, nello spazio;
- al *livello 4* la Terra è raffigurata come una sfera cava, all'interno della quale si trovano le persone e le nuvole con la pioggia che cade;
- al *livello 5* la Terra viene rappresentata come una sfera solida e dotata di volume, anche se essa è abitata solo nella sua parte alta (rispetto all'orientamento del foglio);
- al *livello 6* le persone, le nuvole e la pioggia vengono disegnate su tutta la sfera ed orientate secondo coordinate spaziali nord-sud assolute: in altri termini, rispetto al foglio, tutte le teste degli omini sono orientate verso l'alto del foglio e tutti i loro piedi verso il basso. Mayer (1983) ha definito tale nozione di Terra come "geograficamente sferica, nel senso che – come in un mappamondo – la sua forma è sferica ma le cose cadono sempre "dall'alto verso il basso (p. 157) ";
- il *livello 7* è stato attribuito a quei disegni nei quali le persone, le nuvole e la pioggia sono orientate secondo direzioni nord-sud discordanti. In questi disegni gli omini che si trovano nell'emisfero settentrionale sono orientati correttamente, mentre quelli posti nell'emisfero meridionale vengono orientati secondo direzioni diverse e a volte contraddittorie;
- il *livello 8* rappresenta l'acquisizione della nozione scientifica di terra come corpo celeste, nel quale le concezioni relative alla forma e alla gravità si integrano in un'unica rappresentazione di pianeta fisicamente sferico, riprendendo l'interpretazione fornita da Mayer (1983), con le persone (e la pioggia) orientate verso il centro della sfera.

Tabella 2: Lo schema di codifica utilizzato per la codifica dei disegni e degli item a scelta multipla relativi alla forma e gravità della Terra.

LIVELLO	DESCRIZIONE	DISEGNO / SCELTA MULTIPLA DI IMMAGINI
1	Terra piatta	
2	Terra a forma di disco piatto	
3	Terra doppia. Le persone vivono/piove su quella piatta, quella sferica è nello spazio	
4	Terra sferica. Le persone vivono/piove solo dentro la sfera (sfera cava)	
5	Terra sferica. Le persone vivono/piove solo sulla parte alta della sfera	
6	Terra sferica. Le persone vivono/piove su tutta la sfera secondo coordinate spaziali nord-sud assolute	
7	Terra sferica. Le persone vivono/piove su tutta la sfera secondo coordinate spaziali nord-sud discordanti o incoerenti	
8	Terra sferica. Le persone/la pioggia sono su tutta la sfera e sono orientate secondo la forza di gravità	

b. Il ciclo dì-notte

Lo schema utilizzato per codificare gli item relativi alla comprensione del ciclo dì-notte (Tabella 9) scaturisce da quelli messi a punto da Baxter (1989), Vosniadou e Brewer (1994) e Lanciano (1996), è costituito da 10 livelli ed è stato utilizzato per la codifica dei seguenti item: l'item 2 (*Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo? Disegna dove si trova il Sole durante la notte. Spiega il tuo disegno*), l'item 8 (*Disegna il Sole e la Terra nello spazio, quando da noi è giorno/è notte. Indica sulla Terra il luogo dove abitiamo noi*) e l'item 16 (*Perché da noi diventa notte? Metti una X sul disegno che pensi sia giusto*).

Tale schema (Tabella 9) è costituito da 10 livelli:

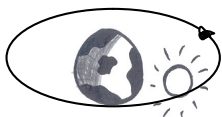
- al *livello 1* vi sono quei disegni che rappresentano concezioni animistiche o precausali. In alcuni casi si tratta di disegni che raffigurano il Sole con gli occhi chiusi, o mentre sbadiglia, o ancora che di notte “va a dormire”. In altri casi i bambini semplicemente raffigurano nel cielo la Luna, puntualizzando una sorta di alternanza o sostituzione dei due astri non accompagnata da una spiegazione causale su come avvenga una simile “sostituzione” nel cielo.
- al *livello 2*, che corrisponde alla categoria 1 di Vosniadou e Brewer (1994), vi sono quei disegni nei quali il Sole di notte non illumina perché occultato dalle nubi o dalla Luna, che impedisce al Sole di brillare, provocando il calare del buio sulla Terra;
- al *livello 3* al Sole viene attribuito un movimento di tipo verticale (o obliquo) rispetto al terreno: di notte si allontana dalla Terra (va o torna nello spazio, tra i pianeti) e di giorno ritorna, avvicinandosi nuovamente ad essa. In alcuni casi tale movimento è rappresentato in alternanza con quello della Luna, e l'attribuzione dello stesso movimento ai due corpi celesti, operazione cognitivamente più economica dell'attribuire a ciascuno di essi un moto differente, rappresenta secondo Vosniadou e Brewer (1994) una delle prove a favore del fatto che si tratti di modelli mentali simili a teorie;
- il *livello 4* è rappresentato da quei disegni che raffigurano un paesaggio con il Sole che si sposta verso il basso del cielo, fino a nascondendosi, durante la notte, dietro alle montagne o nel mare;
- al *livello 5* vi sono i disegni nei quali il Sole di notte si trova sotto la Terra, rappresentata come un pianeta sferico. Disegni di questo tipo mostrano una visione del ciclo dì-notte in termini di uno spostamento lineare verticale del Sole dall'alto (durante il giorno) al basso della Terra (durante la notte);
- nei disegni appartenenti al *livello 6*, il movimento attribuito al Sole assume la forma e la continuità di una linea circolare chiusa: il Sole e la Luna girano attorno alla Terra e si trovano agli antipodi, così quando da noi è notte e c'è la Luna, esattamente dall'altra parte del mondo è giorno e c'è il Sole;
- al *livello 7* il Sole di notte è andato ad illuminare un'altra parte del mondo (non verso il basso). La Luna non compare nei disegni. La causa del ciclo dì-notte è

pertanto individuata nel moto di rivoluzione del Sole attorno alla Terra, percepita ancora come immobile;

- dal *livello 8* in poi i disegni rappresentano l'avvenuto contatto con il modello copernicano veicolato dall'istruzione scolastica: anche se a questo livello l'individuo ha compreso che il ciclo dì-notte è dovuto al movimento della Terra e non a quello del Sole, i modi in cui rappresenta tale movimento sono tutt'altro che scontati. Ad esempio, nei disegni appartenenti a questo livello è il moto di rivoluzione della Terra attorno al Sole ad essere ritenuto la causa del ciclo dì-notte;
- al *livello 9*, nei disegni appare invece una Terra in rotazione sul proprio asse, e, alle estremità opposte il Sole e la Luna: a questo livello la causa del ciclo dì-notte viene individuata nella rotazione della Terra, che mostra alternativamente una faccia al Sole e l'altra alla Luna, entrambi rappresentati come immobili;
- al *livello 10* appartengono invece quei disegni nei quali è raffigurata la visione scientifica accreditata di una Terra in rotazione sul proprio asse e di un Sole fisso che ne illumina solo una parte.

Tabella 3: Lo schema di codifica utilizzato per la codifica dei disegni e degli item a scelta multipla di immagini relativi al ciclo dì-notte basati su un sistema di riferimento esterno alla Terra.

LIVELLO	DESCRIZIONE	DISEGNO/ SCELTA MULTIPLA DI IMMAGINI
1	Il Sole di notte va a dormire. Di giorno c'è il Sole, di notte c'è la Luna (spiegazioni animistiche/precausali)	
2	Il Sole di notte resta nel cielo ma è coperto (da nuvole, dalla Luna, dal buio, ecc.)	
3	Il Sole di notte si allontana dalla Terra (va nello spazio) e la Luna si avvicina	
4	Il Sole di notte va dietro alle montagne o nel mare	
5	Il Sole di notte va verso il basso della Terra	

6	Il Sole gira attorno alla Terra: da una parte c'è il Sole e dalla parte opposta c'è la luna	
7	Il Sole di notte va ad illuminare l'altra parte del mondo	
8	Il Sole è fisso e la terra gira intorno sole (la rivoluzione della Terra provoca il ciclo d/n)	
9	La Terra ruota su se stessa, mentre il Sole e la Luna sono fissi alle estremità opposte	
10	La Terra ruota su se stessa ed il Sole è fisso	

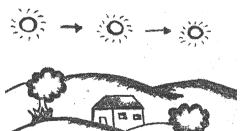
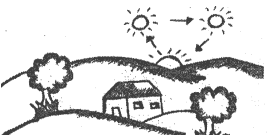
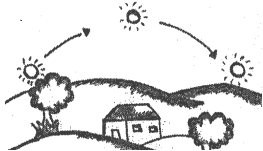
Lo schema di codifica relativo al percorso diurno osservabile del Sole sull'orizzonte (Tabella 10), utilizzato per la codifica dell'item 5 (*Disegna il Sole al mattino, a mezzogiorno e al pomeriggio*), scaturisce dalle concezioni raccolte in lavori precedenti tra i bambini di scuola primaria (Perucchini, Ronchi, 2006; 2007; 2008).

Ispirato alle concezioni individuate da Vosniadou e Brewer (1994) e da Lanciano (1996), tale schema è suddiviso in 5 livelli concettuali:

- al *livello 1* il Sole è rappresentato nello stesso punto del cielo nei diversi momenti della giornata. L'attribuzione al Sole del carattere della fissità, tipica di una visione copernicana che spesso caratterizza l'istruzione scolastica di base, si presenta, a questo livello, come negazione acritica, da parte del soggetto, di ogni evidenza legata ad esperienze di osservazione di tale spostamento nel cielo;
- al *livello 2* (corrispondente alla concezione 1 individuata da Lanciano, 1996) al Sole viene attribuito un movimento rettilineo di avvicinamento- allontanamento dalla Terra, con direzione perpendicolare od obliqua rispetto al piano dell'orizzonte;
- al *livello 3*, il movimento attribuito al Sole durante il giorno è orizzontale e parallelo rispetto al terreno: lo spostamento avviene da un lato all'altro del cielo;

- il *livello 4* rappresenta quei disegni nei quali il Sole durante il giorno si muove secondo una traiettoria irregolare: può ad esempio spostarsi in orizzontale e poi allontanarsi dalla Terra, o sorgere e spostarsi in orizzontale per poi tramontare nel punto esatto in cui era sorto;
- al *livello 5* (corrispondente alla concezione 2 di Lanciano, 1996) appartengono quei disegni nei quali lo spostamento diurno del Sole nel cielo, così come appare agli occhi di un osservatore posto sulla superficie terrestre, assume la forma di un arco.

Tabella 4: Lo schema di codifica utilizzato per la codifica dei disegni relativi al ciclo di-notte basati su un sistema di riferimento terrestre.

LIVELLO	DESCRIZIONE	DISEGNO/ SCELTA MULTIPLA DI IMMAGINI
1	Il Sole durante il giorno sta fermo nel cielo	
2	Il Sole durante il giorno compie un movimento perpendicolare/obliquo rispetto all'orizzonte	
3	Il Sole durante il giorno compie un movimento parallelo rispetto all'orizzonte	
4	Il Sole durante il giorno compie un movimento irregolare sia perpendicolare/obliquo che parallelo all'orizzonte	
5	Il Sole durante il giorno compie un movimento ad arco sopra l'orizzonte	

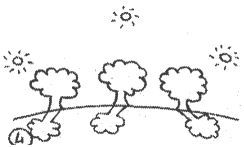
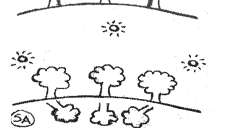
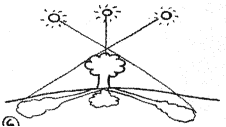
La comprensione della relazione tra luce del Sole e ombre sul terreno (Tabella 11), è stata codificata sulla base di uno schema creato ad hoc a partire dai disegni raccolti in studi

precedenti (Perucchini e Ronchi, 2006; 2007), mancando in letteratura schemi di codifica su tale concezione.

Questo schema, utilizzato per codificare l'item 10 (*Disegna l'ombra ad ogni albero*) e l'item 11 (*Osserva l'ombra nei disegni. Metti una X solo sull'ombra che ti sembra giusta*), si compone di 6 livelli:

- al *livello 1* i disegni presentano l'ombra come qualcosa che riveste completamente il corpo, oppure come un'entità a sé stante, una sorta cioè di “copia solida” e tridimensionale del corpo cui si riferisce, poggiata su un lato del terreno: in entrambi i casi l'ombra viene disegnata sempre nella stessa posizione, nonostante il variare della posizione del Sole nel cielo;
- il *livello 2* presenta una visione di ombra come proiezione sul terreno, alla quale però non viene attribuito alcuno spostamento;
- al *livello 3* l'ombra viene rappresentata come qualcosa che avvolge il corpo solo in parte e che varia nei tre disegni, oppure come un'entità alla quale viene attribuito un certo spostamento: in entrambi i casi tale spostamento risulta tuttavia del tutto arbitrario rispetto al percorso del Sole nel cielo;
- il *livello 4* rappresenta quei disegni nei quali l'ombra viene considerata come una proiezione sul terreno alla quale viene attribuito uno spostamento non in relazione a quello compiuto dal Sole sull'orizzonte;
- al *livello 5* l'ombra è rappresentata come qualcosa che avvolge il corpo solo in parte, ed è situata dalla parte opposta rispetto alla posizione del Sole, oppure come un'entità a sé stante alla quale viene attribuito uno spostamento compatibile con quello osservabile del Sole;
- al *livello 6* l'ombra viene rappresentata come una proiezione sul terreno ed il movimento ad essa assegnato risulta coerente con la comprensione della relazione luce-ombra.

Tabella 5. Lo schema di codifica utilizzato per la codifica dei disegni e degli item a scelta multipla di immagini relativi al ciclo di-notte basati su un sistema di riferimento terrestre.

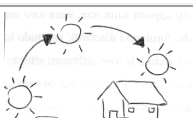
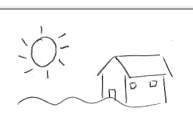
LIVELLO	DESCRIZIONE	DISEGNO/ SCELTA MULTIPLA DI IMMAGINI
1	L'ombra avvolge il corpo (a) oppure è un'entità a sé stante (b) ed è ferma	a)  b) 
2	L'ombra è una proiezione sul terreno ed è ferma	
3	L'ombra avvolge il corpo (a) oppure è un'entità a sé stante (b) e si sposta, ma <i>non</i> in relazione allo spostamento del Sole	a)  b) 
4	L'ombra è una proiezione sul terreno e si sposta, ma <i>non</i> in relazione allo spostamento del Sole	
5	L'ombra avvolge il corpo (a) oppure è un'entità a sé stante (b) e si sposta in relazione allo spostamento del Sole	a)  b) 
6	L'ombra è una proiezione sul terreno e si sposta in relazione allo spostamento del Sole	

c. Il ciclo delle stagioni

Le concezioni relative all'alternanza delle stagioni sono state codificate mediante due schemi costruiti ad hoc sulla base di quanto emerso in uno precedente lavoro condotto dalla scrivente e descritto nel Capitolo 5 ,riguardante le concezioni di bambini di IV classe di scuola primaria circa le stagioni (Ronchi, 2008), tenendo conto delle concezioni individuate da Lanciano (1996). Il primo di tali schemi si basa su un sistema di riferimento terrestre ed indaga le concezioni dei bambini circa i cambiamenti che è possibile osservare nel percorso annuale del Sole sull'orizzonte locale, ed è servito per la codifica dell'item 17 (Tabella 12). Tale schema, utilizzato per la codifica dell'item 17 (*Disegna il Sole a mezzogiorno ed il suo percorso nel cielo in inverno/in estate*) è costituito da 6 livelli concettuali (Tabella 12):

- il *livello 1* comprende quei disegni nei quali non emerge alcuna differenza tra il percorso estivo ed invernale del Sole sull'orizzonte;
- al *livello 2* non emergono differenze nel percorso compiuto dal Sole, anche se si osserva che raggi solari in estate sono vistosamente più lunghi e/o fitti rispetto a quelli invernali, che risultano assai più corti e/o radi;
- al *livello 3* nel disegno riguardante l'inverno il Sole appare coperto da nubi;
- al *livello 4* le variazioni stagionali sono rappresentate nel disegno da modificazioni nella direzione del percorso diurno del Sole: d'estate il Sole compie un percorso in un verso (ad esempio da est ad ovest) e d'inverno nel senso contrario (da ovest verso est);
- al *livello 5* il Sole d'estate viene rappresentato più basso rispetto all'orizzonte, mentre d'inverno più in alto;
- il *livello 6* mostra l'avvenuta comprensione delle modificazioni che hanno luogo nel percorso diurno del Sole durante l'anno, e comprende tutti quei disegni nei quali il Sole in inverno viene rappresentato più basso sull'orizzonte, e d'estate più alto sull'orizzonte.

Tabella 6: Lo schema di codifica utilizzato per la codifica dei disegni relativi al ciclo delle stagioni: le modificazioni nel percorso osservabile del Sole durante l'anno

LIVELLO	DESCRIZIONE	DISEGNI	
		inverno	estate
1	Non ci sono differenze tra estate e inverno		
2	In inverno i raggi del Sole sono più deboli		
3	In inverno il Sole è coperto dalle nuvole		
4	In inverno il percorso del Sole cambia direzione		
5	In inverno il Sole è più alto nel cielo		
6	In inverno il Sole è più basso nel cielo		

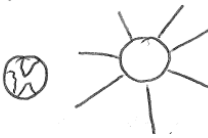
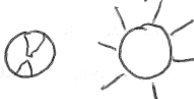
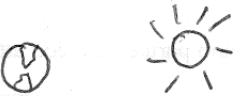
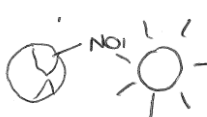
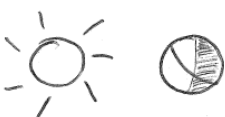
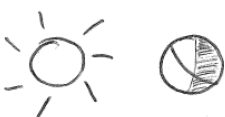
Il secondo schema di codifica utilizzato per le stagioni è costituito da 8 livelli e riguarda i movimenti e le posizioni relative di Terra e Sole nei periodi dell'anno in cui nel nostro emisfero è estate o inverno (Tabella 13). Tale schema, che scaturisce dalle concezioni emerse in una ricerca precedente sulle concezioni di stagioni nei bambini di scuola primaria, descritta al Capitolo 5, è stato impiegato per la codifica dell'item 20 (*Disegna il Sole e la Terra come pensi che siano nello spazio, quando da noi è estate/ è inverno. Indica sulla Terra il luogo dove siamo noi*) e dell'item 22 (*In inverno dove abitiamo noi fa freddo, perché ...*). I livelli individuati sono:

- il livello 1, al quale appartengono quei disegni in cui non emerge alcuna differenza tra i due disegni (quello relativo all'estate e quello relativo all'inverno) e le

spiegazioni fornite: a volte i disegni di questo tipo sono accompagnati da spiegazioni di tipo precausale, del tipo “d’inverno fa freddo e d’estate fa caldo”;

- al *livello 2* si trovano quei disegni nei quali d’estate il Sole è notevolmente più grande rispetto all’inverno, come viene anche indicato dalla spiegazione fornita;
- il *livello 3* è caratterizzato da quei disegni che rappresentano i raggi del Sole molto più fitti, spessi e/o lunghi in estate e molto più sottili, corti e radi in inverno;
- il *livello 4* comprende quei disegni che raffigurano il Sole coperto dalle nuvole durante l’inverno, come risulta dalla spiegazione fornita;
- al *livello 5* i disegni e le spiegazioni mostrano spiegazioni fondate sul movimento di avvicinamento tra Sole e Terra durante l’estate e del loro allontanamento durante l’inverno;
- al *livello 6* il Sole d’estate viene disegnato in prossimità della zona della Terra nella quale viviamo, e d’inverno dall’altra parte del mondo: in tali disegni viene utilizzata erroneamente dai bambini una spiegazione intuitiva tipica del ciclo dì-notte per descrivere il fenomeno dell’alternanza delle stagioni;
- al *livello 7* il Sole d’estate si trova vicino alla parte della Terra nella quale ci troviamo, e d’inverno si trova dall’altra parte perché il nostro pianeta, nel frattempo, ha ruotato su se stesso: in altri termini a questo livello il soggetto confonde la spiegazione scientifica da adottare, scegliendone una sì corretta dal punto di vista scientifico (in effetti la Terra ruota sul proprio asse), ma inadatta a spiegare la causa del ciclo delle stagioni;
- il *livello 8* comprende i disegni nei quali la Terra compie un moto di rivoluzione intorno al Sole: d’inverno si trova nel punto più lontano dal Sole e durante l’estate nel punto più vicino;
- al *livello 9*, che rappresenta la concezione scientifica, è l’inclinazione della Terra ad essere riconosciuta come causa dell’alternanza delle stagioni.

Tabella 7. Schema utilizzato per la codifica degli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini sul ciclo delle stagioni da un sistema di riferimento esterno alla Terra.

LIVELLO	DESCRIZIONE	DISEGNO / SCELTA MULTIPLA DI IMMAGINI	
		inverno	estate
1	Non ci sono differenze tra estate e inverno	<i>No differenze</i>	
			
2	D'estate il Sole è più grande	<i>Differenze legate a modificazioni del Sole</i>	
			
3	I raggi del Sole sono più potenti d'estate e meno potenti d'inverno		
			
4	D'inverno fa freddo perché il Sole è coperto dalle nubi	<i>Differenze legate a variazioni distanza Sole-Terra</i>	
			
5	Il Sole d'estate si avvicina alla Terra/la Terra d'estate si avvicina al Sole e d'inverno si allontana	<i>Differenze dovute ai moti della Terra</i>	
			
6	La Terra in estate si trova in un'altra posizione (a destra o a sinistra)/ è più vicina al Sole mentre gli gira intorno (confusione con ciclo di-notte)	<i>Differenze causate dall'inclinazione della Terra</i>	
			
7	Il Sole d'estate illumina la zona della Terra dove siamo noi, e d'inverno illumina dall'altra parte (confusione con ciclo di-notte)	<i>Differenze causate dall'inclinazione della Terra</i>	
			
8	A causa dell'inclinazione terrestre, in estate i raggi del Sole colpiscono di più l'emisfero Nord, mentre in inverno l'emisfero Sud	<i>Differenze causate dall'inclinazione della Terra</i>	
			

3.3 Risultati

3.3.1 Obiettivo 1:Descrizione e caratteristiche dello strumento

Lo strumento utilizzato è costituito da 22 item, 8 a risposta aperta che chiedono al soggetto di eseguire un disegno: in 3 di questi item (2, 8 e 20), il disegno è accompagnato da una breve didascalia scritta, al fine di attenuare la soggettività nell'interpretazione dei disegni da parte della dottoranda. Nel caso dell'item 2, la didascalia viene introdotta dalla frase "spiega il tuo disegno"; nel caso degli item 8 e 20 viene preceduta dalle seguenti domande: "I disegni che hai appena fatto sono uguali o diversi?...spiega in che cosa sono uguali o diversi". Sono presenti anche 5 item a scelta multipla di immagini, 3 dei quali (11, 16 e 22) creati ad hoc dalla dottoranda sulla base della letteratura citata, mentre gli altri (13 e 15) tratti da Straatemeier (et al., 2008) e parzialmente rielaborati attraverso l'aggiunta di didascalie alle immagini elaborate da questi autori.

I 6 item dedicati alla Terra sono stati codificati utilizzando scale diverse: i 2 item a risposta aperta sono stati codificati mediante una scala con valori compresi tra 1 e 8; i 2 item a scelta multipla di immagini sono stati codificati mediante scale con valori compresi da 1 a 5; i 2 item a scelta multipla di frasi sono stati codificati in maniera dicotomica, attribuendo cioè punteggio 0 ad ogni risposta errata ed 1 ad ogni risposta scientificamente corretta.

Gli 8 item dedicati al ciclo dì- notte sono stati codificati nel modo seguente: per quanto concerne quelli a risposta aperta, i 2 item sul ciclo dì-notte basati una prospettiva esterna alla Terra sono stati codificati attraverso una scala con valori che vanno da 1 a 10, mentre l'item relativo al percorso diurno del Sole e quello riguardante lo spostamento delle ombre sul terreno sono stati codificati mediante due scale con valori che vanno, rispettivamente, da 1 a 5 e da 1 a 6. In riferimento ai 2 item a scelta multipla di immagini, quello fondato su una prospettiva esterna alla Terra è stato codificato mediante una scala che ha valori compresi tra 1 e 5, mentre quello relativo allo spostamento delle ombre, per mezzo di una scala a 4 livelli. Similmente a quanto descritto per gli item sulla Terra, anche in questo caso, i 2 item a scelta multipla di frasi sono stati codificati in maniera dicotomica.

Infine, i 6 item relativi al ciclo delle stagioni sono stati così codificati: i 2 item a risposta aperta, uno basato su un sistema di riferimento terrestre e l'altro su uno esterno alla Terra, sono stati codificati utilizzando scale aventi valori che vanno, rispettivamente, da 1 a 6 e da 1 a 9. L'item a scelta multipla di immagini è stato codificato mediante una scala con valori da 1 a 5, mentre i 4 item a scelta multipla di frasi sono stati codificati in modo dicotomico, analogamente a quanto precedentemente descritto per gli item dello stesso tipo.

Per indagare le proprietà psicometriche dello strumento, sono state condotte analisi statistiche di tipo descrittivo sugli 8 item a risposta aperta ed i 5 a scelta multipla di immagini (Tabella 14).

Tabella 84: Statistiche descrittive relative agli item a risposta aperta e a scelta di immagini

ITEM		N	MIN	MAX	MODE	ME	MEAN	QUART 3°- 1°	STD. DEV.
1	DIS terra e uomini	173	1	8	6	6,00	5,14	1	2,126
3	DIS terra e pioggia	191	1	8	5	5,00	4,58	4	2,356
13	SMI forma Terra	196	1	5	5	5	4,62	0	,945
15	SMI gigante palla	199	1	5	5	4	3,56	3	1,416
2	DIS Sole di notte	181	1	10	5	5,00	5,01	2	2,209
8	DIS d/n spazio	163	1	10	1	5,00	4,42	6	2,701
16	SMI perché notte	193	1	5	3	3	3,36	2	1,344
5	DIS Sole percorso diurno	201	1	5	5	4,00	3,60	2	1,234
10	DIS ombra albero	186	1	6	3	5,50	5,27	5	2,777
11	SMI ombra casetta	192	1	4	4	4	3,20	2	1,094
17	DIS Sole percorso annuale	177	1	6	1	3,00	3,23	4	1,897
22	SMI fa freddo perché	195	1	5	4	3	2,98	2	1,199
20	DIS stagioni dallo spazio	171	1	9	5	5,00	3,82	5	2,281

Dall'esame dei risultati delle analisi descrittive sull'intero campione si può notare come gli indicatori di tendenza centrale risultino sufficientemente centrati rispetto agli estremi

delle scale, ad eccezione di due item a scelta multipla di immagini (SMI forma terra; SMI ombra casetta) che presentano mediane piuttosto elevate e, nel caso dell'item relativo alla terra, intervalli interquartilici non differenziati.

Per ogni item sono state inoltre calcolate le distribuzioni di frequenza percentuale (Tabelle da 15 a 25), che mostrano come generalmente le scale non presentino concentrazioni eccessive su un singolo valore.

Vi sono tuttavia tre item che presentano valori con concentrazioni superiori al 50%: l'item 1 (Terra e uomini), che presenta al livello 6 una frequenza del 57% (Tabella 15); l'item 13 (forma Terra), che presenta al livello 8 una concentrazione dell'83% (Tabella 16); l'item 11 (ombra casetta), che presenta al livello 9 una frequenza del 63% (Tabella 22).

Tenendo conto di tali limitate tendenze all'esame degli indici di dispersione e delle distribuzioni di frequenza emerse dall'intero campione, si può ritenere che tale strumento abbia una sufficiente capacità di discriminazione.

Tabella 15: Distribuzioni di frequenza (percentuale e numero bambini) nella scala utilizzata per i due item a risposta aperta sulla Terra.

LIVELLI	DESCRIZIONE	item 1 (Terra e uomini)		item 3 (Terra e pioggia)	
		%	frequenza	%	frequenza
1	Terra piatta	18	31	25	47
2	Terra disco	1	1	0	1
3	Terra doppia	2	4	2	4
4	sfera cava	1	2	4	8
5	abitata solo sopra	6	10	34	65
6	coordinate spaziali assolute	57	99	17	32
7	coordinate spaziali discordanti	9	15	4	7
8	forza di gravità	6	11	14	27

Tabella 16: Distribuzioni di frequenza (percentuale e numero bambini) relativa all'item a scelta multipla di immagini sulla forma della Terra.

LIVELLI	DESCRIZIONE	item 13 (formaTerra)	
		%	frequenza
1	Terra a disco	2	4
2	Terra doppia	5,5	11
3	Terra come sfera cava	3,5	7
4	Terra abitata solo sopra	6	12
5	Terra sferica	83	162

Tabella 17: Distribuzioni di frequenza (percentuale e numero bambini) relativa all'item a scelta multipla di immagini sulla gravità terrestre.

LIVELLI	DESCRIZIONE	item 15 (gravità Terra)	
		%	frequenza
1	Terra disco	8,5	17
2	sfera cava	26	51
3	abitata solo sopra	3,5	7
4	coordinate spaz. assolute	26	52
5	attrazione gravitazionale	36	72

Tabella 18: Distribuzioni di frequenza (percentuale e numero bambini) nella scala utilizzata per i due item a risposta aperta sul ciclo dì-notte (sistema di riferimento esterno alla Terra).

LIVELLI	DESCRIZIONE	item 2 (Sole di notte)		item 3 (dì/notte da spazio)	
		%	frequenza	%	frequenza
1	spiegaz. animistiche/precausali	2	3	26	43
2	è coperto	16	29	5	8
3	si allontana/va nello spazio	6	11	8	13
4	va dietro a montagne/ nel mare	18	33	4	7
5	va verso il basso	20	36	24	39

6	Sole in opposizione alla Luna	14	25	5	8
7	Sole va dall'altra parte del mondo	15	20	17	27
8	Terra gira intorno Sole	0	0	4	7
9	la Terra ruota: Sole luna fissi	3	5	3	4
10	la Terra ruota: Sole fisso	6	11	4	7

Tabella 19: Distribuzioni di frequenza (percentuale e numero bambini) relativa all'item a scelta multipla di immagini sul ciclo di-notte (sistema di riferimento esterno alla Terra).

LIVELLI	DESCRIZIONE	item 16 (perché diventa notte)	
		%	frequenza
1	è coperto	15	29
2	va dietro a montagne/ nel mare	8	15
3	Sole va dall'altra parte del mondo	29	55
4	Terra gira intorno Sole (rivoluzione)	23	45
5	la Terra ruota e il Sole è fisso	25	49

Tabella 20: Distribuzioni di frequenza (percentuale e numero bambini) relativa all'item a risposta aperta sul percorso diurno del Sole (ciclo di- notte - sistema di riferimento terrestre).

LIVELLI	DESCRIZIONE	item 5 (percorso diurno Sole)	
		%	frequenza
1	sta fermo nel cielo	4	7
2	si sposta in verticale/obliquo	18	37
3	si sposta in orizzontale	28	56
4	spostamento irregolare	15	31
5	spostamento ad arco	35	70

Tabella 21: Distribuzioni di frequenza (percentuale e numero bambini) relativa all'item a risposta aperta sullo spostamento delle ombre (ciclo di- notte - sistema di riferimento terrestre).

LIVELLI	DESCRIZIONE	item 10 (ombra albero)	
		%	frequenze
1	ferma - avvolge il corpo / entità a sé stante	19	36
2	ferma - proiezione sul terreno	24	45
3	si sposta no relaz. con sole – avvolge il corpo / entità	7	12
4	si sposta no relaz. con sole – proiezione	7	13
5	si sposta in relazione al sole – avvolge il corpo / entità	19	35
6	si sposta in relazione al sole - proiezione	24	45

Tabella 22: Distribuzioni di frequenza (percentuale e numero bambini) relativa all'item a scelta multipla di immagini sullo spostamento delle ombre (ciclo di- notte - sistema di riferimento terrestre).

LIVELLI	DESCRIZIONE	item 11 (ombra casetta)	
		%	frequenze
1	avvolge il corpo	9,5	18
2	proiezione – posizionata non in relazione al Sole	23,5	45
3	entità – in relazione alla posizione del Sole	5	10
4	proiezione – in relazione alla posizione del Sole	62	119

Tabella 23: Distribuzioni di frequenza (percentuale e numero bambini) relativa all'item a risposta aperta sul percorso annuale del Sole (ciclo stagioni - sistema di riferimento terrestre).

LIVELLI	DESCRIZIONE	item 17 (percorso annuale Sole)	
		%	frequenze
1	nessuna differenza	30	53
2	in inverno raggi più deboli	10	17
3	in inverno le nuvole coprono il sole	20	36
4	in inverno il percorso cambia direzione	6	10
5	in inverno il sole è più alto nel cielo	16	29
6	in inverno il sole è più basso nel cielo	18	32

Tabella 24: Distribuzioni di frequenza (percentuale e numero bambini) relativa all'item a risposta aperta sul ciclo delle stagioni (sistema di riferimento esterno alla Terra).

LIVELLI	DESCRIZIONE	item 20 (stagioni dallo spazio)	
		%	frequenze
1	nessuna differenza/spiegazioni precausali	29	50
2	in estate il sole è più grande	6	10
3	in estate i raggi sono più potenti	8	14
4	in inverno le nuvole coprono il sole	6	11
5	in estate il Sole e la Terra sono più vicini	30	51
6	in inverno il Sole è dall'altra parte*	8	14
7	in inverno la Terra ha ruotato*	7	12
8	la Terra è in un punto dell'orbita distante dal Sole	4	6
9	la Terra è inclinata	2	3

*confusione con il ciclo dì-notte.

Tabella 25: Distribuzioni di frequenza (percentuale e numero bambini) relativa all'item a scelta multipla di immagini sul ciclo delle stagioni (sistema di riferimento esterno alla Terra).

LIVELLI	DESCRIZIONE	item 22 (da noi fa freddo perché)	
		%	frequenze
1	d'inverno i raggi sono meno potenti	15	29
2	in inverno le nuvole coprono il Sole	21	41
3	in inverno la Terra ha ruotato	21	42
4	la Terra è in un punto dell'orbita distante dal Sole	36	70
5	la Terra è inclinata	7	13

3.3.2 Obiettivo 2: Rilevazione delle concezioni dei bambini a diverse età

I dati ottenuti dalla somministrazione sono stati esaminati sia da un punto di vista descrittivo, analizzando la frequenza percentuale dei livelli concettuali espressi dai bambini a seguito di ciascun item nelle diverse classi di età.

Per confrontare i gruppi sono stati considerati i livelli concettuali di ciascun item come punteggi, e sono state condotte analisi statistiche per individuare eventuali differenze tra le concezioni espresse da bambini di classi diverse.

a. La forma e la gravità della Terra

L'analisi della distribuzione delle frequenze percentuali circa la forma e la gravità della Terra emerse a seguito dell'*item 1* (Terra e uomini), rivela una sostanziale omogeneità tra i gruppi esaminati (Tabella 26).

Le concezioni di Terra più frequenti sono: il livello 1 (Terra piatta e limitata a ciò che vedo), presente nel 18% del campione, ed il livello 6 (Terra sferica con coordinate spaziali assolute), presente nel 57% del campione, che risulta essere quello maggiormente diffuso tra i bambini. Questo livello, se da un lato denota l'avvenuta acquisizione del modello sferico di Terra, dall'altro mostra il perdurare di visioni intuitive di gravità che permangono anche nei bambini più grandi.

Sono stati anche individuati alcuni disegni che rappresentano la Terra come una sfera cava, come Terra doppia e come Terra a forma di disco piatto, rispettivamente nell'1%, nel 2% e nell'1% del campione.

Solo il 6% dei bambini indagati, disegna correttamente la Terra e la forza di gravità orientando le persone verso il centro della sfera: ciò potrebbe essere dovuto a scarse capacità di tipo grafico, come mettono in evidenza Nobes e collaboratori (2003), o al possesso di concezioni errate riguardo l'attrazione gravitazionale terrestre, che in questo caso emergerebbero dall'esame degli altri item che non implicano il disegno.

In questo item il 79% dei bambini rappresenta la Terra come un pianeta sferico, è ciò conferma solo in parte gli studi di Vosniadou e Brewer (1992; 1994), i quali avevano fissato ad una età compresa tra gli 8 ed i 10 anni l'acquisizione del modello scientifico circa la forma. La considerevole persistenza, anche a livello dei bambini più grandi, di concezioni intuitive circa la gravità (85% del campione) porta invece ad ipotizzare che la nozione scientifica relativa alla forza di gravità non sia ancora acquisita, a livello di comprensione profonda, dai bambini esaminati.

L'analisi della varianza ha rilevato che la differenza tra i punteggi medi ottenuti dai diversi gruppi a questo item, risulta statisticamente significativa [$F(4, 172) = 9,119$, $p < .001$]: ciò significa che il punteggio/livello della concezione di Terra è influenzato dall'età dei bambini.

I confronti post-hoc evidenziano differenze significative tra i bambini della I e delle altre classi, ed una differenza tendenzialmente significativa tra i bambini della II e della III classe ($p = 0,075$).

Come si vede dalle medie riportate nella Tabella 30, al crescere dell'età dei bambini il livello della concezione di Terra si avvicina a quella scientifica. In particolare un forte miglioramento si ha tra la I e la II classe, dopo di che vi è una sostanziale stabilità.

Tabella 26: Frequenze percentuali, registrate a seguito dell'item 1 ("Disegna la Terra come pensi che sia... poi aggiungi 10 persone al disegno").

ITEM 1: (DISEGNO) TERRA E UOMINI		classi (%)					Totale
Livello		I	II	III	IV	V	
1	Terra piatta	50	22	0	13	5	18
2	Terra a disco	0	0	3	0	0	1
3	Terra doppia	0	3	8	0	0	2
4	Terra come sfera cava	6	0	0	0	0	1
5	Terra abitata solo sopra	3	3	6	0	15	6
6	Terra sferica – coord. spaziali assolute	30	50	64	83	62	57
7	Terra sferica – coord. spaziali disc./inc.	8	16	8	0	10	9
8	Terra sferica – forza di gravità	3	6	11	4	8	6

L'esame della distribuzione delle frequenze percentuali rilevate a seguito dell'*item 3* (Terra e pioggia, Tabella 27) presenta alcune differenze rispetto al precedente item: da un lato si rileva l'esistenza, anche in questo caso, di un livello concettuale predominante (livello 5), meno evoluto rispetto a quello espresso dai bambini a seguito del precedente item, di tipo fattuale; dall'altro osserva una più elevata frequenza di risposte scientificamente corrette (14%) che mostrano come questi bambini tengano conto della forza di gravità nel disegnare la Terra con le nuvole e la pioggia che cade.

I livelli più frequenti, oltre al 5 già citato, sono: il livello 1 (Terra piatta e limitata a ciò che vedo), espresso dal 25% dei bambini; il livello 6 (Terra sferica con coordinate spaziali assolute), presente nel 17% del campione; il livello 8 (Terra sferica con gravità), che come visto, appare posseduto dal 14% dei bambini.

Analogamente a quanto osservato per l'item di tipo fattuale, l'analisi della varianza rivela che la differenza tra i punteggi medi ottenuti dai bambini alle diverse età, risulta significativa [$F(4, 190) = 12,425, p < .001$]. Osservando i punteggi/livelli forniti dai bambini alle diverse età, ed osservando le medie alle diverse classi (Tabella 30), anche in questo caso emerge che tali punteggi/livelli sembrano influenzati dall'età dei bambini.

I confronti post-hoc rivelano differenze significative tra i bambini della I e della II classe con le altre classi, ed una differenza tendenzialmente significativa tra i bambini della IV e della V classe ($p = 0,061$).

Questo incremento nelle risposte di tipo scientifico potrebbe essere in parte spiegato dal fatto che, in relazione al compito cognitivo richiesto, disegnare le nuvole e la pioggia possa risultare un compito cognitivo più semplice del disegnare gli uomini, per realizzare il quale occorre tener conto di numerosi elementi (le parti del corpo, le proporzioni, ecc.) che possono far passare in un secondo piano l'esigenza di attribuire ad essi una direzione compatibile con la forza di gravità. È infatti necessario tenere presente che per esigenze di efficacia comunicativa e di economia cognitiva, spesso il bambino utilizza nel disegno le cosiddette "figure canoniche" (Donsì, Parrello, 2005) che possono rappresentare dei vincoli alla rappresentazione, e questo avviene in misura certamente maggiore per il disegno delle persone che per il disegno delle nuvole e la pioggia.

In questo item, mediamente il 68% dei bambini del campione rappresenta la Terra come una sfera. La persistenza di concezioni intuitive circa la gravità (82% dei bambini), rilevata anche a seguito di questo item, conferma quanto ipotizzato per il precedente circa la mancata acquisizione del modello scientifico di gravità a livello di scuola primaria.

Tabella 27: Frequenze percentuali registrate a seguito dell'item 3“Piove su tutta la Terra. Disegna la Terra con le nuvole e la pioggia”.

ITEM 3: (DISEGNO) TERRA, NUVOLE E PIOGGIA		classi (%)					Totale
Livelli		I	II	III	IV	V	
1	Terra piatta	55	36	11	15	8	25
2	Terra a disco	3	0	0	0	0	0
3	Terra doppia	0	0	4	6	0	2
4	Terra come sfera cava	8	3	7	3	0	4
5	Terra abitata solo sopra	29	36	46	34	24	34
6	Terra sferica – coordinate spaziali assolute	0	11	17	21	34	17
7	Terra sferica – coordinate spaziali discordanti	0	3	4	3	8	4
8	Terra sferica – forza di gravità	5	11	11	18	26	14

La concezione di Terra viene inoltre indagata dall'*item 13* (forma Terra), costituito da una scelta multipla di immagini (Tabella 28) e finalizzato ad indagare le idee dei bambini circa la forma della Terra evitando l'impiego di abilità grafiche.

La distribuzione delle frequenze percentuali dei livelli concettuali mostra che la concezione più diffusa nel campione è quella scientifica, indipendentemente dall'età posseduta dai bambini: contrariamente a quanto sostenuto da Vosniadou e Brewer (1992; 1994) ed in linea con quanto sostenuto da Nobes e collaboratori (2003;2005), l'83% dei bambini osservati sceglie l'immagine corrispondente alla nozione scientifica condivisa di Terra.

Se da un lato si deve considerare che una grande percentuale di bambini risponde a questo item utilizzando la concezione scientifica, dall'altro va osservato che la percentuale di bambini che presentano i livelli (1 e 2), riconducibili a misconcezioni riguardo alla forma della Terra (7,5%), rimane pressoché invariata rispetto a quella registrata a seguito dell'item 1 (5%) e dell'item 3 (8%) entrambi basati sull'esecuzione di un disegno.

Tali risultati pertanto risultano in contrasto con l'approccio frammentario (Nobes, Moore, Martin, Clifford, Butterworth, Panagiotaki & Siegal, 2003; Nobes, Martin e Panagiotaki, 2005; Straatemeier et al, 2008), che attribuisce la comparsa delle misconcezioni o ad interpretazioni erranee del ricercatore o a scarse abilità grafiche individuali.

L'analisi dei punteggi medi ottenuti dalle classi, effettuata mediante il test Anova, ha sostanzialmente confermato l'assenza di differenze significative tra i gruppi osservati [$F(4, 195) = 1,089$, p n. s.], confermata anche dai confronti post-hoc.

Tali risultati sembrerebbero indicare che la concezione di Terra non sia influenzata dall'età dei bambini, ma potrebbero anche derivare dalla scarsa validità precedente attribuita a questo item.

Tabella 289. Frequenze percentuali registrate a seguito dell'item "Secondo te, che forma ha la Terra?... Metti una X sul disegno che pensi sia giusto."

ITEM 13: (SCELTA MULTIPLA DI IMMAGINI) FORMA TERRA		classi (%)					Totale
		I	II	III	IV	V	
Livelli							
1	Terra a disco	7,5	3	0	0	0	2
2	Terra doppia	7,5	3	4,5	6	7	5,5
3	Terra come sfera cava	2,5	6	4,5	6	0	3,5
4	Terra abitata solo sopra	5	0	0	14	12	6
5	Terra sferica	77,5	88	91	74	81	83

La distribuzione delle frequenze percentuali dell'item 15 (gravità Terra, Tabella 29) presenta invece una frequenza minore di risposte scientifiche (36%) rispetto al precedente, ed un incremento del livello 2 (Terra come sfera cava), che denota proprio una misconcezione circa la forma della Terra. Oltre al già citato livello 2, presente nel 26% del campione, si registrano percentuali rilevanti al livello 4 (Terra sferica e coordinate spaziali assolute), posseduto dal 26% dei bambini.

Occorre notare che a questo item, circa il 65% dei bambini del campione sceglie un modello di Terra sferico, una percentuale inferiore a quella registrata nei tre item precedenti: il 34% circa dei bambini osservati sceglie infatti immagini di Terra che denotano misconcezioni circa la forma (Terra a disco nel 8,5% dei bambini, e Terra come sfera cava nel 26%). Per quanto riguarda la gravità, il 64% dei bambini sceglie immagini in cui sono raffigurate concezioni intuitive di gravità, caratterizzate dalla presenza di un alto ed un basso assoluti (Lanciano, 1996).

L'analisi della varianza mostra l'esistenza di differenze statisticamente significative tra i livelli concettuali posseduti dai bambini alle diverse età [$F(4, 198) = 3,249, p = .013$].

I confronti post-hoc hanno evidenziato l'esistenza di differenze significative tra la IV e la V classe ($p = 0,055$). Anche in questo caso, osservando le medie riportate nella Tabella 30, si rileva come al crescere dell'età corrisponda generalmente un incremento nel livello concettuale posseduto circa la gravità.

Tabella 29. Frequenze percentuali registrate a seguito dell'item "Dove va a finire la palla se il gigante gli dà un calcio?"

ITEM 15: (SCELTA MULTIPLA DI IMMAGINI) GRAVITÀ TERRA		classi (%)					Totale
		I	II	III	IV	V	
Livelli							
1	Terra disco	31	0	5	6	2	8,5
2	sfera cava	18	36	29	29	18	26
3	abitata solo sopra	2	11	2	0	2	3,5
4	coordinate spaz. assolute	18	22	33	34	23	26
5	attrazione gravitazionale	31	31	31	31	55	36

Dall'analisi degli item a scelta multipla di frasi (*item 4* ed *item 21*) dedicati alla gravità terrestre, emerge un crescendo di risposte corrette, sia per quanto riguarda l'item di tipo fattuale ("Sulla Terra, la gravità permette alle persone di...") che per quello di tipo generativo (Dagli item a emerge che, "Perché sulla Terra un sasso cade verso il basso?"): nel complesso rispondono correttamente all'item 4 il 66%, ed all'item 21 il 67% dei bambini indagati (Tabella 31).

Tabella 31. Frequenze percentuali relative alla risposte corrette fornite dai bambini agli item a scelta multipla di frasi.

ITEM a SM di frasi	% risposte corrette					Totale
	I	II	III	IV	V	
(ITEM 4) SULLA TERRA, LA GRAVITÀ...	35	49	79	78	81	34
(ITEM 21) PERCHÉ SULLA TERRA UN SASSO ...	21	62	72	74	98	67

Considerando i livelli concettuali emersi a seguito degli item sulla forma e la gravità della Terra, si può osservare come i livelli di sviluppo procedano generalmente nel senso ad essi attribuito da Nussbaum e Novak (1979), Mayer (1983), Vosniadou e Brewer (1992), Lanciano (1996) Perucchini e Ronchi (2008), anche se nel caso della IV classe si è osservata una leggera regressione nella percentuale relativa al livello scientifico di Terra - e, nel caso dell'item 1, anche per quanto riguarda la media dei punteggi- rispetto alle due classi adiacenti. La dottoranda presume che tali decalages possano essere dovuti in parte a variabili di tipo contestuale, legati ad esempio a caratteristiche della classe o degli insegnanti, che esulano dal presente lavoro.

Tabella 30 : Punteggi medi e deviazioni standard relativi agli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini sulla Terra.

MEDIA E DEVIAZIONE.STANDARD x ITEM			classi (%)					Totale
Item			I	II	III	IV	V	
1	Disegna la Terra come pensi che sia. Poi aggiungi 10 persone alla Terra.	mean	3,50	5,06	5,89	5,40	5,85	5,14
		dev.st.	2,624	2,341	1,348	1,793	1,368	2,126
3	Piove su tutta la Terra. Disegna la Terra con le nuvole e la pioggia.	mean	2,79	4,03	5,00	5,06	5,97	4,58
		dev.st.	2,208	2,501	1,838	2,193	1,852	2,356
13	Secondo te, che forma ha la Terra? Metti una X sul disegno che pensi sia giusto.	mean	4,38	4,68	4,77	4,57	4,67	4,62
		dev.st.	1,295	,945	,743	,850	,808	,945

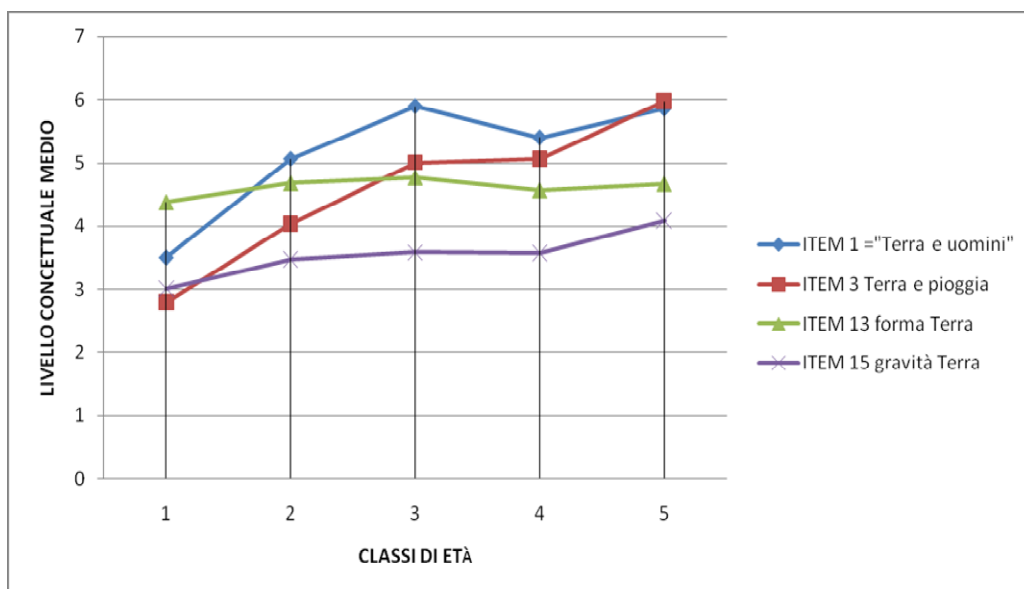
15	Dove va a finire la palla se un gigante gli dà un calcio? Metti una X sul disegno che pensi sia giusto.	mean	3,00	3,47	3,58	3,57	4,09	3,56
		dev.st.	1,701	1,276	1,323	1,357	1,235	1,416

Considerando i livelli concettuali medi emersi a seguito degli item sulla forma e la gravità della Terra, e riportati nella Tabella 30, si può osservare come essi generalmente procedano nel senso ad essi attribuito da Nussbaum e Novak (1979), Mayer (1983), Vosniadou e Brewer (1992), Lanciano (1996) e Perucchini e Ronchi (2008).

È stata tuttavia osservata una regressione a livello dell'item 1 (Terra e uomini) nei punteggi ottenuti dalla classe IV rispetto alle classi adiacenti, ed una leggera regressione a livello dell'item 13 che interessa la medesima classe. La dottoranda presume che tali decalages possano essere dovuti in parte a variabili di tipo contestuale, legati ad esempio a caratteristiche della classe o degli insegnanti, che esulano dal presente lavoro.

Per quanto riguarda gli item 3 (Terra e pioggia) e 15 (gravità Terra) l'andamento dei punteggi sembra invece indicare uno sviluppo graduale delle concezioni che non presenta regressioni tra le classi di età (Grafico 1).

Grafico 1: Punteggi medi ottenuti dai bambini delle varie classi di età a seguito degli item sulla Terra.



b. *Il ciclo dì- notte*

In questa sezione saranno esaminati dapprima gli *item* 2 (Sole di notte), 8 (dì-notte dallo spazio), 16 (perché diventa notte), 12 (il Sole si muove) e 14 (la Terra si muove), che indagano le concezioni sul ciclo dì-notte da una prospettiva esterna alla Terra; poi saranno analizzati gli *item* 5 (percorso Sole), 10 (ombra albero) ed 11 (ombra casetta) che indagano il medesimo fenomeno utilizzando però un sistema di riferimento terrestre.

L'*item* 2 (Sole di notte) chiede al soggetto di compiere un'inferenza sul ciclo dì-notte a partire dalla constatazione della sparizione del Sole dal cielo durante la notte, indagando pertanto l'abilità dell'individuo di passare da un sistema di riferimento ad un altro. Dato che pertanto erano possibili due risposte, una da un punto di vista terrestre e l'altra da un punto di vista esterno alla Terra, analogamente a quanto deciso in un precedente lavoro (Perucchini e Ronchi, 2008), sono state considerate come corrette entrambe le spiegazioni.

L'analisi della distribuzione delle frequenze percentuali (Tabella 32) rivela che i livelli concettuali più frequenti sono: il livello 5 (il Sole di notte va verso il basso della Terra), presente nel 20% del campione; il livello 4 (il Sole di notte va dietro alle montagne o nel mare), posseduto dal 18% dei bambini; il livello 2 (il Sole di notte resta nel cielo ed è coperto dalle nubi), espresso dal 16% dei soggetti, ed i livelli 6 (Sole e Luna girano attorno alla Terra) e 7 (il Sole di notte va dall'altra parte del mondo) presenti rispettivamente nel 14% e nel 15% del campione.

Complessivamente, il 62% dei bambini esaminati utilizza un sistema di riferimento terrestre, mostrando di non riuscire a trasferire le esperienze da essi compiute da un punto di vista situato sulla superficie terrestre ad un contesto di spiegazione più ampio riguardante lo spazio, nel quale la nostra Terra, assieme agli altri pianeti, si trova. Riprendendo la distinzione di spazio operata da Berthelot e Salin (Thèse, 1992), si potrebbe affermare che essi non siano in grado di passare dal mesospazio, ossia lo spazio in cui essi stessi si trovano, o dal microspazio dei modellini in scala con i quali spesso viene spiegato loro tale ciclo, al mesospazio del cosmo.

L'analisi della varianza mostra l'esistenza di differenze significative tra i gruppi [$F(4, 180) = 5,325$, $p < .001$] in relazione all'età dei bambini. i confronti post-hoc indicano l'esistenza di differenze significative tra le classi I e II ($p = 0,041$), mentre nelle altre classi si rileva una sostanziale stabilità.

Osservando i punteggi medi registrati nella Tabella 40, si rileva un incremento dei livelli concettuali relativi alla sparizione del Sole di notte che appare legato all'età dei bambini, anche se, come si è visto, subisce un incremento più deciso a livello dei bambini di classe I.

Tabella 32. Frequenze percentuali espresse a seguito dell'item "Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo? ... Disegna dove si trova il Sole durante la notte".

ITEM 2 (RISPOSTA APERTA) SPARIZIONE DEL SOLE DI NOTTE		classi (%)					Totale
Livelli		I	II	III	IV	V	
1	Spiegazioni animistiche/precausali	6	3	0	0	0	2
2	Resta nel cielo ed è coperto	30	6	17	17	10	16
3	Si allontana/va nello spazio	6	21	2	0	3	6
4	Va dietro alle montagne/al mare	37	21	10	23	5	18
5	Va verso il basso della Terra	3	27	27	12	28	20
6	Sole e luna girano attorno alla Terra	3	9	22	15	18	14
7	Va dall'altra parte del mondo	15	6	15	12	28	15
8	La Terra gira attorno al Sole (moto di rivoluzione)	0	0	0	0	0	0
9	La Terra ruota:Sole e Luna sono fissi	0	6	7	0	0	3
10	La Terra ruota e il Sole è fisso	0	3	0	21	8	6

L'item 8 (di-notte dallo spazio) si basa esplicitamente su una prospettiva esterna alla Terra, la stessa solitamente utilizzata dai libri di testo e dai docenti nella didattica del ciclo di-notte anche a livello di scuola primaria (Tabella 33).

I livelli maggiormente frequenti a questo item sono i seguenti: il livello 1 (il Sole di notte dorme o semplicemente non c'è, perché di notte c'è la Luna), presente nel 26% dei bambini; il livello 5 (il Sole di notte va verso il basso della Terra) posseduto dal 24% del campione; il livello 7 (il Sole di notte va dall'altra parte del mondo) presente nel 17% dei soggetti esaminati.

L'analisi dei punteggi rileva l'esistenza di differenze statisticamente significative tra le diverse classi di età dei bambini [$F(4, 162) = 7,874, p < .001$]. I confronti post-hoc individuano differenze statisticamente significative tra le classi II e III e tra le classi IV e V. Come si può osservare dalle medie riportate nella Tabella 40, il livello della concezione relativa al ciclo di-notte a seguito di questo item subisce un incremento non regolare in relazione all'età dei bambini, in quanto si registra una regressione a livello della classe II ed una sostanziale stabilità a livello delle classi III e IV.

Tabella 33. Frequenze percentuali espresse a seguito dell'item "Disegna il Sole e la Terra come pensi che siano nello spazio, quando da noi ... è giorno/ ... è notte".

ITEM 8 (DISEGNO) CICLO DÌ-NOTTE		classi (%)					Totale
		I	II	III	IV	V	
1	Spiegazioni animistiche/precausali	34	52	22	28	3	26
2	Resta nel cielo ed è coperto	10	3	5	0	5	5
3	Si allontana/va nello spazio	7	7	7	14	6	8
4	Va dietro alle montagne/al mare	17	4	4	0	0	4
5	Va verso il basso della Terra	20	21	37	18	20	24
6	Sole e luna girano attorno alla Terra	3	7	5	4	6	5
7	Va dall'altra parte del mondo	3	3	12	18	43	17
8	La Terra gira attorno al Sole (moto di rivoluzione)	3	0	0	7	11	4
9	La Terra ruota: Sole e Luna sono fissi	0	0	5	7	0	3
10	La Terra ruota e il Sole è fisso	3	3	5	4	6	4

Dall'analisi dell'item 16 (perché diventa notte) emerge la presenza di due livelli concettuali maggiormente frequenti: il livello 3 (il Sole di notte va dall'altra parte del mondo), che rappresenta l'attribuzione al Sole di un movimento di rivoluzione attorno alla Terra, ed il livello 4 (la Terra gira attorno al Sole) che denota l'attribuzione della causa del ciclo dì-notte al moto di rivoluzione anziché a quello della rotazione terrestre. Il 25% dei bambini esaminati fornisce tuttavia la spiegazione scientificamente corretta di tale ciclo (Tabella 34).

L'analisi della varianza mette in luce l'esistenza di differenze significative tra i gruppi [$F(4, 192) = 9,039$, $p < .001$], mentre i confronti post-hoc individuano differenze significative tra le classi I e III, le classi II e III, e tra le classi IV e V.

Dall'esame dei punteggi medi riportati nella Tabella 40, emerge anche a livello di questo item che le concezioni espresse dai bambini subiscano un incremento legato alla loro età.

Tabella 34. Frequenze percentuali, espresse a seguito dell'item "Perché diventa notte?"

ITEM 16 (SCELTA MULTIPLA DI IMMAGINI) CICLO DI-NOTTE		classi (%)					Totale
Livelli		I	II	III	IV	V	
1	Resta nel cielo ed è coperto	22	22	11	15	5	15
2	Va dietro alle montagne/al mare	15	8	9	6	0	8
3	Va dall'altra parte del mondo	45	45	18	12	23	29
4	La Terra gira attorno al Sole (moto di rivoluzione)	10	11	37	38	21	23
5	La Terra ruota e il Sole è fisso	8	14	25	29	51	25

L'esame delle risposte fornite dai bambini a seguito degli *item 12* (il Sole si muove) e *14* (la Terra si muove), mostra come la risposta corretta alla domanda sul movimento del Sole (corrispondente alla scelta "sì, il Sole ruota su se stesso") registri una frequenza assai più bassa (14%) rispetto a quello attribuito alla Terra (35%). Ciò può essere probabilmente dovuto all'eccessiva semplificazione della didattica, osservata a questo livello di scuola anche sui libri di testo, che attribuisce al Sole la funzione di perno immobile al centro del Sistema Solare, trascurando il fatto che esso invece ruoti su se stesso.

Va comunque tenuto in considerazione che l'86% dei bambini nel caso del Sole ed il 65% nel caso della Terra, attribuiscono l'immobilità o moti di vario tipo a questi due corpi celesti: la mancata comprensione del modello scientifico può essere dovuta sia, come si è visto, ad imprecisioni o ad approssimazioni didattiche, ma anche all'influenza delle informazioni costruite dal bambino sulla base dell'esperienza, e che sono spesso in contrasto con il sapere scientifico accreditato, come suggeriscono Vosniadou e Brewer (1992; 1994) e Lanciano (1996).

Analisi statistiche effettuate su entrambi gli item hanno evidenziato una differenza statisticamente significativa tra le risposte osservate e quelle attese [per il movimento attribuito alla Terra: $\chi^2(1) = 98,165$ $p < .001$; per il movimento attribuito al Sole $\chi^2(1) = 16,351$ $p < .pp1$].

Tabella 35. Frequenze percentuali relative alla risposte corrette fornite dai bambini agli item a scelta multipla di frasi.

ITEM 12 -14 (SCELTA MULTIPLA DI FRASI)	% risposte corrette					Totale
	Classi I	Classi II	Classi III	Classi IV	Classi V	
Il Sole si muove, oppure no?	25	20	11	14	5	14
La Terra si muove, oppure no?	25	12	24	51	62	35

L'analisi dell'*item* 5 (Sole percorso diurno, Tabella 36) rivela la presenza, tra i bambini, di numerose misconcezioni riguardo al percorso che il Sole compie ogni giorno nel cielo: i livelli maggiormente frequenti sono, oltre a quello scientificamente corretto che risulta posseduto dal 35% del campione, il livello 3 (spostamento orizzontale rispetto all'orizzonte) ed il livello 2 (spostamento verticale rispetto all'orizzonte), presenti rispettivamente nel 28% e nel 18% del campione. Le concezioni emerse potrebbero derivare da inferenze che il bambino compie su tale percorso basandosi sulle osservazioni compiute, non fondate probabilmente su un'osservazione sistematica del percorso del Sole. Tale ipotesi di spiegazione appare confermata anche dal fatto che il 15% dei bambini attribuisce al Sole un moto irregolare (livello 4).

L'interpretazione fornita, dal momento che collega l'origine delle concezioni infantili sul percorso osservabile del Sole alle inferenze e all'esperienza dei bambini, risulta essere in linea con le tesi di Vosniadou e Brewer (1992;1994) circa la natura e l'origine delle concezioni infantili.

L'analisi della varianza indica la presenza di differenze significative nelle concezioni espresse a seguito di questo item tra i gruppi osservati [$F(4, 200)=2,986, p=.020$], mentre i confronti post hoc individuano un solo cambiamento tendenzialmente significativo tra le concezioni espresse dai bambini di II e di III classe. La concezione relativa al percorso diurno del Sole non subisce un incremento graduale legato all'età, ma una brusca variazione tra le suddette classi, riconducibile alla comprensione del fenomeno da parte dei bambini, o più probabilmente, alla trasmissione di informazioni scientifiche da parte della scuola.

Tabella 36. Frequenze percentuali espresse a seguito dell'item "Disegna il Sole al mattino, a mezzogiorno e al pomeriggio"

ITEM 5 (DISEGNO) PERCORSO DIURNO SOLE		classi (%)					Totale
Livelli		I	II	III	IV	V	
1	Sta fermo nel cielo	3	5	5	3	2	4
2	Si sposta in verticale/obliquo	23	17	16	14	23	18
3	Si sposta in orizzontale	37	36	22	27	19	28
4	Spostamento irregolare	30	28	13	3	4	15
5	Spostamento ad arco	8	14	44	53	52	35

L'item 10 (ombra albero), che mira ad indagare le concezioni infantili sul percorso del Sole attraverso lo spostamento delle ombre sul terreno, chiede al soggetto di scegliere, tra le immagini proposte, quella in cui l'ombra è disegnata in maniera corretta (Tabella 37). Dall'analisi dei livelli maggiormente frequenti si scopre che i bambini esaminati considerano l'ombra come una proiezione sul terreno, dal momento che i livelli maggiormente diffusi sono il livello 2 (proiezione ferma) e 6 (proiezione che si sposta in relazione al Sole), presenti in entrambi i casi nel 24% di essi. Solo nel secondo caso, tuttavia, i bambini mostrano di aver compreso la relazione esistente tra lo spostamento delle ombre sul terreno e la posizione del Sole nel cielo.

Il 19% dei bambini indagati (livello 2 e 6), indipendentemente dal movimento ad essa attribuito, definisce l'ombra come qualcosa che avvolge il corpo o come un "doppio", una copia tridimensionale del corpo a cui è riferita, adagiata accanto ad esso e spesso anche disegnata e colorata come l'originale.

L'analisi della varianza mostra un cambiamento statisticamente significativo tra i bambini al crescere dell'età [$F(4, 185) = 27,572, p < .001$]. I confronti post hoc mettono in evidenza differenze statisticamente significative tra i bambini della I e della II classe, tra i bambini della II e della III classe e tra quelli della IV e della V classe.

Come si vede dalle medie riportate nella Tabella 40, lo sviluppo di tale concezione appare correlato all'età, anche se si osserva una certa regressione nel punteggio medio ottenuto dai bambini appartenenti alla IV classe.

Tabella 37 Frequenze percentuali espresse a seguito dell'item "Disegna l'ombra ad ogni albero".

ITEM 10 (DISEGNO) OMBRA ALBERO		classi (%)					Totale
Livelli		I	II	III	IV	V	
1	ferma: avvolge il corpo/entità a sé stante	58	19	13,5	6	7	19
2	ferma: proiezione sul terreno	33	45	25	17	7	24
3	si sposta <u>non</u> in relazione al Sole: : avvolge il corpo/entità a sé stante	9	6,5	9	6	2	7
4	si sposta <u>non</u> in relazione al Sole: proiezione sul terreno	0	6,5	16	6	5	7
5	si sposta in relazione al Sole: : avvolge il corpo/entità a sé stante	0	13	13,5	40	26	19
6	si sposta in relazione al Sole: proiezione sul terreno	0	10	23	25	53	24

Dato che si è osservato come la maggior parte dei bambini delle prime 3 classi (rispettivamente il 58%, il 45% ed il 25%) non attribuisce all'ombra alcuno spostamento, e la disegna sempre nella stessa posizione rispetto all'albero, si è ipotizzato che l'acquisizione del concetto relativo allo spostamento delle ombre potesse seguire uno sviluppo diverso rispetto a quello relativo al loro aspetto (avvolge il corpo, entità).

È stata pertanto eseguita una ricodifica, collassando gli item che rappresentavano l'ombra come ferma (livelli 1 e 2), quelli che la rappresentavano spostarsi senza legame con il Sole (livelli 3 e 4) ed infine quelli nei quali era presente un legame tra lo spostamento dell'ombra e quello del Sole (livelli 5 e 6) (Tabella 38).

Da tale ricodifica emerge che, indipendentemente dal modo in cui viene disegnata l'ombra, l'attribuzione di uno spostamento in relazione alla posizione del Sole si registra almeno nella metà dei bambini, soltanto a partire dalla classe IV.

Una possibile interpretazione di questi dati, analogamente a quanto osservato per il percorso del Sole, potrebbe ricondurre ad una conoscenza di tipo episodico e superficiale del fenomeno; l'altra alla possibile confusione compiuta dai bambini tra lo spostamento dell'ombra provocato dal movimento del corpo e quello collegato al movimento della fonte luminosa. In questo caso, il perdurare dell'immobilità dell'ombra nei disegni dei bambini più piccoli potrebbe scaturire dal ragionamento secondo il quale se l'albero è fisso, anche la sua ombra non si sposta.

Tabella 38. Frequenza percentuale delle risposte fornite dai bambini sullo spostamento delle ombre dopo la ricodifica dell'item 10.

ITEM 10 (RICODIFICA A 3 LIVELLI) SPOSTAMENTO OMBRA livelli	classi (%)					Totale
	I	II	III	IV	V	
ferma	91	64	39	23	14	44
si sposta no relaz.Sole	9	13	25	11	7	13
si sposta in relazione al Sole	0	23	36	66	79	43

Dall'esame dei livelli concettuali sull'ombra emersi a seguito dell'*item 11* (ombra casetta, Tabella 39), la prevalenza di risposte corrette relative al livello 4 (l'ombra è una proiezione posta dalla parte opposta rispetto a quella in cui si trova il Sole), presente nel 62% dei bambini esaminati. Tali risultati, se confrontati con l'item precedente, in cui le risposte corrette erano state del 24%, potrebbero indicare che nel caso dell'ombra, il compito di disegnare le ombre, per un bambino, sia forse un compito più difficile rispetto a quello di scegliere l'ombra disegnata correttamente tra una serie di immagini.

L'analisi della varianza ha mostrato l'esistenza di differenze significative nelle concezioni di ombra espresse dai bambini di età diverse [$F(4, 191) = 9,611, p < .001$]: tali differenze sono state individuate mediate confronti post hoc, nelle concezioni espresse tra i bambini di I e II classe.

Come si rileva dai punteggi medi ottenuti a questo item dai bambini di età diverse (Tabella 40), l'incremento dei livelli concettuali relativi a questo item appare legato all'età dei bambini, anche se oltre alla differenza tra i punteggi di I e II classe cui si è accennato sopra, si osserva una stabilità nei punteggi medi emersi nelle classi II e III.

Tabella 39. Frequenze percentuali, medie e deviazioni standard riferibili all'item "Osserva l'ombra nei disegni. Metti una X solo sull'ombra che ti sembra giusta".

ITEM 11 (SCELTA MULTIPLA DI IMMAGINI) OMBRA CASSETTA Livelli		classi (%)					Totale
		I	II	III	IV	V	
1	avvolge il corpo	29	9	7	3	0	9
2	proiezione – posizionata <u>non</u> in relazione al Sole	32	29	33	15	9	23
3	entità – in relazione alla posizione del Sole	5	3	2	12	5	5
4	proiezione – in relazione alla posizione del Sole	34	59	58	70	86	62

Considerando le concezioni emerse tra i bambini a seguito degli item che indagano sul ciclo di-notte, si può osservare dalla Tabella 40 e dal Grafico 2, come i livelli di sviluppo procedano generalmente nel senso ad essi attribuito da Baxter (1989), Vosniadou e Brewer (1992), Lanciano (1996), Perucchini e Ronchi (2008), nonostante siano state osservate alcune regressioni, in particolare riguardo l'item 10 (ombra albero) a livello della classe IV, e relativamente all'item 8 (di-notte dallo spazio) a livello della classe II.

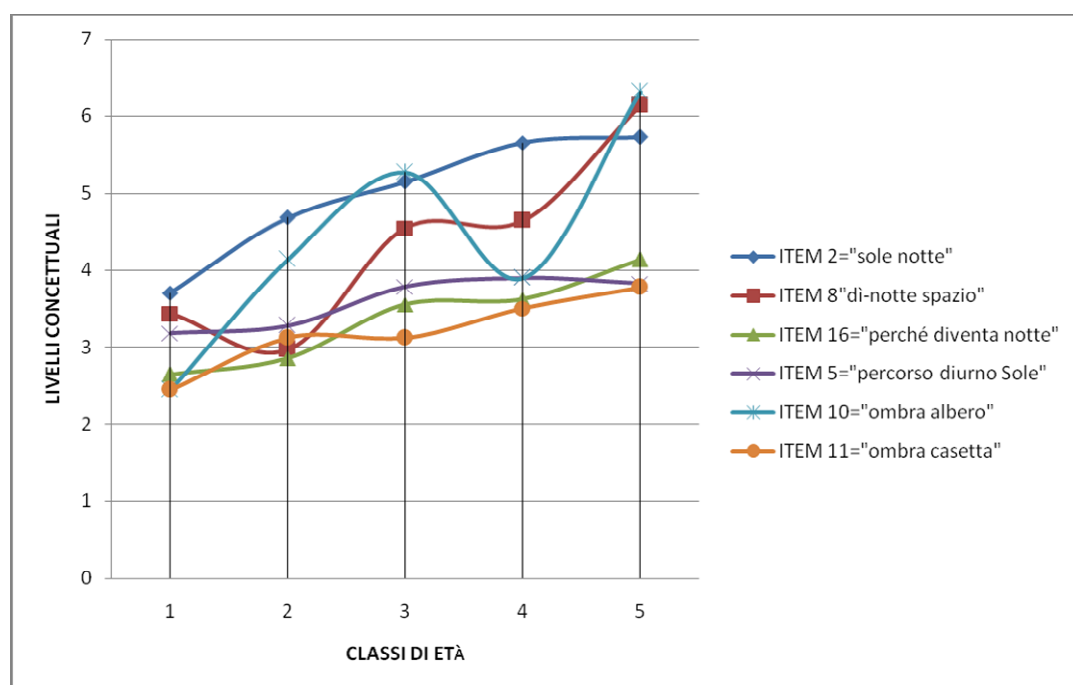
Tabella 40 : Frequenze percentuali, medie e deviazioni standard riferibili agli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini sul ciclo di-notte.

MEDIA E DEVIAZIONE.STANDARD x ITEM			classi (%)					Totale
Item			I	II	III	IV	V	
2	Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo? Disegna dove si trova il Sole durante la notte. Spiega il tuo disegno.	mean	3,70	4,68	5,15	5,65	5,72	5,01
		dev.st.	1,828	2,011	1,944	2,718	1,973	2,209
8	Disegna il Sole e la Terra nello spazio, quando da noi è giorno/è notte. Indica sulla Terra il luogo dove abitiamo noi.	mean	3,43	2,97	4,54	4,64	6,14	4,42
		dev.st.	2,388	2,457	2,599	2,959	2,060	2,701
16	Perché da noi diventa notte? Metti una X sul disegno che pensi sia giusto.	mean	2,65	2,86	3,55	3,62	4,13	3,36
		dev.st.	1,167	1,291	1,284	1,371	1,105	1,344
5	Disegna il Sole al mattino, a mezzogiorno e al pomeriggio.	mean	3,18	3,28	3,78	3,89	3,82	3,60
		dev.st.	0,958	1,085	1,295	1,282	1,352	1,234
10	Disegna l'ombra ad ogni albero	mean	2,45	4,13	5,27	3,89	6,31	3,54
		dev.st.	0,754	2,320	2,688	1,282	2,336	1,934
11	Osserva l'ombra nei disegni. Metti una X solo sull'ombra che ti sembra giusta.	mean	2,45	3,12	3,12	3,50	3,77	3,20
		dev.st.	1,245	1,122	1,096	0,862	0,611	1,094

Dall'osservazione del grafico emerge invece uno sviluppo graduale delle concezioni relative alla sparizione del Sole di notte (item 2), del percorso diurno osservabile del Sole

nel cielo (item 5), delle cause che determinano l'alternanza di dì e notte (item 16), e della relazione tra la posizione dell'ombra e quella del Sole (item 11).

Grafico 2: I punteggi medi ottenuti dai bambini delle diverse classi di età agli item a risposta aperta ed a scelta multipla di immagini sul ciclo dì-notte.



c. Il ciclo delle stagioni

In questa sezione saranno esaminati dapprima gli *item 20* (stagioni dallo spazio) e *22* (d'inverno da noi fa freddo perché...), che indagano le concezioni sulla causa delle stagioni da una prospettiva esterna alla Terra; sarà poi analizzato l'*item 17* (percorso annuale del Sole), e poi gli item a scelta multipla di frasi (item 6, 7, 9, 18 e 19) che rappresentano item a scelta multipla di frasi.

Basato su una prospettiva dichiaratamente esterna alla Terra, l'*item 20* (stagioni dallo spazio) chiede al soggetto di eseguire due disegni della Terra e del Sole così come se li immagina posizionati in estate ed in inverno (Tabella 41).

I livelli con le frequenze percentuali più elevate sono il livello 5 (d'estate il Sole e la Terra sono più vicini), presente nel 30% del campione considerato, ed il livello 1 (non ci sono differenze nella posizione relativa di Terra e Sole durante la stagioni), presente nel

29% dei bambini osservati. Si osserva inoltre che la spiegazione scientifica relativa alla causa delle stagioni compare solo nel 2% del campione (e soltanto nell'8% dei bambini di classe V): ciò può derivare dalla presenza di una misconcezione radicata tra i bambini che attribuisce la causa delle stagioni a variazioni di distanza tra Sole e Terra.

Analisi statistiche sulla varianza hanno evidenziato differenze significative nelle concezioni circa la causa delle stagioni espresse dai bambini in relazione all'età [Anova test $F(4, 170) = 6,627$, $p < .001$]. I controlli post hoc mostrano l'esistenza di differenze statisticamente rilevanti tra i bambini di II e III classe, e tra quelli di III e IV classe.

Come si può osservare dai punteggi medi riportati in Tabella 45, i livelli medi dei bambini generalmente si incrementano in relazione all'età, ad eccezione di quelli appartenenti alla II classe, che esprimono livelli concettuali significativamente più bassi rispetto alle classi ad essa adiacenti

Tabella 41. Frequenze percentuali relative alla risposte corrette fornite dai bambini all' item "Disegna il Sole e la Terra come pensi che siano quando da noi ... è estate/ ... è inverno".

ITEM 20 (DISEGNO) STAGIONI DALLO SPAZIO		classi (%)					Totale
Livelli		I	II	III	IV	V	
1	Nessuna differenza/spiegazioni precausali	45	47	28	14	16	29
2	In estate il sole è più grande	3	6	14	0	5	6
3	In estate i raggi del Sole sono più potenti	6,5	13	8	3	10	8
4	In inverno il Sole è coperto dalle nuvole	19	9	3	3	0	6
5	In estate il Sole e la Terra sono più vicini	6,5	22	25	53	40	30
7	In inverno il Sole è dall'altra parte*	7	3	11	21	0	8
8	In inverno la Terra ha ruotato*	10	0	5,5	3	16	7
9	Distanza della Terra dal Sole durante rivoluzione	3	0	5,5	0	8	4
10	La Terra è inclinata	0	0	0	3	5	2

* confusione con il ciclo dì-notte.

Dall'analisi delle concezioni emerse a seguito dell'item 22 (in inverno dove siamo noi fa freddo, Tabella 28) si osserva che, nonostante la presenza del modello scientifico tra le alternative di risposta, il livello con la frequenza percentuale di risposte più elevata sia il 4,

scelto dal 36% dei bambini, che rappresenta una misconcezione legata a variazioni di distanza tra Sole e Terra già individuata in letteratura.

La scarsa frequenza relativa alla concezione scientifica, che in questo item rappresenta il 7% delle scelte, potrebbe essere dovuta ad un'ardita semplificazione didattica, al fraintendimento delle illustrazioni che rappresentano i moti della Terra e che spesso accompagnano le spiegazioni sul ciclo delle stagioni¹⁷ presenti nei libri di testo, o ancora dalla presenza di questa concezione tra i docenti che a loro volta la trasmettono ai bambini¹⁸.

Sembra il caso di sottolineare come una stessa misconcezione possa essere utilizzata dai bambini per spiegarsi due fenomeni distinti: nel caso del ciclo dì-notte, le nubi durante la notte coprono il Sole provocando l'oscuramento del cielo (il 16%, il 5% ed il 15% dei bambini aveva fornito questa spiegazione a seguito, rispettivamente, dell'item 2, dell'item 8 e dell'item 16); nel caso delle stagioni esse occultano il Sole e non lasciano passare il calore, determinando così un calo della temperatura (il 6% dei bambini esprime tale concezione nel precedente item, ed il 21% a questo item).

L'analisi della varianza evidenzia differenze significative tra le concezioni espresse dai bambini di età diverse [Anova test $F(4, 194) = 3,970$, $p = .004$]. I confronti post hoc rilevano differenze statisticamente rilevanti soltanto tra le concezioni espresse dai bambini appartenenti alle classi III e IV. Ciò significa che le concezioni relative alle variazioni stagionali nel percorso del Sole non sono legate all'età dei bambini.

Tabella 4210. Frequenze percentuali relative all' item "In inverno dove siamo noi fa freddo, perché..."

ITEM 22 (SCELTA MULTIPLA DI IMMAGINI) IN INVERNO FA FREDDO PERCHÉ Livelli	classi (%)					Totale
	I	II	III	IV	V	

¹⁷ Queste illustrazioni, che spesso rappresentano l'orbita terrestre come un'ellisse molto schiacciata, scaturiscono dall'adozione di un punto di vista esterno al Sistema Solare – situato a circa 45° rispetto al piano dell'Eclittica – che però rimane implicito e pertanto il bambino interiorizza questa immagine credendo che l'orbita terrestre abbia proprio questa forma e che realmente la Terra in alcuni periodi dell'anno sia più vicina al Sole. Di qui all'affermare, sulla base della propria esperienza, che il periodo in cui la Terra è più vicina al Sole è l'estate, il passo è breve.

¹⁸ Nel Capitolo 5 questa misconcezione, presente anche negli insegnanti e negli studenti di astronomia indagati, sarà oggetto di un intervento didattico teso a promuovere il cambiamento delle concezioni iniziali in bambini di IV classe.

1	In estate i raggi del Sole sono più potenti	10	25	12	8,5	19	15
2	In inverno il Sole è coperto dalle nuvole	39	30	26	8,5	2	21
3	In inverno la Terra ha ruotato*	15	19	29	11	30	21
4	Distanza della Terra dal Sole durante rivoluzione	28	22	24	66	42	36
5	La Terra è inclinata	8	3	9	6	7	7

* confusione con il fenomeno dì-notte.

L'*item 17* (DIS-SOLE PERCORSO ANNUALE, Tabella 29) basato su un punto di vista terrestre, chiede al soggetto di descrivere la posizione del Sole a mezzogiorno ed il suo percorso nel cielo in inverno ed in estate (Tabella 43).

Dall'esame dei disegni si osserva che i livelli maggiormente frequenti sono: il livello 1, presente nel 30% dei bambini, nel quale non emergono differenze nell'altezza e nel percorso del Sole nei due disegni; il livello 3, posseduto dal 20% dei bambini, secondo i quali l'inverno sarebbe provocato dalle nuvole che coprono il Sole; il livello 5, presente nel 16% dei bambini che disegnano il Sole molto più distante dall'orizzonte durante l'inverno.

La concezione corretta secondo la quale il Sole d'inverno è più basso sull'orizzonte, (cioè l'angolo di incidenza dei raggi solari rispetto al terreno alle nostre latitudini è più basso in inverno rispetto all'estate), è presente nel 18% dei bambini esaminati.

L'analisi della varianza non evidenzia differenze statisticamente significative nei livelli concettuali espressi dai bambini di età diverse [$F(4, 176) = 1,325$, p n.s.]. Ciò significa, anche in questo caso, che le concezioni relative alle variazioni stagionali nel percorso del Sole non sono legate all'età dei bambini.

Tabella 43. Frequenze percentuali relative alla risposte corrette fornite dai bambini all'item "Disegna il Sole a mezzogiorno ed il suo percorso nel cielo ... in estate/ ... in inverno".

ITEM 17 (DISEGNO) PERCORSO ANNUALE DEL SOLE Livelli		classi (%)					Totale
		I	II	III	IV	V	
1	nessuna differenza	21	39	27	28	36	30
2	in inverno raggi più deboli	23	10	5	3	8	10
3	in inverno le nuvole coprono il sole	35	23	10	24	13	20
4	in inverno il percorso cambia direzione	0	3	10	6	8	6
5	in inverno il sole è più alto nel cielo	12	6	23	24	15	16
6	in inverno il sole è più basso nel cielo	9	19	25	15	20	18

L'analisi delle risposte corrette fornite dai bambini a seguito degli item a scelta multipla di frasi (Tabella 44), indica come i bambini utilizzino in molti casi spiegazioni diverse per descrivere uno stesso fenomeno: è il caso ad esempio degli item 6 (dove sorge il Sole) e 7 (dove tramonta il Sole), ai quali la percentuale di risposte corrette è stata rispettivamente del 19% e del 23%, e degli item 18 e 19, ai quali i bambini hanno risposto in maniera corretta rispettivamente nel 15% e nel 24% dei casi. Questi risultati mettono in evidenza una conoscenza parziale e frammentaria dei fenomeni relativi al sorgere e al tramontare del Sole ed alle variazioni termiche che hanno luogo nel corso dell'anno, e pertanto si pongono in linea con l'approccio di Nobes e collaboratori (2005).

Solo il 30% dei bambini esaminati mostra di essere a conoscenza della diversa durata del dì e della notte nel corso dell'anno.

Analisi statistiche condotte per ciascun item hanno messo in luce differenze statisticamente rilevanti tra le concezioni espresse da bambini di età diverse a seguito dell'item 6 [$\chi^2(4) = 11,356$, $p = .023$], dell'item 18 [$\chi^2(4) = 14,010$, $p = .007$], e dell'item 19 [$\chi^2(4) = 12,842$, $p = .012$].

Tabella 44. Frequenze percentuali relative alla risposte corrette fornite dai bambini agli item a scelta multipla di frasi circa l'alternanza delle stagioni.

ITEM 6, 7, 9, 18, 19 (SCELTA MULTIPLA DI FRASI)	% risposte corrette					Totale
	Classi I	Classi II	Classi III	Classi IV	Classi V	
dove sorge il Sole?	23	6	27	20	12	19
dove tramonta il Sole?	33	19	23	18	19	23
Il giorno e la notte hanno la stessa durata?	19	24	32	29	42	30
In alcuni periodi fa più freddo. Come mai?	8	0	30	8	21	15
In alcuni periodi fa più caldo. Come mai?	42	11	27	8	28	24

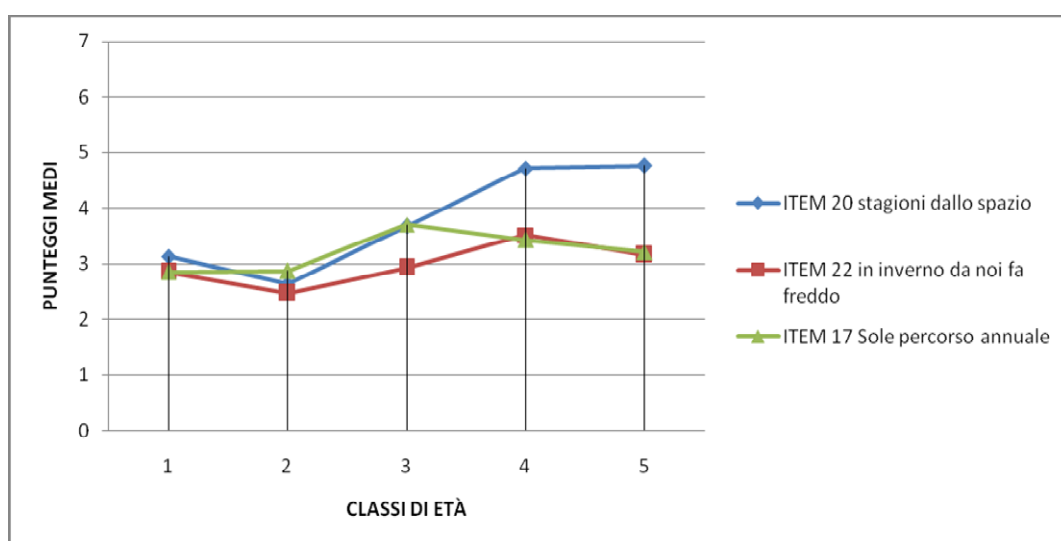
Considerando i punteggi medi delle concezioni espresse dai bambini di età diverse a seguito degli item dedicati al ciclo delle stagioni, riportati nella Tabella 45 e nel Grafico 3, si può osservare come soltanto nel caso dell'item 20 i livelli individuati generalmente seguano la linea di sviluppo individuata da Baxter (1989) e Lanciano (1996), anche se è stato osservato un calo dei punteggi medi nella II classe.

Tabella 45. Punteggi medi ottenuti a seguito degli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini dedicati alle stagioni.

MEDIA E DEVIAZIONE.STANDARD x ITEM			classi (%)					Totale
Item			I	II	III	IV	V	
20	Disegna il Sole e la Terra come pensi che siano nello spazio, quando da noi è estate/ è inverno. Indica sulla Terra il luogo dove siamo noi.	mean	3,13	2,63	3,67	4,71	4,76	3,82
		dev.st.	2,320	1,773	2,293	1,818	2,387	2,281
22	In inverno dove abitiamo noi fa freddo, perché ...	mean	2,85	2,47	2,93	3,51	3,16	2,98
		dev.st.	1,182	1,183	1,177	1,040	1,214	1,199
17	Disegna il Sole a mezzogiorno ed il suo percorso nel cielo in inverno/in estate	mean	2,85	2,87	3,70	3,42	3,21	3,23
		dev.st.	1,540	1,945	2,003	1,855	2,028	1,897

Osservando l'andamento dei punteggi medi rilevati agli item a risposta aperta o a scelta di immagini (Grafico 3), si può infatti notare come negli item non vi sia sempre un crescendo nei livelli concettuali espressi dai bambini in relazione all'età: nel caso dell'item 17 ad esempio, si osserva un calo nei punteggi medi delle classi IV e V; nel caso dell'item 20, come si è visto, compare un decremento nei punteggi medi espressi dalla II classe, mentre nel caso dell'item 22 si osserva un calo relativo alla classe V.

Grafico 3. Punteggi medi ottenuti a seguito degli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini dedicati alle stagioni.



3.3.3 Obiettivo 3: Analisi dell'influenza della tipologia di item sulle concezioni

In questa sezione saranno considerate le risposte fornite dai bambini ai diversi tipi di item (quelli cioè che implicavano la realizzazione di un disegno, la scelta tra immagini o la scelta tra frasi), per verificare se vi siano differenze nei livelli concettuali espressi.

In particolare, per determinare l'esistenza di un legame tra la tipologia di item e la comparsa di misconcezioni tra i bambini, sono state prese in esame le percentuali di concezioni intuitive, di misconcezioni e di concezioni scientifiche per ciascun item.

Per quanto riguarda la Terra, è stato utilizzato lo stesso schema di codifica per rilevare la presenza di concezioni intuitive, misconcezioni e concezioni scientifiche circa la forma, collassando una prima volta i livelli 2, 3 e 4 ed i livelli 5, 6, 7 ed 8; è stata poi indagata la presenza di concezioni intuitive, misconcezioni e concezioni scientifiche circa la gravità collassando i livelli 1, 2, 3, 4, 5 e 6 ed i livelli 7 ed 8.

Per il ciclo dì-notte, si è proceduto ad effettuare le ricodifiche:

- dello schema utilizzato per la sparizione del Sole di notte, collassando i livelli 1 e 2, ed i livelli 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9;
- dell'item 16, nel quale sono stati collassati gli item 2, 3 e 4;
- dell'item 10 (riportato nella Tabella 38), sono stati accorpati i livelli 1 e 2;
- dell'item 11, infine, sono stati accorpati i livelli 1, 2 ed i livelli 3 e 4.

Per le stagioni è stato ricodificato lo schema utilizzato per l'item 2 con il collassamento degli item 1, 2, 3, 4, 5, e degli item 7, 8 e 9. Sono stati inoltre ricodificati i livelli dell'item 22 mediante l'aggregazione dei livelli 1 e 2, ed i livelli dell'item 17 mediante il collassamento dei livelli 1, 2 e 3 ed i livelli 4 e 5.

d. Terra e tipologia di item

Esaminando la forma della Terra espressa dai bambini a seguito degli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini, si osserva che la percentuale più elevata di concezioni scientifiche circa la forma (89%) si registra a seguito dell'item 13, costituito, come si è visto, da una scelta di immagini. La percentuale maggiore di concezioni intuitive, riguardanti come si è visto una Terra piatta, è stata registrata all'item 15, anch'esso costituito da una scelta di immagini, nel quale il 34% dei bambini ha scelto un'immagine che rappresentava una Terra piatta.

Osservando i risultati fin qui descritti non emergono influenze da parte della tipologia di item nel favorire l'insorgere di misconcezioni riguardo la forma della Terra: contrariamente a quanto sostenuto dagli autori che fanno capo all'approccio della conoscenza frammentaria (Nobes et al., 2005; Straatemeier et al., 2008), che considerano le misconcezioni un prodotto delle scarse abilità grafiche dei bambini o delle inferenze del ricercatore, nel presente lavoro emerge con chiarezza che la percentuale più elevata di misconcezioni (34%) è stata registrata proprio a seguito di un item tratto da quegli stessi studi (Straatemeier et al., 2008).

Tabella 46. Ricodifica dei livelli concettuali individuati nei bambini a seguito degli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini sulla forma della Terra.

RICODIFICA ITEM 1,3,13,15		classi (%)					Totale
		I	II	III	IV	V	
ITEM 1 Terra e uomini	PIATTA	50	22	0	13	5	22
	MISCONCEZIONI	6	3	11	0	0	4
	SFERICA	44	75	89	87	95	78
ITEM 3 Terra e pioggia	PIATTA	55	36	11	15	8	24
	MISCONCEZIONI	11	3	11	9	0	7
	SFERICA	34	61	78	76	92	69
ITEM 13 forma Terra	PIATTA	-	-	-	-	-	-
	MISCONCEZIONI	18	12	9	11	7	11
	SFERICA	82	88	91	89	93	89
ITEM 15 gravità Terra	PIATTA	-	-	-	-	-	-
	MISCONCEZIONI	9	36	33	34	20	34
	SFERICA	51	64	67	66	80	66

Le percentuali più elevate di concezioni scientifiche (65% e 64%) sono state rilevate a seguito degli item 4 e 21, entrambi costituiti da una scelta multipla di frasi.

Osservando le concezioni espresse dai bambini attraverso il disegno e la scelta multipla di immagini, possiamo comunque notare che la percentuale più elevata di quelle intuitive (34%) e di quelle scientifiche (36%) sono state registrate a seguito dello stesso item (item 15) costituito da una scelta multipla di immagini, mentre la percentuale più alta di misconcezioni sia stata rilevata a seguito di un item a risposta aperta (item 1).

In questo caso pertanto è possibile affermare che l'item a risposta aperta abbia favorito nei bambini l'espressione di misconcezioni circa la gravità, probabilmente perché il compito di disegnare le persone sulla Terra può essere più difficile rispetto a quello di scegliere tra frasi o immagini multiple.

Tabella 47. Ricodifica dei livelli concettuali individuati nei bambini a seguito degli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini sulla gravità della Terra.

RICODIFICA ITEM 1,3,15		classi (%)					Totale
		I	II	III	IV	V	
ITEM 1 Terra e uomini	GRAVITÀ INTUITIVA	56	25	11	13	5	22
	MISCONCEZIONI*	33	53	70	84	77	63
	GRAVITÀ	11	22	19	3	18	15
ITEM 3 Terra e pioggia	GRAVITÀ INTUITIVA	66	39	22	24	8	31
	MISCONCEZIONI*	29	47	63	55	58	51
	GRAVITÀ	5	14	15	21	34	18
ITEM 15 gravità Terra	GRAVITÀ INTUITIVA	49	36	33	34	21	34
	MISCONCEZIONI*	20	33	37	34	25	30
	GRAVITÀ	31	31	31	32	54	36

*coordinate spaziali assolute

Dal punto di vista della tipologia dell'item, come si è visto, le misconcezioni raccolte riguardo alla forma della Terra non risultano essere collegate alle abilità grafiche dei bambini, dal momento che emergono in misura maggiore a seguito di item a scelta multipla di immagini, mentre questo legame sembra sussistere per quanto riguarda la gravità, in quanto appaiono in misura maggiore quando l'item implica l'esecuzione di un disegno. I risultati ottenuti pertanto concordano solo in parte con quanto teorizzato da Nobes e collaboratori (2005), dal momento che, almeno in riferimento alla forma della Terra, le capacità grafiche individuali e l'insorgere di misconcezioni non sono tra loro collegate, anche se tale collegamento appare plausibile nel caso della gravità, concetto assai più difficile da visualizzare e pertanto più accessibile per un bambino attraverso un canale esclusivamente verbale.

Esaminando le risposte fornite agli item sulla Terra dal punto di vista della domanda contenuta nell'item, si può osservare che la percentuale di risposte scientifiche circa la forma della Terra è mediamente più elevata nel caso di una domanda fattuale (84%) rispetto ad una domanda di tipo inferenziale (67%), indipendentemente dal tipo di item (Tabella 46). La percentuale di misconcezioni è invece mediamente più elevata nel caso di

domande di tipo inferenziale (21%) rispetto a quelle di tipo fattuale (8%), anche in questo caso indipendentemente dal tipo di item.

Si è inoltre rilevato che la percentuale di risposte scientifiche circa la gravità a seguito di item di tipo fattuale (25%) è più bassa rispetto a quella espressa nel caso di domande inferenziali (40%), indipendentemente dal tipo di item. L'insorgere di misconcezioni è invece mediamente più frequente nel caso di domande di tipo fattuale (65%) e meno frequente nel caso di domande di tipo inferenziale (38%), anche in questo caso indipendentemente dal tipo di item.

In definitiva, nel caso della forma della Terra, le domande di tipo fattuale sono maggiormente collegate ad elevate percentuali di risposte scientifiche, mentre quelle di tipo inferenziale sembrerebbero legate all'insorgere di misconcezioni. Al contrario, le domande di tipo fattuale sembrerebbero connesse ad alte percentuali di misconcezioni circa la gravità, mentre le domande di tipo inferenziale ad alte percentuali di risposte scientifiche. Da ciò emerge chiaramente che la semplice presenza, all'interno di un item, di una domanda di tipo fattuale o inferenziale non induca necessariamente una risposta di tipo scientifico o contenente una misconcezione.

e. Ciclo dì-notte e tipologia di item

Esaminando le risposte fornite agli item dedicati al ciclo dì-notte, dal punto di vista della tipologia di item si osserva che la frequenza più elevata di risposte scientifiche circa il ciclo dì-notte (67%) si registra a seguito dell'item 11, costituito da una scelta di immagini, mentre la frequenza più elevata di misconcezioni (86%) si registra a seguito dell'item 12, costituito da una scelta multipla di frasi (Tabella 48). Pertanto, nel caso del ciclo dì-notte, i risultati del presente studio non concordano con quanto teorizzato da Nobes e collaboratori (2005), in quanto l'insorgere di misconcezioni non appare essere una conseguenza diretta dell'impiego del disegno.

Esaminando le risposte fornite dal punto di vista della domanda contenuta nell'item, si osserva come in entrambi gli item citati (11 e 12) vi siano domande di tipo fattuale.

Considerando la frequenza di risposte scientifiche circa il ciclo dì-notte è mediamente più alta nel caso di una domanda di tipo fattuale (46%) rispetto ad una domanda di tipo inferenziale (33%), indipendentemente dal tipo di item. Anche la frequenza percentuale di misconcezioni è mediamente più elevata nel caso di una domanda di tipo fattuale (67%) rispetto ad una domanda di tipo inferenziale (53%).

Neanche nel caso del ciclo dì-notte sembra esserci un legame tra la presenza di domande di tipo fattuale o inferenziale nell'item e l'apparsa di concezioni scientifiche o misconcezioni, dal momento che le domande fattuali sembrano collegate all'espressione di concezioni scientifiche ed anche di misconcezioni.

Se si considera il sistema di riferimento utilizzato nei vari item, si rileva che la percentuale più elevata di risposte scientifiche (48%) appare legata ad item che utilizzano

un sistema di riferimento geocentrico, mentre quella più elevata di misconcezioni (64%) appare connessa agli item che utilizzano un sistema di riferimento esterno alla Terra. In altri termini, i bambini osservati esprimono concezioni di livello più elevato quando la domanda riguarda un contesto del quale hanno esperienza, mentre tendono a rispondere utilizzando misconcezioni quando la domanda si pone in un contesto per loro astratto o sconosciuto.

Tabella 48. Ricodifica dei livelli concettuali individuati nei bambini a seguito degli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini sul ciclo di-notte.

RICODIFICA ITEM 2,8,16 e 5		classi (%)					Totale
		I	II	III	IV	V	
ITEM 2 Sole di notte	INTUITIVE	36	9	17	18	10	18
	MISCONCEZIONI	64	88	83	62	82	76
	SCIENTIFICHE	0	3	0	20	8	6
ITEM 8 di-notte da spazio	INTUITIVE	43	55	27	28	8	31
	MISCONCEZIONI	53	41	68	68	86	65
	SCIENTIFICHE	4	3	5	4	6	4
ITEM 16 perché diventa notte	INTUITIVE	38	31	21	21	5	23
	MISCONCEZIONI	55	55	54	50	44	52
	SCIENTIFICHE	7	14	25	29	51	25
ITEM 5 Sole percorso diurno	INTUITIVE	3	6	5	3	2	3
	MISCONCEZIONI	90	81	51	44	46	62
	SCIENTIFICHE	7	13	44	53	52	35
ITEM 10 ombra albero	ERRATE	100	77	64	34	21	57
	CORRETTE	0	23	36	66	79	43
ITEM 11 ombra casetta	ERRATE	61	38	40	18	9	32
	CORRETTE	39	62	60	82	91	67

f. Stagioni e tipologia di item

Esaminando le risposte fornite dal punto di vista della tipologia di item si osserva che la frequenza più elevata di risposte scientifiche circa le stagioni (37%) si registra a seguito dell'item 7, costituito da una scelta multipla di frasi; a seguito dell'item 18, costituito anch'esso da una scelta multipla di frasi, si registra inoltre la frequenza più elevata di misconcezioni (87%). Analizzando tali item dal punto di vista della domanda in essi contenuta, si osserva che entrambi sono costituiti da domande di tipo fattuale.

Considerando soltanto gli item a risposta aperta ed a scelta multipla di immagini, la percentuale più elevata di risposte scientifiche si rileva a seguito dell'item a scelta multipla di immagini (item 22, 36%), mentre quella più elevata di misconcezioni sia a seguito di un item che implica l'esecuzione di un disegno (22%) ma anche nel caso di un item a scelta multipla di immagini (item 22, 21%), si può affermare che i risultati emersi non concordino pienamente con quanto teorizzato da Nobes (et al., 2005) e da Straatemeier (et al., 2008), dal momento che la comparsa di misconcezioni non appare direttamente collegata ad item che implicano l'esecuzione di un disegno.

Dal punto di vista della tipologia della domanda, la frequenza media di risposte scientifiche circa il ciclo delle stagioni è più elevata nel caso di una domanda di tipo inferenziale (item 22, 36%) rispetto ad una domanda fattuale (item 9, 30%), indipendentemente dal tipo di item.

Dal punto di vista del sistema di riferimento utilizzato negli item si osserva che la frequenza più elevata delle risposte scientifiche viene individuata a livello degli item che utilizzano un sistema di riferimento esterno alla Terra (item 22, 36%), mentre il livello più elevato di concezioni errate viene individuato da quegli item che utilizzano un sistema di riferimento terrestre (item 6, 81%).

Tabella 49. Ricodifica dei livelli concettuali individuati nei bambini a seguito degli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini sulle stagioni.

RICODIFICA ITEM 20,22 e 17		classi (%)					Totale
		I	II	III	IV	V	
ITEM 20 stagioni dallo spazio	INTUITIVE	80	97	78	73	71	79
	MISCONCEZIONI	20	3	22	24	24	19
	SCIENTIFICHE	0	0	0	3	5	2
ITEM 22	INTUITIVE	49	55	38	17	21	36

in inverno fa freddo perchè	MISCONCEZIONI	15	19	29	11	30	21
	SCIENTIFICHE	28	22	24	66	42	36
ITEM 17	INTUITIVE	89	72	42	55	57	60
Sole percorso annuale	MISCONCEZIONI	12	9	33	30	23	22
	SCIENTIFICHE	9	19	25	15	20	18

3.3.4 Obiettivo 4: Verificare la coerenza delle concezioni

Per verificare la coerenza delle concezioni raccolte attraverso i vari item, come illustrato nell'obiettivo n.4, è stato esaminato il rapporto tra il numero delle volte in cui lo stesso bambino utilizzava la stessa concezione per rispondere ad item ad essa dedicati.

a. La stabilità della concezione di Terra

Per determinare la coerenza delle concezioni infantili circa la forma della Terra e la gravità, si è proceduto a ricodificare due volte gli item della scala relativa forma e alla gravità della Terra: una prima volta in riferimento alla forma, collassando tra loro i livelli da 1 a 4, ed i i livelli da 5 a 8; una seconda volta rispetto alla forza di gravità, collassando tra loro i livelli da 1 a 6 ed i livelli 7 e 8.

In riferimento alla concezione circa la *forma della Terra*, si è proceduto a valutare il rapporto tra il numero di volte in cui una determinata concezione compariva in uno dei 4 item che indagavano la medesima concezione: l'item 1 (Terra e uomini); l'item 3(Terra e pioggia); l'item 13 (forma Terra) e l'item 15 (gravità Terra). Sono state definite “coerenti” quelle concezioni che apparivano in 4 item su 4, “abbastanza coerenti” quelle che apparivano 3 volte su 4 ed “incoerenti” quelle che apparivano 2 volte su 4 o anche meno.

Per quanto riguarda la forma della Terra, nella *I classe* è risultato coerente il 24% dei bambini esaminati, il 15% dei quali ha utilizzato stabilmente un modello sferico di Terra ed il 9% un modello di Terra piatta. Oltre ad essi, il 56% dei bambini ha utilizzato una medesima concezione di forma in modo abbastanza coerente (il 35% riguardo una Terra sferica ed il 21% una Terra piatta), mentre il restante 20% presenta concezioni incoerenti (Tabella 50).

Nella *II classe*, l'analisi della coerenza mostra un incremento, rispetto al gruppo I, nell'uso coerente di un medesimo modello di Terra da parte del 43% dei bambini osservati, dei quali il 40% si riferisce ad una Terra sferica ed il 3% ad una Terra piatta. Oltre ad essi, il 50% dei bambini utilizza una medesima concezione di forma in modo abbastanza

coerente: di essi, il 43% fa riferimento ad una Terra sferica, ed il 10% ad una Terra piatta. si registra anche un 7% di concezioni incoerenti.

Dall'esame della coerenza emerge che nella *III classe*, una percentuale di bambini più alta rispetto al gruppo precedente (44%), presenta concezioni scientifiche coerenti circa la forma della Terra, mentre nessuno di essi presenta concezioni coerenti di Terra piatta. Altri bambini utilizzano in modo abbastanza coerente uno stesso modello di Terra, che per il 35% di essi è sferica e per il 3% di essi è piatta. La frequenza di soggetti che mostrano di possedere concezioni incoerenti in relazione alla forma, è del 17%.

L'analisi della stabilità nella *IV classe* mostra un incremento tra i bambini che utilizzano coerentemente la concezione di Terra sferica in tutti e 4 gli item (48%), mentre non appaiono concezioni stabili riferibili al modello piatto. Risultano inoltre abbastanza coerenti nell'utilizzo del modello sferico di Terra, il 37% dei bambini esaminati, mentre non si osservano concezioni dello stesso tipo concernenti la Terra piatta. Si rileva a questo livello, una frequenza di concezioni incoerenti pari al 15%.

Considerando le concezioni emerse nella *V classe*, si ha che per quanto riguarda la forma, il 68% dei bambini risulta coerente nel rappresentare una Terra sferica, mentre nessuno di essi possiede concezioni coerenti di Terra piatta (Tabella 50). Vi è anche una certa percentuale di soggetti che rispondono agli item utilizzando in maniera abbastanza coerente la forma sferica (26%), mentre nessuno adotta la forma piatta. Si registra altresì una percentuale di incoerenza nelle risposte agli item, del 6%.

Tabella 50. Riepilogo della coerenza nelle concezioni espresse dai bambini circa la forma della Terra

classi	forma della Terra: (4 item)					
	coerenti			abbastanza coerenti		incoerenti
	4/4 sferica	4/4 piatta	Totale	3/4 sfera	3/4 piatta	
I	15	9	24	35	21	20
II	40	3	43	43	10	7
III	44	0	44	35	3	17
IV	48	0	48	37	0	15
V	68	0	68	26	0	6

Per determinare la coerenza delle concezioni circa la *gravità della Terra*, si è proceduto ad analizzare il rapporto tra le volte in cui era scelta o disegnata la gravità sul totale degli item che nello specifico erano tre: item 1 (Terra e uomini); item 3 (Terra e pioggia); item 15 (gravità Terra). Anche in questo caso venivano definite “coerenti” le concezioni che comparivano in 3 item su 3, “abbastanza coerenti” quelle che comparivano in 2 item su 3 ed “incoerenti” le altre.

I classe La concezione di gravità è risultata coerente nel 55% dei soggetti esaminati, che hanno mostrato di utilizzare stabilmente concezioni intuitive di tale fenomeno (Tabella 50). Si rileva inoltre un uso abbastanza coerente della medesima concezione da parte del 45% dei bambini, e l'assenza di concezioni incoerenti (Tabella 51).

Per quanto riguarda la gravità, il 53% dei bambini di II classe presenta concezioni coerenti di gravità intuitiva, mentre nessuno di essi mostra di possedere una concezione altrettanto stabile circa la corrispondente nozione scientifica (Tabella 51). Vi è inoltre una discreta percentuale di bambini che mostrano di possedere una concezione di gravità abbastanza coerente (47%), alcuni dei quali riguardo ad una gravità di tipo intuitivo (28%), altri ad un concetto scientifico di gravità (19%).

Riguardo alla gravità, si rileva che il 51% dei bambini di classe III utilizza in modo coerente una concezione intuitiva di gravità, mentre anche in questo caso nessun bambino mostra di possederne concezioni scientifiche stabili (Tabella 51). Si registra inoltre un uso abbastanza coerente della gravità nel 49% dei soggetti, ripartito in un 35% che utilizza concezioni intuitive ed un 17% che adotta visioni scientifiche del fenomeno.

In riferimento alla gravità, utilizzano in modo coerente uno stesso concetto di gravità intuitiva il 44% dei soggetti di IV classe (Tabella 50). I rimanenti soggetti risultano abbastanza coerenti (56%): di questi, il 41% riguardo una gravità di tipo intuitivo ed il 15% riguardo la nozione scientifica di gravità. Per la gravità non si osservano concezioni incoerenti tra i bambini di questo gruppo.

Per quanto riguarda la classe V, si osserva come vi sia la presenza di concezioni intuitive coerenti di gravità nel 23% dei bambini, mentre si registra una debole presenza di concezioni scientifiche stabili (6%) del fenomeno. Vi è poi il 72% dei bambini che presenta concezioni abbastanza stabili di gravità (il 46% rispetto ad una gravità di tipo intuitivo ed il 26% rispetto ad una gravità di tipo scientifico).

Tabella 50. Riepilogo della coerenza nelle concezioni espresse dai bambini circa la gravità della Terra.

classi	gravità dellaTerra: (3 item)				
	coerenti			abbastanza coerenti	
	3/3 intuitiva	3/3 scientifica	Totale	2/3 intuitiva	2/3 scientifica

I	55	0	55	45	0
II	53	0	53	28	19
III	51	0	51	35	17
IV	44	0	44	41	15
V	23	6	29	46	26

In conclusione, si può osservare come al progressivo incremento della concezione sferica di Terra corrisponda una progressiva riduzione delle concezioni intuitive/intuitive generalizzate di gravità. Da un punto di vista evolutivo si sottolinea l'abbandono delle concezioni intuitive stabili in corrispondenza del III gruppo, e l'inizio dell'acquisizione di una concezione sferica stabile in corrispondenza del V gruppo.

b. La stabilità delle concezioni relative al ciclo dì-notte

Per determinare la coerenza nelle concezioni espresse dai bambini riguardo il ciclo dì-notte, è stata eseguita una ricodifica a 4 livelli degli item relativi al ciclo dì-notte:

- della scala relativa alla sparizione del Sole di notte e al dì/notte dallo spazio sono stati collassati tra loro i livelli 1 e 2, i livelli 3, 4 e 5, i livelli 6 e 7, ed infine i livelli 8, 9 e 10;
- i livelli relativi all'item 16 (perché diventa notte) sono stati ricodificati collassando i livelli 4 e 5.

Si è quindi proceduto a valutare sia il numero di volte che veniva utilizzata una medesima spiegazione nei 4 item che indagavano sulla stessa concezione: item 5 (percorso diurno Sole); item 2 (Sole di notte); item 8 (dì/notte da spazio); item 16 (perché diventa notte), sia ad individuare il numero di spiegazioni adottate complessivamente da ciascun soggetto. Sono state definite "coerenti" quelle concezioni presenti in 4 item su 4, "abbastanza coerenti" quelle che apparivano 3 volte su 4 ed "incoerenti" quelle che apparivano 2 volte su 4.

Non sono state individuate concezioni stabili tra i bambini delle *classi I* (Tabella 51) : il 56% dei bambini utilizza concezioni abbastanza coerenti per spiegare il ciclo dì-notte, mentre la frequenza di quelle incoerenti si attesta attorno al 32%. Complessivamente, il 68% dei soggetti osservati utilizza due spiegazioni per descrivere tale fenomeno (probabilmente una per quello che si vede dalla Terra ed un'altra per il moto reciproco di Sole e Terra visti dallo spazio), mentre il 32% di essi ne adotta tre.

Nelle *classi II* non si rilevano concezioni stabili del ciclo dì-notte: il 31% dei bambini utilizza concezioni abbastanza coerenti, mentre il 62% di essi mostra di possedere concezioni incoerenti di tale fenomeno. La maggior parte dei bambini (59%) utilizza tre diverse spiegazioni per descrivere tale ciclo, mentre una percentuale minore di essi (41%) ne usa due nei 4 item (Tabella 51).

Nelle *classi III* si osserva la prima comparsa di concezioni coerenti (6%), assieme al permanere di una buona percentuale di concezioni incoerenti (57%) e di una percentuale minore di concezioni abbastanza coerenti (37%). Complessivamente, poco più della metà dei bambini di questo gruppo (54%) utilizza due spiegazioni per rappresentare l'alternanza dì-notte negli item, mentre il 40% di essi ne utilizza tre (su 4 item).

Nella classe IV, si registra l'assenza di concezioni coerenti, una discreta frequenza di concezioni abbastanza coerenti (30%) ed un lieve incremento di quelle incoerenti (63%).

Il 56% dei bambini utilizza due spiegazioni per descrivere l'alternanza di giorno e notte, mentre il 37% ne utilizza tre: tali frequenze sono molto simili a quelle rilevate nel gruppo precedente.

Relativamente alla stabilità delle concezioni, nella classe V si rileva il 3% di concezioni coerenti, il 31% di concezioni abbastanza coerenti ed il 59% di concezioni incoerenti.

Il 31% dei soggetti osservati usa 2 spiegazioni per descrivere il ciclo dì-notte, mentre il 66% dei bambini ne utilizza 3.

In definitiva, anche considerando coerenti i bambini che avessero risposto a 3 item su 4 adottando la medesima spiegazione, si otterrebbe un massimo di coerenza nel gruppo I del 56% ed un minimo di coerenza nel gruppo V (33%), dati che non solo contrasterebbero con la visione di Vosniadou e Brewer (1994) perché non diretti verso un naturale dispiegarsi del modello scientifico coerente, ma anche con le teorizzazioni dell'approccio di Nobes e collaboratori (2003; 2005), che vedono nell'incontro del bambino con l'informazione scientifica (come avviene di solito a livello dei gruppi III e V) il graduale collegamento delle nozioni frammentarie in una visione scientifica coerente.

Tabella 51. Riepilogo della stabilità nelle concezioni relative al ciclo dì-notte, tra i gruppi osservati.

gruppi	Ciclo dì-notte				
	coerenza			spiegazioni utilizzate	
	%			%	
	4/4	3/4	2/4	2	3
I	0	56	32	68	32
II	0	31	62	41	59

III	6*	37	57	54	40
IV	0	30	63	56	37
V	3*	31	59	31	66

*=misconcezioni

c. La stabilità della concezione relativa al ciclo delle stagioni

Dall'esame della stabilità delle concezioni individuate riguardo il ciclo delle stagioni, emerge che solo nel gruppo I ed in una piccola percentuale del gruppo II sono presenti concezioni stabili circa detto fenomeno. È importante sottolineare che, analogamente a quanto emerso per il ciclo dì-notte, la coerenza riguarda esclusivamente misconcezioni o concezioni intuitive. Considerando le concezioni abbastanza coerenti, si può osservare un incremento graduale attraverso i gruppi, della percentuale di bambini che utilizzano una medesima concezione in 2 item su 3.

Tabella 51. Riepilogo della stabilità nelle concezioni relative al ciclo delle stagioni, tra i gruppi osservati.

gruppi	Stagioni			
	coerenza %		spiegazioni utilizzate %	
	3/3	2/3	2	3
I	19*	27	68	32
II	7*	46	41	59
III	0	30	54	40
IV	0	17	56	37
V	0	35	31	66

*=misconcezioni

3.4 *Discussione*

Lo strumento di valutazione realizzato per il lavoro fin qui descritto, si è rivelato sufficientemente valido nell'individuare le concezioni di Terra, ciclo dì-notte e stagioni in bambini di scuola primaria. Attraverso tale strumento, che si costituisce come una prova strutturata del tipo carta e matita, è stato possibile raccogliere le concezioni di Terra, ciclo dì-notte e stagioni in bambini di età diverse, distinguendo le conoscenze culturalmente trasmesse (fattuali) da quelle scaturite dall'esperienza (intuitive) e da quelle costruite dall'individuo, sulla base delle precedenti, al fine di comprendere situazioni sconosciute (inferenziali): questo ultimo tipo di cognizioni rappresenterebbe, secondo Vosniadou, Skopeliti e Ikospentaki (2005), l'effettiva comprensione e l'uso delle concezioni indagate.

La prova strutturata ha permesso la raccolta delle concezioni del primo tipo attraverso item che contenevano domande tese a sollecitare il recupero dalla memoria delle informazioni (domande fattuali); ha consentito l'individuazione delle concezioni intuitive mediante item fondati su un sistema di riferimento terrestre e perciò vicini all'esperienza del bambino; ha promosso l'esplicitazione della comprensione dei fenomeni attraverso la proposta al bambino di situazioni sconosciute in cui mettere alla prova le concezioni possedute (domande di tipo inferenziale). Vi erano inoltre item che implicavano la realizzazione di disegni, ed item che richiedevano al soggetto di scegliere tra immagini o frasi, per dare ad ogni bambino la possibilità di esprimere le proprie concezioni in modo multimodale, attraverso le parole, la decodifica e l'interpretazione o la produzione di disegni.

Le concezioni raccolte sono state codificate e tradotte in livelli, corrispondenti agli schemi di codifica messi a punto per lo studio: alcuni di questi schemi derivano dalla letteratura esistente (Nussbaum e Novak, 1976; Mayer, 1982; Baxter, 1989; Vosniadou e Brewer, 1992-1994; Lanciano, 1996; Nobes, Martin e Panagiotaki, 2005; Straatemeier, van der Maas, Jansen, 2008), mentre gli altri sono stati creati ad hoc in precedenti lavori con Perucchini (2006; 2007; 2008). I livelli individuati sono stati successivamente tradotti in punteggi al fine di poter effettuare alcune analisi statistiche tese a confrontare le concezioni espresse da bambini di età diverse circa gli argomenti oggetto dell'indagine.

Le concezioni individuate circa la forma e la gravità della Terra nel campione esaminato subiscono un incremento legato all'età che ricalca la linea di sviluppo individuata in letteratura, che va da concezioni intuitive a concezioni sempre più vicine a quella scientifica. L'analisi separata dei concetti relativi alla forma della Terra ed alla forza di attrazione gravitazionale, ha permesso di stabilire che già a partire dalla II classe i bambini esaminati risultano essere in possesso della concezione sferica di Terra, alla quale però non si accompagna quella di gravità, che rimane a livello intuitivo fino alla fine del ciclo di scuola primaria. In altre parole, il concetto di gravità che il bambino si è costruito sulla base di esperienze di osservazione di fenomeni quali la caduta dei corpi, e di inferenze compiute sulla base di queste osservazioni - che lo conducono ad attribuire a tale caduta una direzione alto-basso - viene automaticamente trasferito dal bambino ad un

contesto di spiegazione più ampio, costituito dall'intero pianeta, mantenendo intatte tutte le caratteristiche originarie. Così anche la pioggia, ad esempio, cadrebbe sulla Terra-pianeta secondo direzioni nord-sud assolute, che scaturirebbero, secondo questa interpretazione, dall'utilizzo improprio di uno schema di spiegazione efficace a spiegare tale fenomeno da una prospettiva terrestre. L'utilizzo improprio di spiegazioni basate su un punto di vista terrestre in contesti basati su un punto di vista esterno alla Terra, secondo la dottoranda conduce alla formazione di concezioni intuitive generalizzate, qualitativamente diverse dalle concezioni sintetiche proposte da Vosniadou e Brewer (1992; 1994) in quanto non caratterizzate dal tentativo di integrare informazioni contrastanti, ma dal tentativo di utilizzare in contesti differenti una medesima spiegazione.

Anche la concezione maggiormente frequente tra i bambini riguardo il ciclo dì-notte, rappresenterebbe, secondo l'interpretazione fornita, una concezione intuitiva generalizzata, in quanto consiste nell'attribuzione al Sole di un movimento lineare nel cielo, con direzione alto-basso rispetto al terreno, probabilmente scaturito da esperienze di osservazione del tramonto: secondo questa concezione, dopo il tramonto il Sole si troverebbe "sotto" alla Terra, proseguendo in tal modo quel movimento verso il basso osservato dalla superficie terrestre e trasferito al sistema Terra-Sole.

Analogamente, le variazioni termiche stagionali percepibili alle nostre latitudini sono spiegate, dalla maggior parte dei bambini, in termini di variazioni di distanza tra il Sole e la Terra, che risulterebbe inferiore d'estate e maggiore in inverno: tale concezione risulterebbe essere una generalizzazione, al sistema Sole-Terra, di esperienze compiute dal soggetto sulla vicinanza-lontananza rispetto ad una fonte di calore.

Dall'esame dei livelli concettuali emersi in relazione al tipo di item, è emerso che la frequenza più elevata di misconcezioni riguardo la Terra, il ciclo dì-notte e l'alternanza delle stagioni, si registrasse a seguito di item a scelta multipla (di immagini e frasi) e non a seguito dell'esecuzione di un disegno: la comparsa di misconcezioni non risulta collegata ad item che utilizzano il disegno e quindi ad abilità grafiche individuali, pertanto, i risultati emersi dal presente studio non collimano con quanto teorizzato da Nobes, Martin e Panagiotaki (2005) e da Straatemeier e collaboratori (2008).

Dall'analisi condotta sui livelli concettuali raccolti, si può affermare che l'emergere di misconcezioni non appare collegato al tipo di item utilizzato, ad eccezione per il concetto di gravità, per il quale è stato osservato un incremento di misconcezioni a seguito di item che implicano l'esecuzione di un disegno. Tali risultati sono pertanto solo parzialmente in linea con le tesi dell'approccio frammentario di Nobes (et al., 2005), dal momento che la comparsa di misconcezioni riguardo la forma della Terra, il ciclo dì-notte ed il ciclo delle stagioni non appare direttamente collegata ad item che implicano l'esecuzione di un disegno.

L'utilizzo di domande di tipo fattuale o generativo dà luogo a risposte qualitativamente diverse soltanto per quanto concerne la concezione di Terra: le domande del primo tipo sembrano indurre i bambini a ricorrere a misconcezioni circa la gravità, mentre le domande del secondo tipo determinano un maggior numero di misconcezioni riguardo la forma della

Terra. Non sono stati osservati effetti a carico del tipo di domanda nei confronti delle concezioni relative al ciclo dì-notte e quelle riguardanti il ciclo delle stagioni.

Esaminando le concezioni raccolte dal punto di vista del sistema di riferimento usato negli item, si osserva che nel caso del ciclo dì-notte, l'adozione di un sistema di riferimento esterno alla Terra appare collegato ad alte percentuali di misconcezioni tra i bambini, mentre nel caso delle stagioni è l'adozione di un sistema di riferimento terrestre a provocare l'insorgere di misconcezioni.

Una possibile spiegazione potrebbe essere fondata sulla capacità, ancora limitata a livello di scuola primaria, di decentrarsi e cambiare punto di vista per trasferire concetti complessi come questi, da un sistema di riferimento terrestre ad un sistema di riferimento esterno alla Terra. Secondo questa interpretazione, i bambini esprimerebbero livelli concettuali più elevati quando l'item è situato nel medesimo contesto nel quale essi hanno acquisito le conoscenze relative al fenomeno: pertanto, nel caso del ciclo dì-notte, concezione scaturita dall'esperienza, una prospettiva terrestre facilita l'emissione di livelli concettuali più elevati; nel caso delle stagioni, concezione quasi totalmente trasmessa, un sistema di riferimento esterno alla Terra rappresenta meglio il contesto nel quale essi hanno acquisito le conoscenze ad esso relative.

Dall'analisi della coerenza delle concezioni individuate, calcolata sulla base del rapporto tra il numero di volte in cui il bambino esprime la medesima concezione, e il numero di item ad essa dedicati, è emersa la crescente presenza di concezioni coerenti circa la forma della Terra (piatta e sferica) in circa la metà dei bambini indagati. Si può osservare come al progressivo incremento della concezione sferica di Terra corrisponda, a livello della classe III, il progressivo abbandono delle concezioni intuitive stabili relative ad una Terra piatta. Inoltre sono emerse concezioni intuitive generalizzate stabili di gravità in circa la metà dei bambini osservati che lentamente si riducono tra i bambini più grandi che in qualche caso giungono a possedere concezioni scientifiche stabili di gravità. Dai risultati emersi sull'uso coerente della concezione di Terra, si può affermare che al progressivo incremento della concezione sferica di Terra corrisponda, nel campione osservato, una graduale riduzione delle concezioni intuitive/intuitive generalizzate di gravità.

L'esame della coerenza effettuato sulle concezioni relative al ciclo dì-notte ha messo in evidenza come, a parte alcuni bambini che mostrano di possedere misconcezioni coerenti, e circa un terzo di essi che presentano concezioni abbastanza coerenti, tutti gli altri siano in possesso di concezioni incoerenti su tale ciclo. Considerando il numero di spiegazioni diverse utilizzate per rispondere agli item, è stato infatti osservato come la quasi totalità dei bambini esaminati utilizzasse almeno due diverse spiegazioni per descrivere l'alternanza del dì e della notte sulla Terra. È stata inoltre rilevata una tendenza inversa nel numero delle spiegazioni usate in relazione all'età: al crescere dell'età diminuisce infatti la percentuale dei bambini che utilizza due spiegazioni, ma parallelamente aumenta la percentuale di quelli che ne utilizzano tre.

Una situazione analoga è stata individuata anche per quanto riguarda le concezioni infantili sul ciclo delle stagioni: anche in questo caso si è potuta osservare la presenza di misconcezioni coerenti solo in alcuni dei bambini più piccoli. A differenza di quanto descritto relativamente al ciclo dì-notte, in questo caso non si rileva una tendenza al cambiamento di tali concezioni legata all'età: le concezioni emerse nelle diverse classi sono prevalentemente stabili.

I risultati fin qui rilevati circa il ciclo dì-notte e le stagioni appaiono in contrasto non solo con le ipotesi di Vosniadou e Brewer (1994), circa la presenza di modelli mentali coerenti relativamente al ciclo dì-notte, ma anche con le teorizzazioni di Nobes, Martin e Panagiotaki (2005), che vedono nell'incontro del bambino con l'informazione scientifica il graduale collegamento delle nozioni frammentarie in un'unica visione scientifica coerente.

Cap 4.

Le concezioni astronomiche degli insegnanti e le loro aspettative circa le idee presenti nei bambini.

4.1 Introduzione

In letteratura è presente un esiguo numero di studi sulle concezioni astronomiche degli insegnanti di scuola primaria rispetto a quanti ne esistono sulle concezioni astronomiche dei bambini del medesimo grado di scuola. Molti di tali studi si sono posti l'obiettivo di indagare nei docenti la presenza di misconcezioni in campo astronomico (Shoon, 1995; Atwood & Atwood, 1995, 1996; Lanciano, 1996; Parker & Heywood, 1998; Vega Navarro, 2001; Brunsell & Marks, 2005; Frede, 2006), ed a confrontare il tipo e la quantità di misconcezioni in insegnanti appartenenti a gradi di scuola diversi (Trumper, 2002, 2005). Altre ricerche hanno studiato le concezioni degli insegnanti in formazione - prima e dopo un intervento didattico – circa fenomeni astronomici ad essi familiari come il ciclo dì-notte, le stagioni e le fasi della Luna (Callison & Wright, 1993; Camino, 1995; Atwood & Atwood, 1997; Trundle, Atwood & Christopher, 2002).

Non sono stati rintracciati in letteratura studi sulle aspettative da parte dei docenti di scuola primaria circa le possibili concezioni astronomiche presenti nei bambini: sono stati individuati soltanto due studi condotti su insegnanti di scuola secondaria superiore. In quegli studi, i docenti non solo si rivelavano inconsapevoli delle misconcezioni presenti tra gli studenti, ma anche di quelle che essi stessi possedevano (Berg & Brewer, 1991). Inoltre essi erano soliti sottostimare le concezioni degli studenti più giovani e di sovrastimare l'apprendimento dei loro studenti a seguito di un corso di astronomia (Lightman & Sadler, 1993).

Uno dei primi lavori sulle concezioni astronomiche degli insegnanti di scuola primaria fu condotto nel 1986 da Lawrentz mediante la somministrazione di un questionario dal quale scaturì che solo la metà dei soggetti aveva risposto correttamente: in alcuni casi le risposte sbagliate sembravano derivare da una mancanza di conoscenza, ma in altri casi gli insegnanti presentavano alcune misconcezioni.

Altri studi hanno mostrato che mentre alcuni insegnanti possiedono la concezione scientifica circa la causa delle fasi lunari, generalmente la maggior parte di essi presentano misconcezioni su tale fenomeno, attribuendone la causa all'ombra della Terra che si proietta sulla Luna oscurandola (Callison & Wright, 1993; Lanciano, 1996; Trundle, Atwood & Christofer, 2002; Trumper, 2003; Brunsell & Marks 2005).

In riferimento al ciclo dì-notte, alcune ricerche hanno scoperto che la maggior parte degli insegnanti possiede misconcezioni circa tale fenomeno (Shoon, 1995; Atwood & Atwood, 1995; Lanciano, 1996; Parker & Heywood, 1998; Trumper, 2003; Martinez

Sebastià & Martínez Torregrosa, 2005; Brunzell & Marks, 2005): una delle più diffuse riguarda la concettualizzazione errata che ne individua la causa nella rivoluzione della Terra attorno al Sole, seguita da quella in cui è il Sole a girare intorno alla Terra; per quanto riguarda il percorso diurno osservabile del Sole, la maggior parte degli insegnanti ritiene che il Sole sia allo Zenith a mezzogiorno mentre altri presentano misconcezioni sul percorso che esso compie durante il giorno ed anche sulla sua posizione durante la notte rispetto alla nostra posizione sulla Terra. nessuno dei docenti indagati era consapevole del cambiamento del percorso del Sole durante l'anno.

Soltanto pochi studi si sono finora dedicati alle idee degli insegnanti circa la forma della Terra e la posizione delle persone su di essa, scoprendo che essi possiedono alcune misconcezioni soprattutto per quanto riguarda la gravità (Lanciano, 1996; Vega Navarro, 2001; Brunzell & Marks, 2005). Relativamente alle stagioni, una percentuale considerevole di insegnanti attribuisce la causa di tale fenomeno a variazioni di distanza tra Sole e Terra (Shoon, 1995; Atwood & Atwood, 1996; Lanciano, 1996; Parker & Heywood, 1998; Trumper, 2003; Martínez Sebastià & Martínez Torregrosa, 2005).

È stato inoltre rilevato da alcuni studi che anche se gli insegnanti sembrano possedere alcune informazioni scientifiche di base, ma maggior parte di essi non riesce a collegare la sua conoscenza sulle stagioni alle differenze osservabili nell'altezza del Sole nel cielo durante l'anno (Martínez Sebastià & Martínez Torregrosa, 2005; Brunzell & Marks, 2005).

Occorre anche notare che gli insegnanti fanno scaturire le loro misconcezioni dall'averle sentite da altre persone – molto spesso un insegnante o i media – o dall'averle considerate tanto valide da evitare di controllare la loro esattezza (Shoon, 1995). Sembra pertanto che, come osserva Harris a proposito della fiducia dei bambini nella testimonianza degli adulti (2006), le misconcezioni culturalmente trasmesse sono spesso prese per buone dai bambini e permangono fino all'età adulta, come anche Gardner (2001) aveva illustrato.

Dal momento che, secondo Brunzell and Marks (2005), la comprensione degli insegnanti ha un drammatico impatto sul processo di apprendimento dei bambini, sembra importante analizzare sia le concezioni astronomiche degli insegnanti che le loro aspettative circa le idee presenti nei bambini, ed anche confrontare concezioni e predizioni espresse da insegnanti in servizio ed in formazione, anche in vista dello sviluppo di curricula per la formazione dei docenti di scuola primaria da parte delle Università.

Non risultano inoltre nel nostro Paese studi di questo tipo, ad eccezione di un precedente lavoro (Perucchini e Ronchi, 2008) condotto su un campione di insegnanti in formazione.

Il presente studio si pone pertanto i seguenti obiettivi:

- descrivere e confrontare le concezioni di Terra e ciclo dì-notte presenti in un gruppo di insegnanti in formazione ed in servizio, rilevandone la coerenza e la stabilità;

- confrontare le aspettative degli insegnanti in servizio ed in formazione circa le concezioni presenti nei bambini relativamente alla Terra ed al ciclo dì-notte;
- confrontare le idee espresse dai docenti dei due gruppi sulle concezioni infantili, sul ruolo dell'insegnante e su una didattica efficace a promuovere l'apprendimento del ciclo dì-notte in bambini di scuola primaria.

4.2 Metodo

Partecipanti

Hanno partecipato alla ricerca un totale di 126 individui, suddivisi in tre gruppi: il primo gruppo è costituito da 33 insegnanti di scuola primaria (30 femmine, 2 maschi, età media 45,2), in servizio presso il medesimo Circolo nel quale aveva avuto luogo l'indagine sui bambini descritta nel capitolo precedente; il secondo gruppo è formato da 47 studenti universitari al iscritti al III anno (46 femmine ed 1 maschio, età media 25) del corso di Laurea in Scienze della Formazione Primaria, che abilita all'insegnamento nella scuola primaria; il terzo gruppo è formato da 45 bambini di classe III (24 femmine, 21 maschi).

Descrizione dello strumento

Lo strumento utilizzato, del tipo carta e matita, è costituito da 15 item (Quadro sinottico 3 e 4). Di questi, i primi 5 sono tratti dal TDNS – la prova utilizzata nello studio sui bambini e descritta nel Capitolo 3 – ed indagano le concezioni di Terra e ciclo dì-notte presenti nei due gruppi di docenti: si tratta di item a risposta aperta basati su domande di tipo fattuale (DIS- Terra e uomini; DIS- Sole percorso diurno; DIS- dì/notte spazio) o inferenziale (DIS- Terra, nuvole e pioggia; DIS- Sole di notte). Tali item richiedono al soggetto di esprimere la propria concezione attraverso l'esecuzione di un disegno.

Fanno parte della prova anche 4 item a risposta chiusa costituiti da una scelta multipla di immagini e di frasi finalizzati ad indagare il tipo di concezioni, circa la Terra ed il ciclo dì-notte, che gli insegnanti attribuiscono ai bambini di scuola primaria. Negli item di questo tipo gli insegnanti vengono anche invitati a spiegare per iscritto le ragioni della scelta fatta, scrivendo come mai, secondo loro, il bambino avrebbe risposto in quel modo: l'analisi di tali risposte tuttavia non verrà effettuata in questa sede.

Quadro Sinottico 3. Lo strumento utilizzato per l'indagine sugli insegnanti.

CONCEZIONE	TIPO DOMANDA E COMPITO	RISPOSTA APERTA		RISPOSTA CHIUSA	
		Recupero di nozioni	Formulazione di inferenze	Recupero di nozioni	Formulazione di inferenze
CONCEZIONI DOCENTI	DIS- Terra e uomini	dis			
	DIS- Terra, nuvole e pioggia		dis		
	DIS- percorso diurno del Sole	dis			
	DIS- Sole di notte		dis + did.		
	DIS- dì/notte dallo spazio	dis + did			
IPOTESI CONCEZIONI	SMI-IPO- forma Terra			smi	
	SMI-IPO- Sole di notte				smi
	SMI-IPO- terra, nuvole e pioggia				smi
	SMI-IPO- Sole percorso diurno			smi	
ITEM		RISPOSTA APERTA		RISPOSTA CHIUSA	
IPOTESI DIDATTICA	DID- differenze adulto/bambino			sì/no	
	DID- spiega differenz	testo			
	DID- ruolo insegnante	testo			
	DID- strumenti didattici	testo			
	DID- strategie didattiche	testo			
	DID- efficacia strumenti e strategie	testo			

Quadro Sinottico 4. L'ordine di presentazione degli item nello strumento utilizzato.

N. PROGR.	CONSEGNA	TIPO
1	Disegna la Terra come pensi che sia. Poi aggiungi 10 persone alla Terra.	DIS
2	Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo? Disegna dove si trova il Sole durante la notte. Spiega il tuo disegno.	DIS
3	Piove su tutta la Terra. Disegna la Terra con le nuvole e la pioggia.	DIS
4	Disegna il Sole al mattino, a mezzogiorno e al pomeriggio	DIS
5	Disegna il Sole e la Terra nello spazio, quando da noi ... è giorno/è notte. Indica sulla Terra il luogo dove abitiamo noi.	DIS
6	Immagina di chiedere ad un bambino di 8 anni di fare un disegno della Terra. Quale sarà il suo disegno?	SMI
7	Immagina di chiedere ad un bambino di 8 anni: "Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo? Dove si trova il Sole durante la notte?"	SM
8	Immagina di chiedere ad un bambino di 8 anni di disegnare la Terra con le nuvole e la pioggia. Quale sarà il suo disegno?	SMI
9	Immagina di chiedere ad un bambino di 8 anni di fare un disegno del Sole nei diversi momenti della giornata (mattino, mezzogiorno, pomeriggio). Quale sarà il suo disegno?	SMI
10	Secondo te, esistono delle differenze tra le concezioni dei bambini e quelle degli adulti riguardo alla Terra e al ciclo dì-notte?	SI/NO
11	Se hai risposto sì, spiega come mai esistono tali differenze.	TESTO
12	Descrivi il ruolo dell'insegnante nel favorire l'apprendimento delle concezioni scientifiche nei suoi alunni	TESTO
13	Immagina di dover progettare un intervento didattico... Quali strumenti utilizzeresti?	TESTO
14	(Immagina di dover progettare un intervento didattico...) Quali strategie didattiche adoteresti?	TESTO
15	Spiega perché, secondo te, gli strumenti e le strategie scelte sono efficaci:	TESTO

Gli item 6 e 8 (DIS- IPO- Terra e uomini; DIS-IPO- Terra, nuvole e pioggia) (Allegati 2) invitano infatti l'insegnante a scegliere quale, tra i disegni di Terra presentati, potrebbe rappresentare meglio quello realizzato da un bambino di 8 anni. Ciascuna delle immagini che costituiscono le diverse alternative di scelta nei due item rappresenta una delle concezioni più frequentemente rintracciate in letteratura e rappresenta uno dei livelli concettuali dello schema di codifica utilizzato nell'indagine sui bambini per la codifica delle concezioni infantili circa la Terra e la gravità (Cap. 3, Tabella 8). Analogamente, gli item 7 e 9 (DIS-IPO- Sole di notte; DIS-IPO- Sole percorso diurno) (allegati 3) implicano una scelta che esprime la concezione presumibilmente espressa da un bambino di 8 anni circa il ciclo dì-notte (Tabelle 54-55). Anche per questi item, le alternative di scelta sono rappresentate dalle concezioni emerse in letteratura ed in studi precedenti (Perucchini, Ronchi, 2007; 2008), e rappresentano altrettanti livelli nelle scale di codifica individuate per il ciclo dì-notte e per il percorso diurno del Sole nel cielo (Capitolo 3, Tabelle 9 e 10) (Allegati 4)

Segue un gruppo di 6 item a risposta aperta, due dei quali indagano la consapevolezza, da parte degli insegnanti, dell'esistenza di differenze tra le concezioni di Terra e ciclo dì-notte presenti nei bambini e negli adulti (DID- differenze adulto/bambino), ed a cosa essi attribuiscono tale differenza (DID- spiega differenze). Un altro item è teso a rilevare il ruolo riconosciuto al docente nell'apprendimento delle scienze (DID- ruolo insegnante), ed altri 3 item indagano più in dettaglio la scelta di strumenti e strategie didattiche ritenute efficaci all'insegnamento del ciclo dì-notte in una terza classe (DID- strumenti didattici; DID- strategie didattiche) e le riflessioni circa la loro efficacia (DID- efficacia strumenti e strategie).

Per verificare le caratteristiche di validità di questa parte dello strumento, si è proceduto ad analizzare la distribuzione delle frequenze nelle diverse scale utilizzate per verificare se vi fossero addensamenti eccessivi di risposte ad un singolo livello (Tabelle 56, 57, 58, 59, 60).

Da un punto di vista psicometrico si rileva che la validità di tali item è appena sufficiente, dal momento che in tre scale su 5 (DID- spiega differenze; DID- strumenti didattici; DID-perché efficaci) si riscontrano frequenze superiori al 50% rispettivamente nei livelli 1 (sbilancio di conoscenze), 3 (modelli tridimensionali in scala), e 4 (sono esperienze concrete). La dottoranda ritiene comunque che tali concentrazioni potrebbero anche scaturire da convinzioni radicate presenti nei docenti, per cui ritiene opportuno rimandare la discussione circa la validità dello strumento ad un momento successivo.

Tabella 56, 57, 58, 59, 60. Distribuzione di frequenza dei punteggi delle scale che riguardano le concezioni presenti negli insegnanti circa la differenza tra le concezioni di adulti e bambini, il ruolo del docente nell'apprendimento delle scienze, strumenti e strategie didattiche scelte per insegnare il ciclo di-notte e loro efficacia.

LIVELLI	DESCRIZIONE	DID- spiega differenze %
1	sbilancio di conoscenze	54
2	diverso grado di sviluppo cognitivo	15
3	differenze qualitative	31

LIVELLI	DESCRIZIONE	DID- ruolo insegnante %
1	sviluppare la curiosità dei bambini	19
2	trasmettere l'amore per la scienza	6
3	trasmettere nozioni	20
4	realizzare esperienze e simulazioni	32
5	utilizzare l'osservazione diretta	7
6	favorire la scoperta	15
7	modificare le concezioni preesistenti	1

LIVELLI	DESCRIZIONE	DID- strumenti didattici %
1	sussidi bidimensionali (libri, ecc.)	26
2	filmati e documentari	7
3	modelli tridimensionali in scala	56
4	osservazione diretta/planetario	11

LIVELLI	DESCRIZIONE	DID- strategie didattiche %
1	sostenere curiosità e motivazione	14
2	trasmissione di nozioni scientifiche	18
3	realizzazione di attività pratiche	40
4	utilizzazione del metodo scientifico	3
5	partire dalle conoscenze intuitive	25

LIVELLI	DESCRIZIONE	DID- perché efficaci %
1	si sono rivelate efficaci nel passato	5
2	interessano i bambini	19
3	sono adeguate all'età dei bambini	7
4	sono esperienze concrete	53
5	promuovono la scoperta autonoma	16

Codifica

La codifica degli item tratti dal TDNS (DIS- Terra e uomini; DIS- Terra, nuvole e pioggia; DIS-Sole di notte; DIS- dì/notte da spazio; DIS-Sole percorso diurno) è stata effettuata attribuendo a ciascun disegno un valore numerico corrispondente al livello concettuale individuato nelle corrispondenti scale (rispettivamente: la scala a 8 livelli relativa alla forma e gravità della Terra, la scala a 10 livelli relativa alla sparizione del Sole di notte, e la scala a 5 livelli relativa al percorso diurno osservabile del Sole).

Le medesime scale, per la descrizione delle quali si rimanda al Capitolo 3, sono state utilizzate anche per la codifica dell' item 6 (SMI-IPO-Terra uomini), l'item 8 (SMI-IPO-Terra, nuvole e pioggia), dell'item 7 (SMI-IPO- Sole di notte) e l'item 9 (SMI-IPO- Sole percorso diurno).

Per la codifica dell'item 10 (DID- esistono differenze adulto/bambino) è stato sufficiente attribuire il valore 1 alle risposte positive nelle quali il soggetto individuava

differenze tra le concezioni astronomiche di bambini e adulti, ed il valore 0 a quelle in cui docenti rispondevano in maniera negativa.

La codifica degli item da 11 a 15 è stata invece effettuata raggruppando le risposte fornite dai docenti in macro-categorie alle quali è stato attribuito un punteggio crescente sulla base di alcuni criteri psico-pedagogici desunti dalla letteratura esistente (Strike e Posner, 1982; Lanciano, 1996).

La codifica dell'item 11 (DID- spiega differenze) è stata effettuata attribuendo a ciascuna risposta un punteggio da 1 a 3 lungo una scala che valuta la comprensione, da parte degli insegnanti, delle differenze tra le concezioni dei bambini e quelle degli adulti (Tabella 61). La scala è stata costruita sulla base di alcune concezioni dello sviluppo cognitivo emerse nella storia della psicologia dello sviluppo: l'idea, ad esempio, che il bambino possieda una struttura psichica qualitativamente simile a quella dell'adulto e che si diversifichi da questa solo per il ristretto numero di conoscenze che la sua giovane età e la scarsa esperienza gli consentono (Petter, 1966), è probabilmente condivisa anche da alcuni insegnanti che hanno risposto affermando che, contrariamente agli adulti, i bambini non hanno ancora ricevuto istruzione scolastica su detti argomenti (Livello 1).

Al Livello 2 sono state raggruppate tutte le risposte che fornivano spiegazioni basate su una visione piagetiana dello sviluppo, a lungo condivisa dalla comunità scientifica, secondo la quale l'apprendimento sarebbe possibile soltanto quando le strutture mentali infantili risulterebbero pronte ad accogliere determinate informazioni. Le differenze tra le concezioni astronomiche dei bambini e degli adulti secondo queste insegnanti sarebbero quindi da ricercare nel fatto che gli adulti hanno una struttura mentale pronta ad accogliere tali concezioni, mentre quella dei bambini sarebbe ancora troppo immatura.

Al livello 3 sono state inserite tutte le risposte che tengono conto dei modi diversi di concettualizzare la Terra ed il ciclo dì-notte messi in atto dai bambini sulla base dell'esperienza e molto prima che essi ricevano dall'ambiente scolastico le informazioni scientifiche, come è stato messo in evidenza dagli studi sulle concezioni astronomiche infantili (Vosniadou e Brewer, 1992; 1994; Lanciano, 1996).

Tabella 61. La scala utilizzata per valutare la comprensione delle differenze tra le concezioni dei bambini e quelle degli adulti da parte degli insegnanti osservati (item 11).

DID- spiega differenze	
LIVELLO	DESCRIZIONE
1	sbilancio di conoscenze
2	diverso grado di sviluppo cognitivo
3	differenze qualitative

L'item 12 è stato codificato tenendo conto sia delle teorizzazioni di Strike e Posner (1982) circa le condizioni che determinano il cambiamento concettuale nel dominio di sconoscenza scientifico, che del ruolo a lui attribuito come promotore di un apprendimento per scoperta (Bruner, 1961; 1981) (Tabella 62).

Considerando complessivamente i livelli individuati nella scala, si rileva che nei primi due livelli considerati al docente viene riconosciuto il ruolo generico di sviluppare la curiosità infantile verso la realtà naturale (Livello 1) o quello di infondere nei suoi allievi l'amore per le scienze (Livello 2).

Nei 3 livelli successivi si osserva come al docente venga assegnato un ruolo di primo piano nella didattica, dal momento che a lui spetterebbe di trasmettere nozioni scientificamente corrette (Livello 3), di condurre esperimenti/simulazioni con modelli (Livello 4) o di ricorrere all'osservazione diretta dei fenomeni nella didattica (Livello 5).

Il ruolo dell'insegnante passa invece in secondo piano nelle risposte assegnate al Livello 6, nelle quali viene visto come promotore di un apprendimento per scoperta messo in atto dagli allievi stessi, ed in quelle riconducibili al Livello 7, nelle quali viene attribuito al docente il compito di modificare mediante l'insegnamento, le concezioni intuitive dei bambini.

Tabella 62. La scala utilizzata per valutare le idee degli insegnanti circa il ruolo del docente nell'apprendimento delle scienze (item 12).

DID- ruolo insegnante	
LIVELLO	DESCRIZIONE
1	sviluppare la curiosità dei bambini
2	trasmettere l'amore per la scienza
3	trasmettere nozioni
4	realizzare esperienze e simulazioni
5	utilizzare l'osservazione diretta
6	favorire la scoperta
7	modificare le concezioni preesistenti

La codifica dell'item 13 è stata attuata tenendo conto di quanto teorizzato da Lanciano (1996) circa l'inefficacia di una didattica dell'astronomia basata su manuali e sussidi bidimensionali (Tabella 63). Pertanto, sono state considerate al Livello 1 tutte le risposte nelle quali venivano scelti sussidi a due dimensioni come libri, atlanti del cielo, illustrazioni e foto da satelliti, mappe celesti e così via.

Al Livello 2 sono comprese le risposte nelle quali si fa ricorso a filmati, documentari, programmi di simulazione relativi al moto dei pianeti del Sistema Solare, ecc., che, pur essendo a due dimensioni hanno il pregio di dare una certa idea del movimento, anche se richiedono una capacità di decentrarsi non sempre pienamente posseduta dai bambini di terza classe (i destinatari dell'ipotetica lezione sul ciclo dì-notte).

Il Livello 3 è rappresentato da quelle risposte in cui si sceglie di utilizzare dei modellini tridimensionali per rappresentare il ciclo dì-notte: anche in questo caso, pur avendo il pregio di rappresentare nelle tre dimensioni il movimento dei corpi celesti, rimane la criticità relativamente al sistema di riferimento usato, esterno alla Terra e pertanto lontano dall'esperienza dei bambini.

Del Livello 4 fanno parte le risposte che scelgono di utilizzare l'osservazione diretta dei fenomeni e/o il planetario, sussidio questo che rispecchia fedelmente la realtà osservata e sperimentata dal bambino, consentendogli di elaborarne la concezione iniziale.

Tabella 63. La scala utilizzata per indagare la scelta degli strumenti didattici da parte degli insegnanti (item 13).

DID- strumenti didattici	
LIVELLO	DESCRIZIONE
1	sussidi bidimensionali (libri, ecc.)
2	filmati e documentari
3	modelli tridimensionali in scala
4	osservazione diretta/planetario

Anche l'item 14, codificato utilizzando i medesimi criteri già espressi per l'item 12, è formato da una scala i cui valori rappresentano le concezioni espresse dai docenti.

Del Livello 1 fanno parte le risposte nelle quali si sottolinea il ricorso a strategie che sostengano la curiosità e la motivazione degli allievi.

Al Livello 2 sono presenti le risposte nelle quali si attribuisce un rilievo particolare alla lezione frontale, in cui ha luogo la trasmissione delle informazioni scientifiche ai bambini.

Al Livello 3 si trovano le risposte nelle quali la didattica si fonda sulla realizzazione di attività pratiche.

Al Livello 4 appartengono quelle risposte nelle quali si sceglie come strategia didattica l'utilizzazione del metodo scientifico galileiano.

Del Livello 5, infine, fanno parte le risposte dalle quali emerge la scelta di fondare la didattica sulle conoscenze intuitive dei bambini.

Tabella 64. La scala utilizzata per indagare la scelta delle strategie didattiche da parte dei docenti (item 14)

DID- strategie didattiche	
LIVELLO	DESCRIZIONE
1	sostenere curiosità e motivazione
2	trasmissione di nozioni scientifiche
3	realizzazione di attività pratiche
4	utilizzazione del metodo scientifico
5	partire dalle conoscenze intuitive

La codifica dell'item 15, relativa alle idee dei docenti circa l'efficacia degli strumenti e delle strategie scelte, è stata effettuata mediante una scala a 5 livelli che va da concezioni più vaghe a concezioni più consapevoli dell'efficacia (Tabella 65).

Il Livello 1 è rappresentato da quelle risposte in cui l'efficacia è legata all'aver già svolto, con un certo successo, lo stesso percorso, ritenuto, appunto per questo, efficace.

Il Livello 2 comprende quelle risposte che assegnano efficacia a quegli strumenti e strategie che interessano i bambini, mentre il Livello 3 include le risposte nelle quali l'efficacia risulta legata all'adeguatezza di strumenti e strategie rispetto all'età dei bambini.

Il Livello 4 è stato assegnato a quelle risposte che reputano efficaci strumenti e strategie in grado di promuovere nei bambini un apprendimento per scoperta.

Tabella 65. La scala utilizzata per esaminare l'efficacia attribuita dai docenti agli strumenti e alle strategie scelte (item 15)

DID- perché efficaci	
LIVELLO	DESCRIZIONE
1	si sono rivelate efficaci nel passato
2	interessano i bambini
3	sono adeguate all'età dei bambini
4	sono esperienze concrete
5	promuovono la scoperta autonoma

Per determinare la connessione tra le concezioni possedute dagli insegnanti e quelle da essi attribuite ai bambini, sono stati utilizzati i punteggi standardizzati (Z), che hanno reso possibile il confronto tra scale differenti.

Per determinare la stabilità nell'uso delle concezioni, si è valutato il rapporto esistente tra il numero delle volte in cui compariva una certa concezione sul totale degli item: in particolare si è voluto registrare se la medesima concezione di forma e gravità compariva in ambedue gli item dedicati alla Terra (item 1 e 3)e, analogamente, se la medesima spiegazione circa l'alternanza dì-notte veniva fornita nei due item che indagavano tale ciclo da una prospettiva esterna alla Terra (item 2 e 5)¹⁹.

Per individuare l'esistenza di legami tra le concezioni circa il ruolo del docente nell'apprendimento e la didattica, ed anche tra l'efficacia e gli strumenti e strategie scelti, sono state utilizzate delle tabelle incrociate nella quali si sono considerati solo gli incroci che avessero una percentuale pari o superiore al 10%.

4.3. Risultati

I dati raccolti dalla somministrazione dello strumento sono stati esaminati a tre livelli: ad un primo livello sono state descritte le concezioni presenti negli insegnanti circa la

¹⁹ I dati sulle concezioni espresse dai bambini utilizzati per determinare la stabilità nei due item relativi al ciclo dì-notte, sono stati estrapolati dallo studio sui bambini descritto al Capitolo 3.

Terra ed il ciclo di-notte in relazione al gruppo di appartenenza, rilevandone sia la coerenza e la stabilità, al fine di determinare se si tratti di modelli mentali tra loro correlati e coerenti (Vosniadou e Brewer 1992; 1994) o di frammenti di conoscenza incoerenti, tra loro sconnessi (Nobes et al., 2003;2005), sia l'eventuale presenza di (mis) concezioni ricorrenti.

Ad un secondo livello di analisi sono state confrontate le concezioni attribuite ai bambini dai docenti con quelle realmente espresse dai bambini, al fine di valutare l'accuratezza nelle previsioni di ciascun gruppo di docenti. Si è inoltre esaminata l'eventuale esistenza di una relazione tra le concezioni presenti negli insegnanti e l'adeguatezza delle predizioni sui bambini.

Ad un terzo livello di analisi si sono confrontate le idee espresse dai docenti dei due gruppi sulle concezioni infantili, sul ruolo dell'insegnante e sulla didattica, al fine di individuare eventuali differenze. Si è inoltre esaminata l'eventuale esistenza di una relazione tra l'adeguatezza delle predizioni ed il tipo di didattica progettata per l'ipotetica attività sul ciclo di-notte.

4.3.1 Primo livello di analisi

La forma della Terra e la gravità negli insegnanti in servizio e in formazione

L'andamento nella distribuzione dei livelli concettuali circa la forma e la gravità della Terra, espressi a seguito dell'item 1(DIS-Terra e uomini, Tabella 66), risulta sostanzialmente simile nei due gruppi, anche se le concezioni presenti nel gruppo di docenti in formazione risultano complessivamente di livello più elevato rispetto a quelle dei docenti in servizio.

Tabella 66. I livelli concettuali relativi alla forma e alla gravità della Terra rilevati nei due gruppi di docenti a seguito dell'item "Disegna la Terra come pensi che sia. Ora aggiungi 10 persone al disegno".

ITEM 1: DIS-TERRA E UOMINI		Gruppi (%)	
Livello		PRE-SERVICE	IN-SERVICE
1	Terra piatta	0	0
2	Terra a disco	0	0
3	Terra doppia	0	4
4	Terra come sfera cava	0	0

5	Terra abitata solo sopra	0	4
6	Terra sferica – coord. spaziali assolute	83	88
7	Terra sferica – coord. spaziali disc./inc.	6	0
8	Terra sferica – forza di gravità	11	4
MEDIA		6,29	5,92
D.S.		,667	,759

Tra questi ultimi si registrano infatti alcune misconcezioni circa la forma della Terra (4%), ed una frequenza minore di concezioni scientificamente corrette rispetto agli insegnanti in formazione (rispettivamente 4% contro l'11%).

Analogamente a quanto osservato per i bambini nel Capitolo 3, anche per i docenti la moda dei punteggi si attesta in entrambi i gruppi al livello 6, e ciò porta ad ipotizzare la persistenza di concezioni intuitive generalizzate di gravità anche in adulti dotati di istruzione medio-alta quali i docenti.

La differenza tra i punteggi medi registrati nei due gruppi risulta tendenzialmente significativa all'analisi effettuata mediante il test Anova [$F(3,903) = p.053$], mentre l'analisi della varianza individua nell'intero campione dei docenti differenze significative legate all'item e non al gruppo di appartenenza [between-subject effects: intercept(4347,804) = p.000].

Per quanto concerne le concezioni di Terra raccolte attraverso un item di tipo fattuale, il gruppo dei docenti in formazione risulta pertanto in possesso di livelli tendenzialmente più evoluti rispetto ai docenti in servizio.

La distribuzione dei punteggi espressi dagli insegnanti a seguito dell'item 3 (DIS-Terra, nuvole e pioggia, Tabella 67) si differenzia maggiormente tra i due gruppi considerati: anche in questo caso i livelli concettuali presenti nei docenti in formazione risultano più elevati di quelli posseduti dagli insegnanti in servizio, i quali presentano una discreta percentuale di disegni raffiguranti la Terra piatta (18%) o abitata solo in alto (15%).

Tabella 67. I livelli concettuali relativi alla forma e alla gravità della Terra rilevati nei due gruppi di docenti a seguito dell'item "Piove su tutta la Terra. Disegna la Terra con le nuvole e la pioggia".

ITEM 3: DIS-TERRA, NUVOLE E PIOGGIA		Gruppi (%)	
Livello		PRE-SERVICE	IN-SERVICE
1	Terra piatta	0	18
2	Terra a disco	0	0
3	Terra doppia	0	4
4	Terra come sfera cava	3	0
5	Terra abitata solo sopra	0	15
6	Terra sferica – coord. spaziali assolute	63	40
7	Terra sferica – coord. spaziali disc./inc.	6	0
8	Terra sferica – forza di gravità	28	22
MEDIA		6,57	5,26
D.S.		1,008	2,379

Anche nel caso di un item di tipo generativo come questo, in entrambi i gruppi la moda dei punteggi viene registrata al livello 6, confermando la presenza di concezioni intuitive generalizzate di gravità in entrambi i gruppi.

La differenza tra i punteggi medi dei gruppi, analizzata mediante il test Anova, risulta tendenzialmente significativa [$F(8,663) = p.005$], mentre, analogamente a quanto evidenziato per l'item 1, l'analisi della varianza individua tra i docenti differenze significative non legate al gruppo di appartenenza [between-subject effects: intercept(704,241) = p.000].

Sia nel gruppo di docenti in formazione che in quello dei docenti in servizio, le concezioni espresse a seguito degli item sulla forma e la gravità della Terra non sono tra loro correlate [rispettivamente: rho di Spearman = .282 n.s.; rho di Spearman = .234 n.s. s].

L'analisi della stabilità delle concezioni espresse nei due item mostra che la maggior parte degli insegnanti indagati (il 74% di quelli in formazione ed il 72% di quelli in servizio) utilizza in modo coerente la nozione scientifica riguardo la forma, rappresentando la Terra sferica in entrambi gli item.

Per quanto riguarda la gravità, si rileva la presenza di un'alta percentuale di concezioni intuitive/intuitive generalizzate di gravità, stabilmente utilizzate dai soggetti appartenenti ad entrambi i gruppi: (il 51% degli insegnanti in formazione e il 64% di quelli in servizio).

Risultati simili si erano registrati con i bambini per quanto riguarda la forma e la gravità della Terra nel precedente studio (Capitolo 3): esaminando in questa sede la coerenza espressa dai bambini a seguito dei due item considerati, si ha che il 72% di essi presenta concezioni scientifiche coerenti circa la forma della Terra, ed il 78% presenta concezioni intuitive/ intuitive generalizzate stabili circa la gravità.

Tali risultati sarebbero pertanto in linea con l'ipotesi di Brunzell e Marks (2005) circa gli effetti della comprensione da parte degli insegnanti sull'apprendimento degli alunni.

Le concezioni sul ciclo dì-notte negli insegnanti in servizio e in formazione

L'esame dei livelli concettuali emersi a seguito dell'item 2 (DIS-Sole di notte, Tabella 68) nei due gruppi esaminati rivela una sostanziale omogeneità nelle distribuzioni delle frequenze relative alla sparizione del Sole durante la notte.

Sia gli insegnanti in formazione che quelli in servizio presentano una moda corrispondente alla nozione scientifica del fenomeno (rispettivamente, il 35% ed il 50% di essi), che indica l'avvenuta acquisizione della capacità, da parte dei docenti, di ricollegare il fenomeno osservato della sparizione del Sole all'orizzonte terrestre, ai moti relativi di Sole e Terra che avvengono nello spazio.

Si rileva comunque tra gli insegnanti in formazione una misconcezione piuttosto comune, legata ad un errore nell'attribuire la causa del ciclo dì-notte al movimento di rivoluzione invece che a quello di rotazione terrestre (24%). Nel gruppo di insegnanti in servizio si segnala la presenza di concezioni fondate su un sistema di riferimento terrestre (32%), che, analogamente a quanto esposto nel precedente capitolo, sono state considerate accettabili dal momento che la domanda stessa traeva spunto dall'esperienza di non vedere il Sole nel cielo.

Dall'analisi dei punteggi medi ottenuti dai due gruppi non emergono differenze significative [Anova test: $F(,000) = p.982$ n.s.], anche se dall'analisi della varianza si segnalano differenze significative tra i soggetti che però non sono legate al gruppo di appartenenza [between-subject effects: intercept(1084,133) = $p.000$]

Tabella 68. I livelli concettuali relativi al ciclo di-notte rilevati nei due gruppi di docenti a seguito dell'item "Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo? Disegna dove si trova il Sole durante la notte".

ITEM 2: DIS-SOLE DI NOTTE		Gruppi (%)	
Livelli		PRE-SERVICE	IN-SERVICE
1	Spiegazioni animistiche/precausali	0	0
2	Resta nel cielo ed è coperto	0	4,5
3	Si allontana/va nello spazio	0	0
4	Va dietro alle montagne/al mare	0	0
5	Va verso il basso della Terra	5	4,5
6	Sole e luna girano attorno alla Terra	14	4,5
7	Va dall'altra parte del mondo	14	32
8	La Terra gira attorno al Sole (moto di rivoluzione)	24	0
9	La Terra ruota:Sole e Luna sono fissi	8	4,5
10	La Terra ruota e il Sole è fisso	35	50
MEDIA		8,22	8,23
DEV. STANDARD		1,635	2,181

Anche l'andamento delle frequenze relative al ciclo di-notte da una prospettiva esterna alla Terra (DIS-di-notte da spazio, Tabella 69) rivela una essenziale somiglianza tra le concezioni espresse dai due gruppi. I punteggi di moda presenti tra gli insegnanti in formazione e tra gli insegnanti in servizio coincidono in entrambi i casi con la concezione scientifica (condivisa rispettivamente dal 51% e dal 57% dei soggetti).

Tabella 69. I livelli concettuali relativi al ciclo di-notte rilevati nei due gruppi di docenti a seguito dell'item "Disegna il Sole e la Terra come pensi che siano nello spazio quando da noi... è giorno/ è notte".

ITEM 5: DIS-D/N DALLO SPAZIO		Gruppi (%)	
Livelli		PRE-SERVICE	IN-SERVICE
1	Spiegazioni animistiche/precausali	0	0
2	Resta nel cielo ed è coperto	0	3
3	Si allontana/va nello spazio	0	0
4	Va dietro alle montagne/al mare	0	0
5	Va verso il basso della Terra	7	10
6	Sole e luna girano attorno alla Terra	5	0
7	Va dall'altra parte del mondo	15	30
8	La Terra gira attorno al Sole (moto di rivoluzione)	15	0
9	La Terra ruota:Sole e Luna sono fissi	7	0
10	La Terra ruota e il Sole è fisso	51	57
MEDIA		8,63	8,33
DEV. STANDARD		1,670	2,171

Si osserva tuttavia nel gruppo dei docenti in servizio il persistere di concezioni geocentriche (30%), e nel gruppo dei docenti in formazione della misconcezione legata al movimento di rivoluzione (15%), accompagnato dall'incremento di concezioni di natura geocentrica (15%) assenti nell'item 2.

Analisi statistiche condotte sui punteggi medi non hanno evidenziato differenze significative tra i gruppi [Anova test: $F(,436) = p.511$ n.s.], mentre sono state registrate differenze significative tra i soggetti indipendentemente dal gruppo di appartenenza [between-subject effects: intercept(1386,646)= p.000].

Data la presenza, negli item 2 e 5, di misconcezioni tra i docenti in formazione (rispettivamente il 32% ed il 22% del totale), quasi completamente assenti tra i docenti in servizio (rispettivamente lo 0% ed il 4,5%), e di concezioni intuitive/intuitive generalizzate in entrambi i gruppi (rispettivamente il 39% ed il 35% del totale), si osserva come la

misconcezione più diffusa tra i docenti in formazione come anche le visioni geocentriche fornite dagli insegnanti in servizio corrispondano a quelle emerse in studi precedenti (Shoon, 1995; Atwood & Atwood, 1995; Lanciano, 1996; Parker & Heywood, 1998; Trumper, 2003; Martínez Sebastià & Martínez Torregrosa, 2005; Brunsell & Marks, 2005).

Dall'analisi dell'andamento dei livelli concettuali emersi a seguito dell'item 4 (DIS-Sole percorso diurno, Tabella 70), si osserva come nel gruppo dei docenti in servizio non si riscontrino misconcezioni circa il percorso osservabile del Sole - ad eccezione di un 3% che esprime una concezione di Sole fisso nel cielo -, mentre nel gruppo degli insegnanti in formazione l'11% dei soggetti presenti misconcezioni di vario tipo circa tale percorso. Tuttavia in entrambi i gruppi i punteggi di moda coincidono con le concezioni che attribuiscono allo spostamento del Sole la forma di un arco nel cielo.

L'analisi statistica effettuata sui punteggi medi non rivela differenze significative tra i gruppi indagati [Anova test: $F(,516) = p.475$ n.s.], anche se l'analisi della varianza mette in evidenza differenze significative tra i soggetti, non legate al gruppo di appartenenza [between-subject effects: intercept(3447,086) = $p.000$].

Tabella 70. I livelli concettuali relativi al ciclo di-notte rilevati nei due gruppi di docenti a seguito dell'item "Disegna il Sole al mattino, a mezzogiorno e al pomeriggio".

ITEM 4: DIS- SOLE PERCORSO DIURNO		Gruppi (%)	
Livelli		PRE-SERVICE	IN-SERVICE
1	Sta fermo nel cielo	0	3
2	Si sposta in verticale/obliquo	4	0
3	Si sposta in orizzontale	4	0
4	Spostamento irregolare	2	0
5	Spostamento ad arco	89	97
MEDIA		4,76	4,88
DEV. STANDARD		,736	,696

Nel gruppo degli insegnanti in formazione non sono presenti correlazioni tra i tre item relativi al ciclo di-notte, mentre tra quelli in servizio è stata evidenziata una correlazione significativa tra gli item relativi al percorso diurno del Sole e alla sua sparizione durante la

notte [ρ di Spearman=.812**]. Tali insegnanti inoltre, a differenza dei primi, tendono ad attribuire ai bambini una correlazione significativa tra gli stessi item, correlazione che però non risulta congruente con quanto realmente espresso dai bambini.

L'analisi della stabilità tra le concezioni relative al ciclo dì-notte rivela che il 76% degli insegnanti in servizio utilizza una medesima spiegazione per descrivere il ciclo dì-notte, contro il 68% dei bambini ed il 44% degli insegnanti in formazione. La percentuale di soggetti che utilizza in modo stabile la concezione scientifica è più elevata tra i docenti in servizio (48%) rispetto a quelli in formazione (22%), nonostante questi ultimi presentino mediamente livelli più elevati di istruzione. Tra i bambini non si registra l'utilizzo stabile di concezioni di tipo scientifico, come del resto evidenziato nello studio precedente (Capitolo 3).

4.3.2 Secondo livello di analisi

Corrispondenza tra le concezioni attribuite ai bambini e quelle da essi realmente espresse circa la Terra

Dopo aver esaminato e descritto le concezioni di Terra e ciclo dì-notte presenti in un campione di insegnanti in formazione ed in servizio, si è proceduto ad individuare quali fossero le concezioni che tali docenti attribuissero ai bambini ed a confrontare tali concezioni con quelle realmente espresse dai bambini nel precedente studio (vedi Capitolo 3).

Per quanto riguarda l'item 6 (SMI-IPO- Terra e uomini, Tabella 71), osservando l'andamento della moda nei tre gruppi, si rileva come la maggior parte dei docenti indagati attribuisca ai bambini un livello concettuale più basso (Livello 3) di quello che essi hanno effettivamente espresso (Livello 4) a seguito della somministrazione dei medesimi item sulla Terra.

Si sottolinea altresì come nessun insegnante in servizio abbia ritenuto probabile il possesso, da parte dei bambini, di concezioni scientifiche circa la Terra.

L'analisi condotta sui punteggi medi tra gli insegnanti in formazione ed i bambini mostra una differenza tendenzialmente significativa tra le concezioni ipotizzate e quelle riscontrate nei bambini [t -test(80)= -2,665, p .009], mentre tra gli insegnanti in servizio ed i bambini si registra una differenza statisticamente significativa tra le concezioni ad essi assegnate e quelle realmente possedute [t -test(65)= -6,449, p .000].

Dall'esame di questo item risulterebbe pertanto che gli insegnanti in servizio sarebbero meno accurati rispetto ai loro colleghi in formazione nel predire le concezioni di Terra presumibilmente presenti nei bambini.

Tabella 711. Confronto tra le concezioni attribuite dagli insegnanti ai bambini e quelle possedute dai bambini riguardo la Terra a seguito dell'item 6.

ITEM 6: SMI-IPO-TERRA E UOMINI		Gruppi (%)		
Livello		PRE-SERVICE	IN-SERVICE	BAMBINI III
1	Terra piatta	15	10	0
2	Terra a disco/doppia	7	29	11
3	Terra abitata dentro o solo sopra	37	55	6
4	Terra sferica – coord. spaziali assolute	28	7	64
5	Terra sferica – coord. spaziali disc./inc.	2	0	8
6	Terra sferica – forza di gravità	11	0	11
MEDIA		3,28	2,58	4,03
D.S.		1,409	,765	1,028

Il medesimo confronto tra ipotesi degli insegnanti e concezioni di Terra presenti nei bambini è stato effettuato in riferimento all'item 8 (SMI-IPO- Terra, nuvole e pioggia, Tabella 72). Anche in questo caso se si osserva la moda presente nei tre gruppi si rileva come gli insegnanti in servizio tendano ad attribuire ai bambini livelli concettuali più bassi (Livello 2) di quanto essi non posseggano (Livello 3).

Analogamente, gli insegnanti in servizio non attribuiscono ai bambini concezioni di tipo scientifico.

Considerando i punteggi medi ottenuti dai singoli gruppi, non si rilevano differenze significative tra le previsioni formulate dai docenti in formazione e le concezioni presenti nei bambini [t-test(89)= .095 p.925 n.s.], mentre si registrano differenze tendenzialmente significative tra le predizioni degli insegnanti in servizio e le concezioni dei bambini [t-test(76)= -3,238, p.002].

Da tali analisi risulta che, anche per quanto riguarda l'item 8, le aspettative degli insegnanti in formazione circa le concezioni di Terra presenti nei bambini, sono maggiormente accurate rispetto a quelle formulate dai docenti in servizio.

Si osserva inoltre come gli insegnanti osservati attribuiscono ai bambini concezioni di Terra tra loro significativamente correlate, come risulta da analisi statistiche condotte sulle ipotesi degli insegnanti in formazione [rho di Spearman= .577**] e quelli in servizio [rho di Spearman= .531**] tra i due item sulla Terra. Tale correlazione tuttavia non risulta

congruente con i risultati delle analisi compiute sui bambini (Capitolo 3), dal momento che non sono state riscontrate correlazioni significative tra le concezioni da essi espresse circa la Terra.

Tabella 712. Confronto tra le concezioni attribuite dagli insegnanti ai bambini e quelle possedute dai bambini riguardo la Terra a seguito dell'item 8.

ITEM 8: SM-IPO-TERRA, NUVOLE E PIOGGIA		Gruppi (%)		
		PRE-SERVICE	IN-SERVICE	BAMBINI III
Livello				
1	Terra piatta	22	19	11
2	Terra a disco/doppia	0	34	4
3	Terra abitata dentro o solo sopra	33	31	52
4	Terra sferica – coord. spaziali assolute	27	16	18
5	Terra sferica – coord. spaziali disc./inc.	0	0	4
6	Terra sferica – forza di gravità	18	0	11
MEDIA		3,36	2,44	3,33
D.S.		1,640	,982	1,317

Corrispondenza tra le concezioni attribuite ai bambini e quelle da essi realmente espresse sul ciclo dì-notte

Anche per quanto concerne le concezioni riguardanti il ciclo dì-notte, dopo aver esaminato le concezioni presenti nei due gruppi di insegnanti osservati, si è proceduto ad individuare le concezioni da essi attribuite ai bambini ed a confrontare tali concezioni con quelle realmente espresse dai bambini nello studio precedente (vedi Capitolo 3).

In riferimento all'item 7 (SM-IPO-Sole di notte, Tabella 73) si osserva come la moda del gruppo delle insegnanti in servizio (Livello 4) e quella degli insegnanti in formazione (Livello 5) rappresentino predizioni sostanzialmente congruenti alla moda espressa dai bambini (Livelli 4 e 5).

Anche nel caso del ciclo dì-notte, nessuno degli insegnanti in servizio ha ipotizzato che bambini di 8 anni potessero essere in possesso della concezione scientifica circa tale fenomeno.

Analisi statistiche condotte sui punteggi medi ottenuti dagli insegnanti in formazione e dai bambini non rivelano differenze significative tra le concezioni ipotizzate e quelle registrate dai bambini [t-test(86)= -1,101, p.274 n.s.], mentre tra le concezioni ipotizzate dagli insegnanti in servizio e quelle presenti nei bambini si registra una differenza tendenzialmente significativa [t-test(66)= -2,799, p.007]

Anche in riferimento alla concezione relativa al Sole di notte risulterebbe pertanto che gli insegnanti in servizio sarebbero meno accurati rispetto ai loro colleghi in formazione nel predire le concezioni di Terra presumibilmente presenti nei bambini.

Tabella 713. Confronto tra le concezioni attribuite dagli insegnanti ai bambini e quelle possedute dai bambini riguardo la sparizione del Sole durante la notte, indagato mediante l'item 7.

ITEM 7: SM-IPO- SOLE DI NOTTE		Gruppi (%)		
Livelli		PRE-SERVICE	IN-SERVICE	BAMBINI III
1	va a dormire	26	22	0
2	Resta nel cielo ed è coperto	11	11	17
3	Si allontana/va nello spazio	6	4	2
4	Va dietro alle montagne/verso il basso della Terra	19	52	37
5	Va dall'altra parte del mondo	30	11	37
6	La Terra ruota e il Sole è fisso	8	0	7
MEDIA		3,43	3,19	4,15
DEV. STANDARD		1,778	1,415	1,174

Il confronto tra le ipotesi dei docenti e le concezioni dei bambini ha riguardato anche il percorso diurno del Sole nel cielo, indagato attraverso l'item 9 (SMI-IPO-Sole percorso diurno, Tabella 74).

Dall'esame dei punteggi di moda espressi nei tre gruppi emerge che nel caso di questo item, sia i docenti in formazione che quelli in servizio hanno formulato ipotesi congruenti con le concezioni presenti nei bambini. Questi risultati sono confermati anche da analisi

statistiche condotte sui punteggi medi, che non rilevano differenze statisticamente significative né tra i docenti in formazione e bambini [t-test(88)= .447 p.656 n.s.], né tra quelli in servizio e i bambini [t-test(75)= .195 p.846 n.s.].

Da tali analisi risulta che, per quanto riguarda l'item 9, le aspettative degli insegnanti dei due gruppi sono egualmente accurate rispetto alle concezioni presenti nei bambini.

È stato inoltre osservato come gli insegnanti in formazione attribuissero ai bambini concezioni del percorso diurno del Sole correlate a quelle di Terra, nuvole e pioggia [ρ di Spearman=.308*], e come gli insegnanti in servizio ipotizzassero la presenza nei bambini di concezioni tra loro correlate circa il percorso diurno del Sole e la sua sparizione di notte [ρ di Spearman=.401*], e anche tra questa ultima e la Terra con gli uomini [ρ di Spearman=.417*]. Analogamente a quanto osservato per la concezione di Terra, tali correlazioni non risultano congruenti con le concezioni emerse nei bambini di 8 anni (Capitolo 3), che, come si è detto, risultavano non correlate.

Tabella 714. Confronto tra le concezioni attribuite dagli insegnanti ai bambini e quelle possedute dai bambini riguardo il percorso diurno del Sole nel cielo, indagato mediante l'item 9.

ITEM 9: SMI-IPO- SOLE PERCORSO DIURNO		Gruppi (%)		
Livelli		PRE-SERVICE	IN-SERVICE	BAMBINI III
1	Sta fermo nel cielo	4	0	4
2	Si sposta in verticale/obliquo	36	28	16
3	Si sposta in orizzontale	5	19	22
4	Spostamento irregolare	2	6	13
5	Spostamento ad arco	53	47	45
MEDIA		3,64	3,72	3,78
DEV. STANDARD		1,525	1,326	1,295

Si è inoltre esaminata l'eventuale esistenza di una relazione tra le concezioni presenti negli insegnanti e l'adeguatezza delle predizioni sui bambini (Tabella 75), confrontando con le analisi del t-test i punteggi medi ottenuti agli item che indagavano le concezioni quelli che rilevavano le ipotesi sulle concezioni infantili, al fine di determinare l'adeguatezza delle predizioni dei docenti rispetto alle concezioni dei bambini.

Tabella 715. Confronto tra i punteggi medi ottenuti dai docenti e l'adeguatezza delle loro previsioni misurata con il t-test.

ITEM	Gruppi (%)	
	PRE-SERVICE	IN-SERVICE
TERRA E UOMINI	6,29	5,92
TERRA E PIOGGIA	6,57	5,26
SOLE DI NOTTE	8,22	8,23
SOLE PERCORSO DIURNO	4,76	4,88

 = non si rilevano differenze significative tra le aspettative dei docenti e le concezioni dei bambini

 = differenze tendenzialmente significative tra le aspettative dei docenti e le concezioni dei bambini

 = differenze significative

Da tale analisi emerge uno sbilancio nei punteggi medi ottenuti dai due gruppi riguardo alla Terra, ed una maggiore adeguatezza delle predizioni formulate dal gruppo degli insegnanti in formazione rispetto al gruppo dei docenti in servizio. Per quanto riguarda il ciclo dì-notte, anche se si registrano punteggi medi analoghi tra i due gruppi, le concezioni attribuite dai docenti in formazione ai bambini appaiono maggiormente adeguate.

Ciò porta ad escludere l'esistenza di un legame tra le concezioni possedute dai docenti riguardo la Terra ed il ciclo dì-notte e le loro aspettative circa le idee possibilmente presenti nei bambini di III classe di scuola primaria.

4.3.3 Terzo livello di analisi

Le concezioni circa il ruolo dell'insegnante e la didattica

La terza parte dello strumento utilizzato contiene alcuni item tesi ad indagare il ruolo dell'insegnante e della didattica nel favorire l'apprendimento delle scienze.

L'item 10 (DID-differenze adulto/bambino) ha registrato una frequenza assai elevata di risposte che indicavano la consapevolezza, da parte degli insegnanti dei due gruppi (il 98%

dei docenti in formazione ed il 94% di quelli in servizio), circa l'esistenza di differenze tra le concezioni infantili e quelle adulte relative alla Terra e al ciclo di-notte.

L'item 11 (DID-spiega differenze, Tabella 76) ha permesso di specificare meglio a che cosa i docenti attribuissero tali differenze, e di individuare analogie e differenze tra i gruppi, anche se in entrambi la moda si attesta sullo stesso livello (Livello 1) che denota l'interpretazione delle differenze tra adulti e bambini in termini quantitativi.

Il 59% degli insegnanti in formazione che individua tali differenze le attribuisce ad uno sbilancio di conoscenze tra adulti e bambini, il 7% di essi ad un diverso livello di sviluppo mentale raggiunto da bambini e adulti, ed il restante 33% a differenze di tipo qualitativo nelle concezioni infantili.

Gli insegnanti in servizio che affermano l'esistenza di differenze tra le concezioni dei bambini e quelle degli adulti sono così suddivisi: il 46% le attribuisce ad uno sbilancio di conoscenze, il 27% ad un diverso grado di sviluppo mentale ed il 27% a differenze di tipo qualitativo.

Tabella 716. Le idee degli insegnanti circa le differenze esistenti tra le concezioni di Terra e ciclo di-notte presenti in adulti e bambini, indagate attraverso l'item 11.

ITEM 11: DID- spiega differenze		gruppi %	
Livelli		PRE-SERVICE	IN-SERVICE
1	sbilancio di conoscenze	59	46
2	diverso grado di sviluppo cognitivo	8	27
3	differenze qualitative	33	27
MEDIA		1,74	1,81
DEV. STANDARD		,938	,849

Dall'esame dei punteggi di moda registrati nell'item 12 (DID-ruolo insegnante, Tabella 77) emerge che la maggior parte dei docenti in formazione riconosce all'insegnante il ruolo di conduttore di esperimenti e simulazioni scientifici (41%), mentre la maggior parte dei docenti in servizio assegnano al docente il compito di favorire un apprendimento per scoperta (22%).

Una certa percentuale di docenti in servizio riconosce inoltre all'insegnante il compito di trasmettere l'amore verso la scienza (15%), o di utilizzare nella didattica l'osservazione

diretta (15%), mentre nessuno di essi riconosce all'insegnante il compito di modificare le concezioni intuitive presenti nei bambini.

Analisi statistiche condotte sui punteggi medi hanno tuttavia dimostrato che, nonostante tali disuguaglianze, i due gruppi non presentano differenze statisticamente rilevanti [t-test(67)= -,433 p.667 n.s.], il che indicherebbe una certa omogeneità nelle idee possedute dai docenti dei due gruppi circa il ruolo attribuito all'insegnante nell'apprendimento delle scienze.

Tabella 177. Le idee degli insegnanti circa il ruolo dell'insegnante nell'apprendimento delle scienze, indagate attraverso l'item 12.

ITEM 12: DID- ruolo insegnante		gruppi %	
Livelli		PRE-SERVICE	IN-SERVICE
1	sviluppare la curiosità dei bambini	19	19
2	trasmettere l'amore per la scienza	0	15
3	trasmettere nozioni	26	11
4	realizzare esperienze e simulazioni	41	19
5	utilizzare l'osservazione diretta	2	15
6	favorire la scoperta	10	22
7	modificare le concezioni preesistenti	2	0
MEDIA		3,45	3,63
DEV. STANDARD		1,533	1,843

L'analisi degli strumenti didattici scelti dagli insegnanti per una didattica del ciclo di notte, indagata dall'item 13 (DID-strumenti didattici, Tabella 78), ha messo in evidenza una tendenza comune ai due gruppi a scegliere modellini tridimensionali di Terra e Sole (che viene talvolta sostituito da una fonte luminosa) per spiegare ai bambini l'avvicinarsi di periodi di illuminazione e buio sul nostro pianeta.

Una discreta percentuale di insegnanti in formazione (36%) predilige il ricorso a sussidi bidimensionali (come immagini, libri di testo, atlanti del cielo, schede didattiche

strutturate, ecc.), mentre una certa percentuale di docenti in servizio (29%) evita il ricorso a modelli ed utilizza come strumenti didattici il cielo stesso o, in alternativa, il planetario.

Dall'esame dei punteggi medi si evince una differenza significativa nella scelta degli strumenti da parte di ciascun gruppo di docenti [t-test(68)= -3,769, p.000], dalla quale emerge una maggiore predisposizione da parte degli insegnanti in servizio a sceglierne quelli che abbiano le tre dimensioni, o che consentano al bambino di vedere – realmente o virtualmente - il fenomeno nel suo accadere.

Tabella 718. Gli strumenti didattici scelti dalle insegnanti dei due gruppi per l'insegnamento del ciclo di-notte in una classe III, indagati attraverso l'item 13.

ITEM 13: DID- strumenti didattici		gruppi %	
Livelli		PRE-SERVICE	IN-SERVICE
1	sussidi bidimensionali (libri, ecc.)	36	11
2	filmati e documentari	10	4
3	modelli tridimensionali in scala	55	57
4	osservazione diretta/planetario	0	29
MEDIA		2,19	3,04
DEV. STANDARD		,943	,881

La scelta delle strategie didattiche, esaminata mediante l'item 14 (DID- strategie didattiche, Tabella 81), evidenzia una sostanziale omogeneità nei punteggi di moda ottenuti dai due gruppi, manifestando però allo stesso tempo anche alcune differenze ad essi peculiari: le strategie scelte dai docenti in servizio in molti casi risultano finalizzate a sostenere la curiosità e la motivazione dei bambini (24%), mentre quelle dei docenti in formazione sono costituite da attività che si basano spesso sulle concezioni dei bambini (32%).

Le analisi statistiche sui punteggi medi non evidenziano comunque differenze statisticamente rilevanti tra le strategie scelte dagli insegnanti in servizio e quelli in formazione [t-test(61)= 1,543, p.128 n.s.], anche se si è osservata una certa tendenza da parte di questi ultimi a tenere in considerazione nella didattica le concezioni che i bambini già posseggono circa tale fenomeno.

Tabella 81. Le strategie didattiche scelte dalle insegnanti dei due gruppi per l'insegnamento del ciclo di-notte in una classe III, indagate attraverso l'item 14.

ITEM 14: DID- strategie didattiche		gruppi %	
Livelli		PRE-SERVICE	IN-SERVICE
1	sostenere curiosità e motivazione	8	24
2	trasmissione di nozioni scientifiche	18	16
3	realizzazione di attività pratiche	42	36
4	utilizzazione del metodo scientifico	0	8
5	partire dalle conoscenze intuitive	32	16
MEDIA		3,29	2,76
DEV. STANDARD		1,313	1,363

L'indagine sulle idee degli insegnanti circa l'efficacia degli strumenti e delle strategie scelte è stata effettuata utilizzando l'item 15 (DID- perché efficaci, Tabella 80).

Dall'esame delle risposte emerge, anche in questo caso, che i punteggi di moda si attestano in entrambi i gruppi, sullo stesso livello (4). Si osservano comunque alcune differenze nella distribuzione dei punteggi, dal momento che una certa percentuale di docenti in servizio attribuisce il carattere di efficacia a percorsi didattici svolti in precedenza con successo (13%), oppure ad attività che promuovono la scoperta autonoma (26%). Per alcuni insegnanti in formazione invece, un percorso è efficace nella misura in cui interessa i bambini (20%).

Analisi statistiche condotte sui punteggi medi mostrano tuttavia l'assenza di differenze statisticamente significative tra le idee sull'efficacia espresse dai docenti dei due gruppi [t-test(55)= ,356, p.723 n.s.].

Tabella 19. Le idee dei docenti circa l'efficacia degli strumenti e delle strategie da essi scelte, esaminata mediante l'item 15.

ITEM 15: DID- perché efficaci		gruppi %	
Livelli		PRE-SERVICE	IN-SERVICE
1	si sono rivelate efficaci nel passato	0	13
2	interessano i bambini	20	18
3	sono adeguate all'età dei bambini	9	4
4	sono esperienze concrete	62	39
5	promuovono la scoperta autonoma	9	26
MEDIA		3,59	3,48
DEV. STANDARD		,925	1,410

Mettendo a confronto, mediante crosstabs, le concezioni sul ruolo dell'insegnante con gli strumenti scelti per la didattica, è stato possibile individuare l'esistenza di legami tra le risposte fornite dai due gruppi (Tabella 79).

Per quanto riguarda gli insegnanti in formazione è stato rilevato come la scelta di sussidi didattici tridimensionali appare collegata ad una visione dell'insegnante come trasmettitore di nozioni (10%) o come conduttore di esperimenti e simulazioni, in entrambi i casi ad una visione dell'insegnamento assai incentrata sulla figura del docente che trasmette o mostra la conoscenza da acquisire. Anche l'utilizzo di modelli tridimensionali viene scelto da coloro che attribuiscono al docente una funzione di realizzatore di esperimenti (22%), ed in misura minore anche da chi ritiene che l'insegnante debba trasmettere nozioni (13%) o sviluppare la curiosità dei bambini verso i fenomeni naturali (13%).

Nel gruppo dei docenti in servizio, una discreta percentuale dei docenti che attribuisce all'insegnante il ruolo di esecutore di esperimenti e simulazioni sceglie come strumenti didattici modelli tridimensionali in scala che rappresentano Terra e Sole (20%). Tali modelli vengono tuttavia scelti anche da un certo numero di coloro che attribuiscono all'insegnante il ruolo di sostenere la curiosità e la motivazione dei bambini (12%). Una certa frequenza di quelli che assegnano all'insegnante il ruolo di utilizzare l'esperienza diretta e di favorire un apprendimento per scoperta sceglie di avvalersi del cielo invece di avvalersi di materiale strutturato (12%) o, in alternativa, della visita ad un planetario (12%).

Tabella 79. Tabella incrociata tra le idee dei docenti circa il ruolo dell'insegnante e gli strumenti didattici scelti per la didattica (item 12-13).

RUOLO DELL'INSEGNANTE (%)	STRUMENTI DIDATTICI SCELTI (%)				
	PRE-SERVICE (IN-SERVICE)	strumenti bidimensionali	filmati e documentari	modelli tridimensionali	osservazione diretta / planetario
	sviluppare la curiosità dei bambini			13 (12)	
	trasmettere l'amore per la scienza				
	trasmettere nozioni	10		13	
	realizzare esperienze e simulazioni	13		22 (20)	(12)
	utilizzare l'osservazione diretta				(12)
	favorire la scoperta				
	modificare le concezioni preesistenti				

Analogamente, per individuare eventuali legami tra le strategie didattiche scelte dai docenti dei due gruppi alla luce delle loro idee circa il ruolo dell'insegnante, sono state esaminate mediante una tabella incrociata le risposte fornite agli item 12 e 14 (Tabella 80)

Per quanto riguarda gli insegnanti in formazione, si rileva che il ruolo di sostenere la curiosità e la motivazione dei bambini appare collegato alla realizzazione di attività pratiche (14%), così come quello di trasmettere nozioni e di condurre esperimenti trae spunto in molti casi dalle conoscenze pregresse dei bambini (rispettivamente nel 12% e nel 14% dei casi).

In riferimento al gruppo degli insegnanti in servizio, il solo legame individuato riguarda la scelta di strategie didattiche che presuppongono l'esecuzione di attività pratiche, effettuato dal 13% di coloro che avevano attribuito all'insegnante del ruolo di esecutore di esperimenti e simulazioni.

Tabella 80. Tabella incrociata tra le idee dei docenti circa il ruolo dell'insegnante e le strategie didattiche scelte (item 12-14).

RUOLO DELL'INSEGNANTE (%)	STRATEGIE DIDATTICHE SCELTE (%)				
	PRE-SERVICE (IN-SERVICE)	sostenere curiosità e motivazione	trasmettere nozioni scientifiche	realizzare attività pratiche	partire dalle conoscenze dei bambini
	sviluppare la curiosità dei bambini			14	
	trasmettere l'amore per la scienza				
	trasmettere nozioni				12
	realizzare esperienze e simulazioni			(13)	14
	utilizzare l'osservazione diretta				
	favorire la scoperta				
	modificare le concezioni preesistenti				

In definitiva, tra i docenti in formazione e quelli in servizio si registra una frequenza simile di legami tra la scelta di sussidi didattici tridimensionali (rispettivamente 22% e 20% dei casi) alla luce del ruolo di esecutore di esperimenti e simulazioni attribuito al docente.

Per quanto riguarda le strategie didattiche scelte, sempre in riferimento al ruolo attribuito al docente nell'educazione scientifica, si rileva che mentre tra gli insegnanti in servizio compare un certo legame tra strategie che comportino la realizzazione di attività pratiche (13%), tra gli insegnanti in formazione si osserva una tendenza ad utilizzare strategie che si fondino sulle conoscenze iniziali dei bambini, alla luce di una visione del docente come esecutore di esperimenti e simulazioni (14%) o di una visione trasmissiva dell'apprendimento (12%).

È stata inoltre indagata l'esistenza di legami tra gli strumenti scelti dai docenti dei due gruppi alla luce delle loro opinioni circa l'efficacia ad essi attribuita (Tabella 81).

Nel gruppo degli insegnanti in formazione si è registrata una frequenza piuttosto elevata di risposte che attribuiva l'efficacia dei modelli tridimensionali scelti per la didattica al fatto che fossero materiale concreto (44%), anche se si deve tener presente che una certa percentuale dei soggetti di questo gruppo ritiene efficaci strumenti bidimensionali come libri ed immagini, considerandoli concreti (16%).

Una buona parte degli insegnanti in servizio ritiene che l'uso di sussidi bidimensionali sia efficace perché consente al bambino esperienze concrete (27%), o perché rende

possibile un apprendimento per scoperta (18%). Alcuni di questi docenti ritengono che l'osservazione diretta o la visita ad un planetario siano efficaci perché rappresentano esperienze concrete (14%).

Tabella 81. Tabella incrociata tra le idee dei docenti circa gli strumenti didattici scelti e l'efficacia (item 12-15).

EFFICACIA (%)	STRUMENTI DIDATTICI SCELTI (%)				
	PRE-SERVICE (IN-SERVICE)	strumenti bidimensionali	filmati e documentari	modelli tridimensionali	osservazione diretta / planetario
	si sono rivelate efficaci nel passato				
	interessano i bambini				
	sono adeguate all'età dei bambini				
	sono esperienze concrete	16		44 (27)	(14)
	promuovono la scoperta autonoma			(18)	

L'analisi delle risposte circa la scelta delle strategie alla luce dell'efficacia ad esse attribuita, eseguita attraverso l'uso di tabelle incrociate, ha messo in luce anche in questo caso alcuni legami tra le risposte fornite a tali item dai docenti dei due gruppi (Tabella 82).

Relativamente agli insegnanti in formazione si rileva che una discreta frequenza di essi (35%) sceglie di mettere in atto attività pratiche, attribuendone l'efficacia proprio a tale carattere di concretezza; alcuni docenti di questo gruppo ritengono che anche una didattica fondata sulle conoscenze iniziali dei bambini sia efficace perché concreta (17%) o semplicemente perché catturerebbe la loro attenzione (10%). Si registra inoltre una certa percentuale di questi docenti che ritiene che la trasmissione di nozioni scientifiche sia efficace perché si tratterebbe di un'esperienza concreta (10%).

Rispetto agli insegnanti in servizio, non si rilevano concentrazioni più elevate su un singolo incrocio di risposte: tra essi vengono parimenti ritenute efficaci strategie che implicino la realizzazione di attività pratiche già eseguite e rivelatisi efficaci (14%), o attività concrete (14%) o ancora strategie che promuovano un apprendimento per scoperta (14%); alcuni docenti di questo gruppo considerano efficaci quelle strategie che sostengono la curiosità e la motivazione, in quanto interesserebbero i bambini (14%), o quelle che partono dalle conoscenze dei bambini, considerate concrete (14%).

Tabella 82. Tabella incrociata tra le idee dei docenti circa le strategie didattiche scelte e l'efficacia (item 12-15).

EFFICACIA (%)	STRATEGIE DIDATTICHE SCELTE (%)				
	PRE-SERVICE (IN-SERVICE)	sostenere curiosità e motivazione	trasmettere nozioni scientifiche	realizzare attività pratiche	partire dalle conoscenze dei bambini
	si sono rivelate efficaci nel passato			(14)	
	interessano i bambini	(14)			10
	sono adeguate all'età dei bambini				
	sono esperienze concrete		10	35 (14)	17 (14)
	promuovono la scoperta autonoma			(14)	

In riferimento all'efficacia attribuita al tipo di strumenti scelti si registra una discreta tendenza da parte degli insegnanti in formazione e in servizio ad assegnare il carattere di efficacia all'uso di modelli tridimensionali (rispettivamente il 44% de il 27% dei casi), per il fatto che rappresentano per i bambini materiale concreto. Va rilevato che solo tra i docenti in servizio è considerato efficace l'uso di tali modelli in quanto promuove un apprendimento per scoperta (18%).

Per quanto riguarda l'efficacia, si osserva una concentrazione maggiore di legami nel solo gruppo dei docenti in formazione, che attribuisce efficacia a quelle strategie che implicano l'esecuzione di attività pratiche considerate efficaci per la loro concretezza (35%). Occorre comunque rilevare che il legame tra il carattere di efficacia ed un apprendimento per scoperta appare soltanto tra gli insegnanti in servizio (14%)

4.4. Discussione

Tra i docenti di scuola primaria sono state individuate concezioni intuitive di gravità associate ad una concezione sferica di Terra. Tali concezioni risultano essere coerenti. Sono state registrate differenze tendenzialmente significative tra i due gruppi di docenti riguardo alle concezioni di Terra da essi possedute.

Questo risultato conferma pertanto quanto emerso in studi precedenti (Lanciano, 1996; Vega Navarro, 2001; Brunzell & Marks, 2005) circa l'esistenza di misconcezioni sulla gravità tra gli insegnanti.

Dal momento che l'insorgere delle misconcezioni non può essere attribuito esclusivamente all'esecuzione di disegni, come è stato osservato nel capitolo 3, si ritiene che questi risultati possano mettere in discussione le teorizzazioni dei due principali approcci che vedono l'acquisizione del modello scientifico attraverso il superamento delle presupposizioni radicate (Vosniadou e Brewer, 1992; 1994) o la graduale connessione dei frammenti di conoscenza (Nobes e collaboratori, 2005), oramai acquisito in età adulta. La possibilità che nozioni intuitive o alternative al sapere scientifico possano permanere fino all'età adulta ed anche in presenza di un livello di istruzione medio-alto, è stata invece messa in evidenza da alcuni studi comparativi condotti su insegnanti appartenenti a vari ordini di scuola (Trumper, 2002, 2005).

Le analisi della stabilità e della coerenza riguardo alla forma e alla gravità della Terra inoltre mostrano percentuali simili a quelle individuate nei bambini nel precedente studio, e questo dato si pone in linea con l'ipotesi di Brunsell e Marks (2005) circa gli effetti della comprensione da parte degli insegnanti sull'apprendimento degli alunni.

In riferimento alle aspettative dei docenti circa le concezioni di Terra potenzialmente presenti nei bambini di scuola primaria, è stato rilevato come la maggior parte di essi attribuisca ai bambini un livello concettuale più basso di quello che essi effettivamente presentano, e come nessuno degli insegnanti in servizio abbia ritenuto probabile il possesso di concezioni scientifiche circa la Terra da parte dei bambini.

È stata individuata per la Terra una differenza tendenzialmente significativa tra le previsioni dei docenti dei due gruppi e le concezioni presenti nei bambini, che vede le predizioni degli insegnanti in formazione leggermente più vicine a quelle dei bambini rispetto alle predizioni degli insegnanti in servizio, che sembrano sottostimare maggiormente tali concezioni.

Gli insegnanti di entrambi i gruppi tendono inoltre ad attribuire ai bambini concezioni di Terra significativamente correlate tra loro, correlazione che però non risulta congruente con i risultati delle analisi compiute sui bambini (Capitolo 3), dal momento che nel gruppo corrispondente alla III classe non è stata riscontrata alcuna correlazione.

Per quanto concerne il ciclo dì-notte si osserva che i docenti indagati presentano concezioni più elevate nel caso di item basati su un sistema di riferimento terrestre, mentre mostrano di possedere visioni intuitive o alternative al sapere scientifico a seguito di item fondati su un sistema di riferimento esterno alla Terra.

Dall'esame delle risposte non scientifiche fornite dai gruppi per rispondere a questi di item, si è osservato che gli insegnanti in servizio utilizzano generalmente concezioni di tipo intuitivo generalizzato, mentre i loro colleghi in formazione ricorrono in misura maggiore ad una spiegazione scientifica "errata", attribuendo al moto di rivoluzione terrestre la causa dell'alternanza dì-notte.

Confrontando i risultati del presente studio con la letteratura esistente si osserva come la misconcezione più diffusa tra i docenti in formazione come anche le visioni geocentriche fornite dagli insegnanti in servizio corrispondano a quelle emerse in studi precedenti (Shoon, 1995; Atwood & Atwood, 1995; Lanciano, 1996; Parker & Heywood,

1998; Trumper, 2003; Martínez Sebastià & Martínez Torregrosa, 2005; Brunsell & Marks, 2005).

Le predizioni degli insegnanti circa le possibili concezioni relative al ciclo dì-notte presenti nei bambini sono state egualmente accurate in entrambi i gruppi nel caso del percorso diurno del Sole, mentre nel caso del Sole di notte è stato osservato come le predizioni fornite dagli insegnanti in servizio fossero, anche in questo caso, meno accurate rispetto a quelle degli insegnanti in formazione.

Nel gruppo degli insegnanti in formazione non sono state osservate correlazioni nelle concezioni da essi espresse circa il ciclo dì-notte, mentre tra quelli in servizio risultano significativamente correlate: tali insegnanti tendono inoltre ad aspettarsi una simile correlazione anche dai bambini, correlazione che però non risulta congruente a quanto espresso da questi ultimi.

L'analisi della coerenza tra le concezioni relative al ciclo dì-notte rivela inoltre che la maggior parte degli insegnanti in servizio utilizza in modo stabile una medesima spiegazione per descrivere il ciclo dì-notte, in molti casi corrispondente alla conoscenza scientifica, e che tale percentuale è notevolmente più elevata rispetto a quella presente tra i docenti in formazione. Pontecorvo²⁰ suggerisce che una possibile interpretazione di questo risultato, all'apparenza anomalo, può rintracciarsi nel fatto che gli insegnanti in servizio, nel progettare le lezioni, definiscano meglio le spiegazioni ed i passaggi utili alla spiegazione del ciclo dì-notte ai bambini, e pertanto finiscano per comprendere meglio loro stessi, insegnandolo, tale ciclo.

I docenti osservati riconoscono l'esistenza di differenze tra le concezioni di adulti e bambini circa la Terra ed il ciclo dì-notte, anche se circa la metà attribuisce tali differenze ad uno sbilancio di conoscenze e solo un terzo di essi riconosce l'esistenza di differenze di tipo qualitativo nelle idee che adulti e bambini posseggono sugli argomenti oggetto dell'indagine.

Dall'esame delle risposte fornite dagli insegnanti circa il ruolo dell'insegnante nell'apprendimento delle scienze emerge che, nonostante non siano emerse differenze significative tra i due gruppi, gli insegnanti in formazione tendono maggiormente ad attribuire al docente il ruolo di esecutore di esperienze e simulazioni, o, in misura minore, quello di trasmettitore del sapere accreditato. I loro colleghi in servizio assegnano al invece al docente il ruolo di promotore nei bambini di un apprendimento per scoperta, o in misura minore, di esecutore di esperienze e simulazioni. Le risposte fornite dai docenti in servizio sul ruolo dell'insegnante appaiono pertanto qualitativamente superiori rispetto a quelle dei docenti in formazione, in quanto la visione di apprendimento ad esse sottostante risulta più

²⁰ Il testo che segue è frutto di un breve scambio verbale avuto con Clotilde Pontecorvo nel corso del Convegno AIP 2007, in occasione della discussione di un lavoro di cui la dottoranda era coautrice (Perucchini, Ronchi, 2007).

vicina alle teorizzazioni degli autori considerati (Bruner, 1961; 1981; Strike e Posner, 1982).

È stata invece registrata una differenza significativa nelle risposte fornite dai due gruppi circa gli strumenti didattici da utilizzare per la didattica del ciclo dì-notte: anche se sono stati scelti prevalentemente modellini tridimensionali di Terra e Sole - talvolta sostituito da una fonte luminosa -, circa un terzo di insegnanti in formazione ha fatto ricorso a sussidi bidimensionali (come immagini, libri di testo, atlanti del cielo, schede didattiche strutturate, ecc.), ed una percentuale simile di quelli in servizio ha evitato di ricorrere a materiale strutturato, utilizzando come strumenti didattici il cielo stesso o, in alternativa, il planetario. La scelta degli strumenti da parte di ciascun gruppo inoltre è apparsa in linea con le opinioni espresse circa il ruolo attribuito all'insegnante nel precedente item.

Relativamente alla scelta delle strategie didattiche non sono state osservate differenze significative tra le risposte fornite dai docenti in formazione e quelli in servizio: anche se in entrambi i gruppi vengono scelte per la maggior parte strategie che implicano la realizzazione di attività pratiche, si è registrata una certa tendenza, da parte dei docenti in formazione ad adottare una didattica fondata sulle conoscenze intuitive dei bambini, e da parte dei docenti in servizio ad avvalersi di strategie che sostengano la curiosità e la motivazione dei bambini. Anche nel caso delle strategie didattiche pertanto, la scelte operate dagli insegnanti dei due gruppi sono apparse generalmente coerenti con le risposte da essi precedentemente fornite.

In riferimento all'efficacia attribuita al tipo di strumenti scelti si è registrata una discreta tendenza da parte degli insegnanti dei due gruppi ad attribuire efficacia all'utilizzo di modelli tridimensionali per il fatto che essi rappresenterebbero, per i bambini, materiale concreto. È stato altresì rilevato che solo i docenti in servizio hanno ritenuto efficace l'uso di tali modelli per promuovere un apprendimento per scoperta.

Per quanto riguarda l'efficacia, si osserva nel solo gruppo dei docenti in formazione, l'attribuzione del carattere di efficacia a quelle strategie che implicano l'esecuzione di attività pratiche. Tra gli insegnanti in servizio l'efficacia di strumenti e strategie appare legato ad un apprendimento per scoperta.

Analogamente a quanto osservato per gli strumenti e le strategie didattiche, anche per quanto riguarda l'efficacia si è riscontrata una certa coerenza tra le risposte circa il ruolo del docente, gli strumenti, le strategie scelte e la loro efficacia.

In conclusione, dal presente studio è emerso che, per quanto riguarda la Terra, le predizioni degli insegnanti in formazione appaiono mediamente più evolute ed adeguate rispetto agli insegnanti in servizio, mentre per il ciclo dì-notte le concezioni dei due gruppi si presentano come sostanzialmente equivalenti. In riferimento al ciclo d-notte, le predizioni degli insegnanti in formazione risultano essere maggiormente congruenti alle concezioni espresse dai bambini rispetto a quelle formulate dai docenti in servizio, tranne che nel caso del percorso diurno dove, alla sostanziale parità nei punteggi medi corrisponde un'adeguatezza delle previsioni pressoché equivalente.

Un tale risultato ha portato ad escludere l'esistenza di un legame tra le concezioni possedute dai docenti riguardo la Terra ed il ciclo dì-notte e le loro aspettative circa le idee presenti nei bambini di scuola primaria.

Considerando le idee dei docenti circa l'insegnamento e la didattica, si è rilevato che gli insegnanti in formazione, in linea con una visione di apprendimento centrata su una visione sostanzialmente trasmissiva ed esplicativa, scelgono generalmente strumenti e strategie basati sulla concretezza e fondati sulle concezioni infantili, considerandoli efficaci principalmente in base a tale concretezza. Gli insegnanti in servizio, alla luce di una visione di apprendimento per scoperta nella quale l'insegnante assume il ruolo di facilitatore, scelgono anch'essi prevalentemente sussidi didattici concreti ma mostrano di avvalersi anche dell'osservazione dei fenomeni naturali, prediligendo strategie che consentano un apprendimento per scoperta che proprio per tale ragione viene ritenuto efficace.

TERZA PARTE

DIDATTICA E CAMBIAMENTO CONCETTUALE

Cap. 5

Alcune esperienze di ricerca sul campo

STUDIO 1: ANALISI DELLE CONCEZIONI INFANTILI SULLA FORMA DELLA TERRA E LA FORZA DI GRAVITÀ PRIMA E DOPO UN INTERVENTO DI ISTRUZIONE

5. 1. Introduzione

Il presente lavoro si colloca nell'ambito di quegli studi tesi ad indagare nei bambini lo sviluppo delle rappresentazioni mentali circa la Terra ed i fenomeni astronomici ad essi familiari (Nussbaum e Novak, 1976; Mali e Howe, 1979; Nussbaum, 1979; Baxter, 1989; Vosniadou e Brewer, 1992; 1994) e la loro organizzazione in strutture concettuali, modelli mentali o teorie (Mason, 1999).

Dai primi studi era emerso che i bambini costruivano le proprie idee su tali fenomeni molto prima di ricevere qualsiasi tipo di istruzione, e proprio l'analisi qualitativa di tali peculiari idee condusse Carey (1985) ad ipotizzare uno sviluppo cognitivo individuale che ricapitolasse quello che era avvenuto nella storia della scienza, configurandosi come un cambiamento dominio-specifico nel quale teorie nuove e più efficaci sostituivano quelle vecchie. L'autrice ipotizzò così l'esistenza di una ristrutturazione concettuale debole, nella quale si verifica un accrescimento della struttura cognitiva dovuto all'incremento dei legami tra i concetti, ed una ristrutturazione radicale - simile alle rivoluzioni scientifiche teorizzate da Khun (1962) -, in cui ha luogo un cambiamento sia a livello di struttura cognitiva che tra i concetti di uno stesso dominio di conoscenza. Dal momento che alcune delle concezioni astronomiche espresse dai bambini, anche se errate alla luce dello sviluppo scientifico attuale, rappresentavano concezioni condivise dagli scienziati del passato, anche Baxter (1989) ammise l'esistenza di un parallelismo tra il processo di apprendimento individuale e lo sviluppo storico dell'astronomia come scienza.

In una tale prospettiva teorica, che vedeva lo sviluppo delle concezioni come creazione continua di nuove strutture cognitive in grado di reinterpretare vecchie nozioni o di accoglierne di nuove, Vosniadou e Brewer (1992) ipotizzarono che, dietro l'utilizzo apparentemente incostante del modello sferico di Terra, vi potesse essere l'uso di un ristretto numero di modelli mentali legati a presupposizioni radicate che i bambini si costruirebbero sulla base dell'esperienza. Questi autori distinsero pertanto tra modelli mentali iniziali di Terra, creati precocemente dai bambini sulla base di dati sensoriali (=Terra piatta), e modelli sintetici che rappresentavano i loro tentativi di unificare le informazioni scaturite dall'esperienza - di una Terra piatta in cui gli oggetti cadono verso il basso - con quelle culturalmente trasmesse di una Terra sferica con gli oggetti che cadono verso il centro della sfera (Terra doppia, Terra come sfera cava, Terra come un disco piatto). Gli stessi autori sostenevano che i modelli mentali infantili fossero simili a teorie,

dal momento che essi rispettano criteri di coerenza ed economia cognitiva e che vengono utilizzate dal bambino in maniera stabile.

Lungi dall'assimilarle alle teorie degli scienziati, le teorie infantili erano state definite da Gardner (2001) come "insiemi di credenze organizzate", più o meno distanti dal sapere accreditato, ma che comunque il bambino utilizzava efficacemente per dare un senso ai fenomeni del mondo. Simili conoscenze, prosegue l'autore, se da un lato si costituiscono come efficaci strumenti di conoscenza, possono tuttavia "strutturarsi come potenti mezzi di conoscenza e resistere alla scolarizzazione": ciò significa che, quando l'insegnamento si propone semplicemente di sostituire le conoscenze intuitive dei bambini con il sapere scientifico - anziché partire da esse -, spesso non fa che scalfire solo a livello superficiale le cognizioni possedute dall'individuo, lasciandone intatta la struttura concettuale sottostante che si è sedimentata nel corso dell'infanzia, e che riemerge anche dopo cicli interi di istruzione.

Gli studi finora presentati appaiono rilevanti anche da un punto di vista educativo: dato che l'approccio dei modelli mentali (Vosniadou & Brewer, 1992) considera la conoscenza infantile coerente e sistematica, scopo dell'istruzione dovrebbe essere quello di rendere i bambini consapevoli della necessità di cambiare le loro proprie convinzioni per capire meglio un certo fenomeno.

Driver e Easley (1978) hanno inoltre suggerito che le concezioni iniziali degli studenti, spesso in conflitto con la conoscenza insegnata a scuola, sono molto difficili da cambiare, come è stato dimostrato anche da studi condotti su altri domini di conoscenza scientifica (Andersson & Kärqvist, 1983; Beveridge, 1985; Cros, Chastrette & Fayol, 1988; Viennot, 1979; White & Gunstone, 1989; Vosniadou & Brewer, 1992; Lanciano, 1996).

Lanciano (1996) ha poi sottolineato come tale resistenza al cambiamento da parte dei bambini sia da attribuire agli aspetti affettivi e riguardino i loro tentativi di non abbandonare le cognizioni possedute, frutto di una vita di esperienze, ipotesi ed osservazioni, e pertanto da essi percepite come fortemente vere.

Le condizioni che determinano un cambiamento concettuale a livello profondo, largamente utilizzate in studi empirici sullo sviluppo cognitivo infantile, individuate da Strike e Posner (1982) sono: rendere il bambino consapevole che la concezione da lui posseduta è inefficace a spiegare un determinato fenomeno, e della necessità di cambiarla; fornire una nuova concezione che sia comprensibile e compatibile con le altre presenti nel medesimo dominio di conoscenza, rispettando criteri di ecologia cognitiva; la nuova concezione deve permettere al bambino una comprensione migliore del fenomeno osservato.

A partire dalle evidenze presenti in letteratura possono pertanto essere ricavate utili indicazioni didattiche (Berti, 2002) che pongono l'accento sull'importanza di tenere in considerazione le teorie ingenue dei bambini e di non fornire loro informazioni che contrastino con la loro esperienza, creando percorsi di apprendimento in cui possano compiere esperienze di apprendimento che permettano loro di arricchire o rivedere le

concezioni possedute, al fine di avvicinarsi gradualmente al modello scientifico accreditato (Lanciano, 1996).

Sul versante dell'apprendimento, Sneider & Ohadi (1998), hanno condotto uno studio su un gruppo di studenti di età compresa tra i 10 ed i 14 anni, teso ad indagare le concezioni rispetto alla forma e alla gravità della Terra prima e dopo un intervento di istruzione che adottava un approccio storico-costruttivista. Un risultato inaspettato fu che i soggetti più giovani risposero più positivamente al trattamento sperimentale rispetto a quelli più grandi, cosicché, dopo l'istruzione, i soggetti di 10 e 11 anni raggiungevano livelli concettuali paragonabili ai loro colleghi di 14 riguardo alla forma della Terra e alla gravità.

Diakidoy e Kendeou (2001) hanno rilevato come un approccio didattico che muovesse dalle conoscenze pregresse degli alunni fosse maggiormente efficace, rispetto ad uno di tipo tradizionale, nel promuovere la conoscenza scientifica circa la Terra.

Segal, Butterworth & Newcombe (2004) in uno studio comparativo condotto su bambini di culture diverse, hanno scoperto che un'istruzione scolastica precoce sulla Terra ed il ciclo dì-notte renderebbe le concezioni infantili più evolute e stabili rispetto a quelle presenti in bambini che hanno ricevuto un'educazione tardiva: in questi ultimi, infatti, le credenze intuitive preesistenti all'informazione scolastica, potrebbero riflettere le presupposizioni di piattezza e supporto e dare un senso ai modelli sintetici di Terra e ciclo dì-notte individuati da Vosniadou & Brewer (1992;1994).

Oppure, secondo un altro approccio (diSessa, 1988; Panagiotaki, 2003; Nobes et al., 2005), le risposte dei bambini che mostrano una mancanza di comprensione scientifica potrebbero riflettere una conoscenza frammentata e non sistematizzata nella quale l'intuizione e la conoscenza scientifica convivono occupando spazi mentali differenti: in altri termini, il bambino potrebbe possedere sia concetti scientifici che intuitivi senza sapere chiaramente quando e dove applicare ciascuno di essi.

Bloom & Bryce (2006) in uno studio longitudinale durato 13 anni e teso a confrontare le concezioni astronomiche di bambini appartenenti a culture diverse, hanno riscontrato una sostanziale analogia nella tipologia e nella sequenza di sviluppo delle concezioni appartenenti ai bambini di culture diverse che ricalca quella già individuata da Nussbaum & Novak (1976) e Nussbaum (1979). A tale analogia, registrata a livello di concezioni intuitive e scientifiche, si contrappone la zona del conflitto concettuale - cultura-specifica - nella quale avverrebbe il cambiamento delle concezioni possedute dal bambino.

Gli autori – ritenendo che la conoscenza infantile sia fondata su uno schema evolutivo coerente, creato dai bambini per dare significato al mondo in modo analogo a quanto fanno gli adulti - individuano tre tipi di cambiamento concettuale: un cambiamento a lunga durata (over years), analogo ad una debole ristrutturazione delle conoscenze; un cambiamento concettuale a medio termine (over months), assimilabile ad una ristrutturazione radicale delle conoscenze, ed una forma dinamica di cristallizzazione concettuale (in seconds) nella quale concetti prima isolati o in conflitto tra loro, si fondono ed attribuiscono un nuovo significato a idee prima isolate.

Il presente lavoro, che trae spunto, per quanto riguarda gli aspetti pedagogico- didattici, dal lavoro di Nicoletta Lanciano (1996) sull'insegnamento dell'astronomia nella scuola primaria, si pone tre obiettivi: indagare le concezioni possedute dai bambini circa la forma della Terra e la gravità; progettare un percorso didattico che, partendo da tali concezioni, le faccia evolvere verso modelli più coerenti e vicini a quelli scientifici; verificare gli effetti di un simile percorso didattico, determinando l'eventuale cambiamento nelle concezioni possedute dai bambini.

5.2 Metodo

Partecipanti

Il campione indagato comprende un campione di 60 bambini frequentanti la III classe di una scuola Primaria Montessori di Roma, ed è suddiviso in gruppo sperimentale (40 soggetti) e gruppo di controllo (20 soggetti).

Strumenti

Per indagare le concezioni di Terra è stata utilizzata una prova strutturata, del tipo carta e matita, realizzata ad hoc sulla base della letteratura esistente e composta da otto item. Di tale prova saranno considerati, in questa sede, solo due item, ovvero quelli dedicati alla forma della Terra e alla sua attrazione gravitazionale, che, sulla base della distinzione operata da Vosniadou & Brewer (1992; 1994) si diversificano tra loro per il tipo di domanda (fattuale o generativa) in essi contenuta (Tabella 83). Entrambi gli item valutano le concezioni infantili mediante la richiesta al bambino di effettuare dei disegni.

Tabella 83. Schema delle domande utilizzate per l'indagine sulle concezioni di Terra prima e dopo il percorso didattico.

ITEM	TIPO	CONSEGNA
DIS-Terra e uomini	FATTUALE	Disegna la Terra. E ora aggiungi al disegno 10 uomini
DIS-Terra e pioggia	GENERATIVO	Disegna la Terra con le nuvole e la pioggia

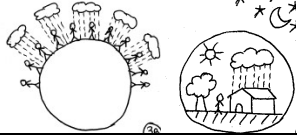
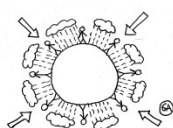
La prova strutturata è stata somministrata in fase iniziale per individuare le concezioni di Terra che i bambini possedevano, e dopo un percorso didattico teso a modificare le

concezioni preesistenti mediante la partecipazione ad attività cruciali di apprendimento (Lanciano, 1996), valutandone così gli effetti.

Codifica

La codifica è stata effettuata separatamente per ciascun item e sulla base di uno schema derivato dalla letteratura, attribuendo ad ogni disegno un punteggio da 1 a 6 sulla base del livello concettuale espresso (Tabella 84).

Tabella 84. Schema delle domande utilizzate per l'indagine sulle concezioni di Terra

LIV ELLI	DESCRIZIONE	DISEGNO
1	La Terra è piatta	
2	La Terra è doppia: quella abitata è piatta e quella sferica sta nello spazio	
3	La Terra è una ed è sferica: le persone abitano/piove solo sopra o dentro la sfera	
4	La Terra è sferica: è abitata/piove sull'intera superficie secondo coordinate spaziali assolute	
5	La Terra è sferica: le persone/la pioggia sono orientate secondo coordinate spaziali discordanti	
6	La Terra è sferica: le persone/la pioggia sono orientate secondo la forza di gravità	

Procedura

La somministrazione della prova strutturata ha avuto luogo in classe dopo aver fatto presente ai bambini che non si trattava di un compito al quale sarebbe seguito un voto e che potevano sentirsi liberi di esprimere le loro idee senza preoccuparsi del fatto che fossero giuste o sbagliate, dal momento che lo scopo della prova era solo quello di capire che cosa pensassero i bambini come loro riguardo la Terra e gli altri fenomeni indagati.

Dopo aver somministrato la prova (una sola volta al gruppo di controllo) ed aver sottoposto un sottogruppo dei bambini appartenenti al gruppo sperimentale ad intervista semistrutturata – che verrà analizzata nel dettaglio in un lavoro successivo –, si è proceduto a realizzare un percorso didattico della durata di circa un mese, con incontri bisettimanali, che ha interessato il solo gruppo sperimentale.

Gli incontri dedicati alla forma e alla gravità della Terra (descritti in Appendice, Quadro 1) hanno riguardato:

- il gesto di indicare le direzioni nello spazio, per individuare il modello mentale implicito di Terra utilizzato dal bambino;
- l'ascolto delle antiche ipotesi scientifiche sulla forma della Terra, per permettere l'individuazione da parte del bambino, di analogie o differenze tra le teorie dei primi scienziati e le proprie convinzioni;
- l'orientamento di un globo libero dal sostegno che rappresenti la Terra, ed il posizionamento su di essa di un omino di cartone, a rappresentare il bambino stesso, in piedi sulla Terra;
- la discussione collettiva sulla possibilità che le persone situate in alcuni punti del globo possano cadere nello spazio (o camminare a testa in giù), supportata da foto e racconti di viaggio degli stessi bambini utilizzati come prove del fatto che ovunque nel mondo le persone stanno dritte.

L'intervento didattico è stato progettato sulla base delle concezioni individuate nei bambini ed è stato ispirato, oltre che dall'impostazione data da Strike e Posner (1982) alle condizioni che promuovono il cambiamento concettuale, anche dall'ampio lavoro condotto negli ultimi anni da Lanciano (1996) sull'insegnamento dell'astronomia nella scuola primaria.

Punti forti di una tale impostazione didattica sono l'attenzione a fornire al bambino la possibilità di osservare e riflettere su ciò che si osserva, anche attraverso attività che coinvolgono i sensi e l'espressività corporea: Lanciano (1996) e successivamente Gallese (200-) da prospettive di studio assai diverse tra loro, hanno entrambi messo l'accento sull'importanza ed il ruolo giocato da componenti motorie implicite nello sviluppo delle conoscenze individuali. Di qui l'importanza che Lanciano attribuisce ad alcuni gesti, da lei definiti "cruciali" (1996) nell'apprendimento delle concezioni astronomiche di base.

Oltre allo strumento di valutazione strutturato, per l'individuazione delle concezioni infantili è stato utilizzato il discorso in classe, nell'accezione ad esso data da Pontecorvo (1999), che ha consentito l'accendersi di un "ragionamento collettivo" circa la forma e la gravità della Terra, favorendo l'espressione di punti di vista personali e il confronto.

La realizzazione dei disegni e dei testi scritti, confluiti in un quaderno unico, ha permesso ai bambini di riflettere sulle conoscenze possedute, aprendosi alla conoscenza e al confronto con quelle altrui: una tale riformulazione collettiva ha inoltre stimolato la ricostruzione e la memoria dell'esperienza vissuta.

5.3 Risultati²¹

Una prima serie di analisi è di tipo descrittivo e permette di rilevare le concezioni di Terra presenti nei bambini osservati. Nella Tabella 85 sono riportate le frequenze percentuali dei livelli concettuali relativi alla forma e alla gravità della Terra, la media e la deviazione standard dei dati trasformati in punteggi.

Come si può osservare, i 2 item che indagano questa concezione ottengono risposte in parte differenti: ben il 79% delle risposte all'item della Terra con gli uomini, ed il 63% di quelle dell'item con le nuvole e la pioggia rivelano misconcezioni su tali contenuti (livelli 2, 3, 4, 5).

Osservando i punteggi di moda presenti nell'intero campione, si osserva come una domanda di tipo fattuale produca risposte contenenti misconcezioni relativamente alla gravità, mentre una domanda di tipo generativo solleciti maggiormente risposte di tipo intuitivo.

Le analisi statistiche condotte sui punteggi evidenziano inoltre una mancanza di correlazione tra i livelli di concettualizzazione espressi nei disegni relativi ai due item [$r = 0.10$].

Anche l'esame dei punteggi medi mostra livelli concettuali diversi a seconda che si del tipo di domanda posta: questi risultati potrebbero supportare sia la tesi di Vosniadou & Brewer, secondo i quali, dietro un uso apparente del modello scientifico di Terra

²¹ Una parte di questi risultati, tratti da Vagaperla, R. (tesi di laurea non pubblicata, 2007) è descritta in Ronchi, C., Perucchini, P., Musa, M. *"Se la Terra fosse piatta come una focaccia, il mondo non centrerebbe tutto. Analisi delle concezioni infantili sulla forma della Terra e la forza di gravità prima e dopo un intervento di istruzione"* presentato al Convegno *"Psicologia e scuola: forme di intervento e prospettive future"*, Milano, 28 Maggio 2007.

potrebbero celarsi delle concezioni intuitive o sintetiche, sia l'ipotesi di Nobes (et al., 2005) sulla frammentarietà della conoscenza infantile che emergerebbe, in questo caso, dalla diversità delle risposte su una medesima concezione.

Tabella 85. Livelli concettuali inizialmente emersi nel campione.

LIVELLI CONCETTUALI		Do m. fattuale %	Dom. generativa %
	Terra piatta	7	30
	Terra doppia. La Terra-pianeta non è quella su cui abitano le persone.	4	5
	La Terra è sferica. Le persone vivono/piove solo sopra o dentro la sfera.	15	26
	La Terra è sferica ed abitata/piove in ogni sua parte. Le persone (e la pioggia) sono orientate secondo coordinate spaziali assolute.	54	26
	Le persone (e la pioggia) sono orientate secondo coordinate spaziali discordanti.	6	3
	Le persone (e la pioggia) sono orientate secondo la forza di gravità.	14	9
MEDIA		3.91	2.95
D. S.		1.27	1.56

Per avere indicazioni sull'efficacia dell'intervento didattico attuato nel gruppo sperimentale, sono state effettuate delle analisi statistiche utilizzando il test non parametrico di Wilcoxon che ha consentito il confronto tra il pre ed il post-test nei soggetti del gruppo sperimentale. Per poter falsificare l'ipotesi nulla, secondo la quale l'intervento è inefficace, si devono ottenere valori di z superiori in valore assoluto a 1.64 e la media dei ranghi negativi maggiore della media dei ranghi positivi. Nella Tabella 86 sono riportati i valori di z , e di p a 1 coda per ogni scala ed i ranghi medi positivi e negativi, dall'analisi dei quali emerge che l'intervento didattico è risultato efficace per entrambi i concetti per i quali sono state svolte le attività previste.

Tabella 86. Risultati del confronto tra la somministrazione iniziale e finale nel gruppo sperimentale

WILCOXON test				
SCALA	z	p a 1 coda	Media Ranghi Negativi	Media Ranghi Positivi
Terra e uomini	- 2.33	.010	11.17	9.17
Terra e pioggia	- 2.96	.001	12	11.42

Per valutare se la differenza riscontrata fosse ascrivibile a fattori storici o maturativi, piuttosto che all'intervento, sarebbe stato necessario confrontare anche i dati relativi al gruppo sperimentale con quelli di un gruppo di controllo. Non disponendo di un gruppo di controllo equivalente, bensì di un gruppo di controllo "naturale" a cui è stato somministrato una sola volta lo strumento di valutazione nell'ambito di un disegno di ricerca quasi-sperimentale, si è ritenuto comunque utile confrontare i due gruppi.

Prima di eseguire il confronto tra il post-test del gruppo sperimentale e quello del gruppo di controllo, è stata valutata l'eventuale esistenza di differenze tra il pre-test del gruppo sperimentale e l'unico test del gruppo di controllo utilizzando il test di Mann-Whitney. Dai risultati, riportati nella Tabella 87 (con i valori di z e di p a una coda per ogni scala e la media dei ranghi relativi ai gruppi confrontati), si può notare che nel caso dell'item di tipo generativo (Terra e pioggia) il gruppo di controllo presenta risultati migliori rispetto a quello sperimentale.

Tabella 86. Risultati del confronto tra la somministrazione iniziale del gruppo sperimentale ed il gruppo di controllo

MANN- WHITNEY test				
SCALA	z	p a 1 coda	Media Ranghi gruppo di controllo	Media Ranghi gruppo sperimentale
Terra e uomini	- .56	.288	25.88	28.24
Terra e pioggia	- .3,21	.0005	39.06	24.36

È stata successivamente indagata la presenza di differenze tra il gruppo sperimentale e quello di controllo in fase finale a seguito dell'intervento didattico (Tabella 87), registrando una differenza significativa riguardante l'item di tipo fattuale (Terra e pioggia) tra i due gruppi.

Tabella 86. Risultati del confronto tra la somministrazione finale del gruppo sperimentale ed il gruppo di controllo

MANN- WHITNEY test				
SCALA	z	p a 1 coda	Media Ranghi gruppo di controllo	Media Ranghi gruppo sperimentale
Terra e uomini	- 2.78	.002	20.47	32.63
Terra e pioggia	-.8	.216	33.14	29.37

Tuttavia, essendoci stata una sola rilevazione per il gruppo di controllo, non si può essere certi che tali differenze derivino dall'intervento didattico: esse potrebbero essere anche dovute a differenze preesistenti tra i due gruppi, così come potrebbero esserci altre

differenze dovute all'intervento didattico che risulterebbero mascherate dalle differenze preesistenti nei gruppi.

Un possibile tentativo di interpretazione dell'efficacia dell'intervento didattico che tenga conto delle differenze iniziali tra i gruppi potrebbe pertanto essere il seguente, che considera l'intervento didattico efficace quando:

1) il gruppo sperimentale differisce significativamente al post-test dal gruppo di controllo in assenza di differenze significative al pre-test;

2) non risulta differenza significativa al post-test ma al pre-test il gruppo di controllo ha prestazioni significativamente migliori rispetto al gruppo sperimentale.

Dalle analisi statistiche effettuate (Tabella 87), per quanto riguarda l'item Terra e uomini, non si registrano differenze statisticamente significative tra le concezioni emerse dalla somministrazione iniziale del gruppo sperimentale e l'unica rilevazione del gruppo di controllo, mentre in fase finale si osservano differenze significative tra i due gruppi a favore di quello sperimentale, che presenta concezioni più evolute.

Dal'esame dei risultati riguardanti l'item Terra e pioggia, si rilevano differenze significative a favore del gruppo di controllo nella fase iniziale, mentre nella fase finale tali differenze scompaiono. Si potrebbe pertanto affermare che il percorso si è rivelato efficace per entrambi gli item dedicati alla Terra.

Tabella 87. Analisi dell'efficacia del percorso didattico svolto.

SCAL A	PRE -TEST		POST-TEST		EFFICACIA PERCORSO (interpretazione)
	Gruppo di Controllo	Gruppo Sperimentale	Gruppo di Controll o	Gruppo Speriment ale	
Terra e uomini	ns		<**		Efficace
Terra e pioggia	>***		ns		Efficace

5.4 Discussione

Dall'esame delle concezioni raccolte nel presente studio è emerso che i bambini di III classe di scuola primaria possiedono diverse rappresentazioni rispetto alla forma e alla gravità della Terra: tale concezione è infatti apparsa piuttosto instabile a seguito dell'impiego di item differenti per la rilevazione dei dati.

Considerando il ruolo che nella formazione dei concetti scientifici viene rivestito dalla trasmissione culturale, si comprende la ragione per la quale la nozione di Terra è stata rilevata più volte, attraverso domande diverse che attivassero ogni abilità distinte: la molteplicità di modelli mentali riscontrati rappresenterebbe in questo caso la pluralità delle rappresentazioni ricevute dal bambino, tra le quali, sulla base dei dati relativi alla propria esperienza, egli tenta di costruire un modello efficace.

La diversità riscontrata fra i disegni che rappresentano la Terra e gli uomini e quelli raffiguranti la pioggia con gli uomini potrebbe avere le sue cause proprio nel fatto che, mentre nel primo caso si tratta di riprodurre un'immagine divulgata dai mass-media e quindi già nota, nell'altro caso si tratta di realizzare un modello che il bambino deve interamente immaginare sulla base delle proprie concezioni.

Allo stesso modo potrebbe essere interpretato il *décalage* osservato tra la concezione relativa alla forma della Terra, culturalmente trasmessa, e la concezione di gravità, che il bambino elabora a partire dalle osservazioni effettuate circa la caduta dei corpi: in altre parole, una volta acquisito il concetto di sfericità della Terra, i bambini tenderebbero cioè ad applicare ad essa la sola forza di gravità che conoscono a livello intuitivo, quella cioè che sperimentano nella vita quotidiana.

In riferimento alla valutazione dell'efficacia del percorso didattico, dal confronto tra le prove iniziali e finali si può affermare che si è verificato un cambiamento nelle concezioni astronomiche inizialmente presenti nei bambini circa la forma e la gravità della Terra.

L'analisi qualitativa dei livelli di concettualizzazione evidenzia come tale cambiamento abbia riguardato soprattutto la scomparsa delle concezioni più ingenuie, che sono in alcuni sparite o notevolmente diminuite, e l'incremento di quelle più evolute, anche se un ristretto numero di bambini raggiungono la concezione scientifica.

L'esame dei disegni mostra livelli medi diversi di concettualizzazione a seconda che si tratti di domanda fattuale o generativa: ciò potrebbe supportare la tesi di Vosniadou & Brewer, secondo i quali dietro un uso apparente del modello scientifico di Terra potrebbero celarsi delle concezioni sintetiche, ma anche l'ipotesi di Nobes (et al., 2005) sulla frammentarietà della conoscenza infantile che emergerebbe in questo caso dalla diversità delle risposte su una medesima concezione.

A seguito del percorso didattico, nel gruppo sperimentale si rileva quindi un cambiamento nei livelli concettuali di Terra: il confronto tra il gruppo sperimentale e quello di controllo non equivalente ha tendenzialmente confermato le conclusioni circa l'efficacia del percorso didattico suggerite dalle analisi effettuate sul solo gruppo sperimentale.

STUDIO 2: LA RESISTENZA AL CAMBIAMENTO NELLE CONCEZIONI CIRCA LA CAUSA DELLE STAGIONI IN BAMBINI E IN STUDENTI UNIVERSITARI DI ASTRONOMIA

5.1 Introduzione

La ricerca qui esposta si colloca nell'ambito di quegli studi sullo sviluppo delle concezioni infantili circa alcuni fenomeni astronomici ad essi familiari (Nussbaum e Novak ,1976; Mali e Howe, 1979; Nussbaum, 1979; Baxter, 1989; Vosniadou e Brewer, 1992; 1994) e la loro graduale strutturazione in modelli mentali o teorie (Mason, 1999).

Se si confronta il numero di ricerche tese ad indagare le concezioni infantili sulla Terra ed il ciclo dì-notte (per una recente rassegna si veda Bailey e Slater, 2003) con quelle dedicate all'analisi delle idee dei bambini sull'alternanza delle stagioni, si osserva come queste ultime rappresentino solo una piccola parte del dibattito scientifico sulle concezioni astronomiche infantili.

Relativamente alle concezioni possedute dagli adulti circa le stagioni, sono stati evidenziati in letteratura alcuni studi tesi ad individuare le misconcezioni presenti in insegnanti di scuola primaria (Lawrentz, 1986; Callison e Wright ,1993; Shoon ,1995; Atwood e Atwood, 1996; Trundle, Atwood e Christopher ,2001; Trumper , 2002; Nicolaou e Costantinou , 2003; Brunsell e Marcks , 2005; Trumper , 2005; Frede , 2006), ed in insegnanti di scuola secondaria inferiore e superiore (Barba & Rubba, 1992; Trumper, 2001). Per quanto riguarda gli studenti universitari di astronomia, è stato individuato in letteratura un solo lavoro teso a rilevare le eventuali misconcezioni presenti in un campione di studenti mediante la somministrazione di una prova strutturata (Trumper, 2000a).

Uno dei primi studi sulle concezioni dei bambini circa le dimensioni ed i movimenti reciproci di Terra-Sole e Luna, fu condotto nel 1987 da Jones, Lynch & Reesink: questi autori avevano supposto che potesse essere più semplice per un bambino costruirsi una concezione corretta circa la forma di corpi direttamente osservabili (come la Luna o il Sole), che attribuire agli stessi un movimento reciproco, in quanto questo ultimo non era direttamente percepibile per il bambino. Gli autori riuscirono ad individuare 5 modelli di spiegazione, lungo un continuum che andava da spiegazioni egocentriche nelle quali la Terra veniva collocata in una posizione centrale, a modelli caratterizzati invece da spiegazioni centrate sul Sole. fu sottolineato dagli stessi autori che, nonostante numerosi bambini mostrassero di possedere la concezione secondo la quale la Terra ruota su se stessa, molti di essi non sapevano dire quante rotazioni facesse in un anno.

Dalla medesima prospettiva teorica che vedeva la costruzione di concezioni come un progressivo procedere di concezioni che sostituiscono le precedenti, Baxter (1989) condusse una ricerca su un campione di bambini e ragazzi, indagando le concezioni da essi

possedute circa alcuni fenomeni astronomici che definisce familiari: il ciclo dì-notte, le fasi della Luna ed i cambiamenti di Sole, Luna e stelle dovuti all'alternarsi delle stagioni. per quanto riguarda le stagioni, le nozioni dei soggetti indagati coinvolgevano talvolta oggetti vicini e loro familiari – come, ad esempio, nubi invernali che bloccavano il calore del Sole; cambiamenti nelle piante, ecc. -, e talaltra i movimenti reciproci di Terra e Sole – come, ad esempio, lo spostamento del Sole in un altro luogo in cui diventerà estate -.

Dai risultati di tale studio l'autore evidenziò che: la misconcezione più diffusa, probabilmente scaturita da esperienze di vicinanza/lontananza del soggetto rispetto ad una fonte di calore, collocava il Sole più lontano dalla Terra durante l'inverno e più vicino ad essa in estate; solo una piccola percentuale di soggetti e aveva fornito la risposta scientificamente corretta indicando, nell'inclinazione della Terra sul proprio asse, la causa delle stagioni.

In uno studio longitudinale della durata di 13 anni, Bryce & Bloom (2006) hanno seguito lo sviluppo di alcune concezioni astronomiche in un campione di 686 bambini, mettendo in evidenza l'analogia di tali concezioni in bambini appartenenti a culture diverse. Secondo questi autori, la conoscenza astronomica dei bambini si svilupperebbe in direzione del sapere scientifico, attraverso la creazione di strutture mentali coerenti in grado di valutare le nuove informazioni alla luce dell'esigenza di dare un senso al mondo esterno. Lo sviluppo delle concezioni avverrebbe così secondo una sequenza che ricalca quella di Nussbaum & Novak (1976) e Nussbaum (1979), non nel senso che ogni individuo debba rispettarne tutte le fasi, ma nel senso che ogni fase sia collocata nello stesso ordine.

Gli autori individuano tre tipi di cambiamento concettuale: un cambiamento a lunga durata (over years), analogo ad una debole ristrutturazione delle conoscenze; un cambiamento concettuale a medio termine (over months), assimilabile ad una ristrutturazione radicale delle conoscenze, ed una forma dinamica di cristallizzazione concettuale (in seconds) nella quale concetti prima isolati o in conflitto tra loro, si fondono ed attribuiscono un nuovo significato a idee prima isolate.

Non sono state trovate dagli autori delle prove a favore del fatto che le conoscenze dei bambini in questo campo siano incoerenti: al contrario, esse si sono rivelate fondate su uno schema evolutivo coerente, creato dai bambini per dare significato al mondo in modo analogo a quanto fanno gli adulti.

Per quanto riguarda gli adulti, Trumper (2000b) ha indagato le concezioni - relative al ciclo dì-notte, le fasi della Luna, dimensioni e distanze tra i corpi celesti, e le stagioni - presenti in un campione di studenti universitari di astronomia, per indagare l'eventuale presenza di misconcezioni. Dai risultati emersi risulta che, anche se il 67% degli studenti ne individua la causa nell'inclinazione dell'asse terrestre, solo il 30% di essi adotta la medesima spiegazione in maniera coerente: la posizione del Sole al tramonto nel corso dei mesi viene individuata correttamente solo dal 27,6% degli studenti, mentre il 55,3% di essi è convinto che l'astro sorga/tramonti sempre esattamente ad est/ovest.

Da una prospettiva educativa, Lanciano (1996) ha osservato come l'alternanza delle stagioni sia uno di quei fenomeni astronomici, basati su relazioni tra corpi celesti diversi,

che fanno parte dell'esperienza quotidiana del bambino fin dai primi anni di vita (p. 56), anche se il legame tra il soggetto e l'ambiente va perdendosi sia da un punto di vista individuale che antropologico.

L'autrice sottolinea che "Molti adulti pensano che il Sole in Estate è più vicino alla Terra e per questo fa più caldo. Questa concezione errata è legata all'egocentrismo che gli adulti mostrano di non aver superato del tutto, rafforzato dal forte eurocentrismo della nostra cultura, per cui vediamo e pensiamo il mondo a partire dall'Europa, dunque da una zona dell'emisfero Nord, come se fosse il mondo intero. L'affermazione sulla maggiore vicinanza del Sole in estate è infatti corretta per l'emisfero Sud (p.126)".

Nel nostro Paese non si ha notizia di studi di tipo quantitativo tesi ad indagare le concezioni circa il fenomeno delle stagioni presenti in un campione di bambini di scuola primaria, né di lavori dello stesso tipo dedicati a valutare il cambiamento, a seguito di un percorso didattico, nelle concezioni inizialmente posseduti dagli stessi bambini o ad analizzare le idee di studenti universitari di astronomia sul medesimo argomento.

Driver e Easy (1978) hanno inoltre indicato che le misconcezioni dei bambini, spesso in conflitto con il sapere insegnato a scuola, sono molto resistenti al cambiamento così come è stato dimostrato anche in vari domini di conoscenza scientifica (Andersson & Kärqvist, 1983; Beveridge, 1985; Cros, Chastrette & Fayol, 1988; Viennot, 1979; White & Gunstone, 1989; Vosniadou & Brewer, 1992; Lanciano, 1996).

L'indagine appare pertanto utile alla comprensione delle concezioni spontaneamente presenti nei bambini e al grado di cambiamento che è possibile ottenere mediante un intervento didattico fondato sull'indagine personale e la scoperta (Lanciano, 1996; Laeng, 1998) e basato sulle condizioni postulate da Strike e Posner (1982) per promuovere il cambiamento delle concezioni.

Il presente lavoro si pone pertanto di: individuare le concezioni presenti nei bambini prima e dopo un intervento didattico basato sull'indagine e la scoperta, valutandone l'efficacia; e di confrontare le concezioni infantili emerse al post-test con quelle presenti in un gruppo di studenti di astronomia e astrofisica, per evidenziare l'eventuale persistenza di misconcezioni simili.

5.2 Metodo

Partecipanti

Hanno partecipato alle attività didattiche 29 bambini (13 maschi e 16 femmine) frequentanti la IV classe di una scuola primaria Montessori di Roma, suddivisi in gruppo sperimentale (19 bambini) e gruppo di controllo (10 bambini) per un totale di 62 bambini (25 maschi e 37 femmine), e 12 studenti universitari del corso di laurea in Astronomia ed Astrofisica.

Descrizione e caratteristiche dello strumento

Lo strumento utilizzato nel presente studio è una prova strutturata del tipo carta e matita, che comprende alcuni item già presenti in letteratura (Vosniadou e Brewer, 1994; Lanciano, 1996) ed altri che sono stati creati ad hoc sulla base della distinzione tra domande di tipo fattuale e generativo operata da Vosniadou e Brewer (1992).

L'item 2 (DIS-Sole di notte) è un item a risposta aperta, di tipo generativo, che richiede al soggetto l'esecuzione di un disegno e la produzione di un breve testo didascalico ad esso allegato che ha la funzione principale di eliminare, in fase di codifica, le ambiguità legate all'interpretazione del disegno da parte del ricercatore.

Quadro Sinottico 5. Struttura della prova somministrata ai bambini. in corsivo gli item somministrati agli studenti di astronomia.

n. progressivo	TIPO DOMANDA E COMPITO CONSEGNA	RISPOSTA APERTA		RISPOSTA CHIUSA	
		Recu pero di nozioni	Formu la zione di inferenze	Recu pero di nozioni	Formu la zione di inferenze
1	Il Sole illumina...				frasi
2	Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo?		dis + did.		
3	Il Sole, quando da noi è notte...				frasi
4	<i>Il giorno e la notte hanno la stessa durata?</i>			frasi	
5	Nel cielo vediamo il Sole che si sposta...			frasi	
6	<i>Disegna il Sole a mezzogiorno e il suo percorso ... (est/inv)</i>	dis			
7- 8	<i>Dove sorge / tramonta il Sole?</i>			frasi	
9- 10	<i>In alcuni periodi fa più freddo / caldo. Come mai?</i>				frasi
1 1	<i>Disegna il Sole e la Terra come pensi che siano... (inv/est)</i>	dis + did			

Tale item è tratto dalla letteratura esistente (Vosniadou e Brewer, 1994; Lanciano, 1996). L'item 3 (SM- il Sole, quando da noi...), creato ad hoc per lo studio in oggetto, riguarda la medesima concezione indagata dall'item 3, e cioè quella relativa al ciclo di notte, ma utilizzando una scelta multipla di frasi invece che il disegno. L'item 4 (SM- durata di/notte), anch'esso costituito ad hoc mediante una scelta multipla di frasi, mira ad indagare la consapevolezza, da parte dei bambini, della variazione di durata dei periodi di illuminazione e di buio da una prospettiva terrestre. Anche l'item 5 (SM-Sole che si sposta durante l'anno), creato per la presente ricerca, è situato in una prospettiva terrestre, ed analizza le idee infantili circa lo spostamento annuale del Sole nel cielo attraverso una scelta di frasi. L'item 6 (DIS- Sole percorso annuale) è stato costruito sulla base della letteratura (Lanciano, 1996), e mira ad indagare le concezioni infantili sullo spostamento annuale del Sole nel cielo utilizzando questa volta il disegno.

Gli item 7-8 (SM-dove sorge/tramonta il Sole) mirano ad indagare le concezioni infantili circa il percorso annuale del Sole sull'orizzonte locale, percorso del quale non rimane traccia e pertanto può facilmente dar luogo a misconcezioni che restano fino all'età adulta, perché generalmente, come ha sottolineato Shoon (1995) e successivamente Harris (2006), i bambini tendono a prendere per buone le informazioni che arrivano loro dagli insegnanti. Tali item sono tratti dagli studi di Lanciano (1996) e sono costituiti da una scelta multipla di frasi.

Gli item 9 e 10 (SM- in alcuni periodi fa caldo/freddo), creati ad hoc per il presente studio, mirano ad individuare la causa attribuita dai bambini alle variazioni termiche stagionali attraverso la scelta tra 4 alternative di risposta rappresentate da frasi.

L'item 11 (DIS-stagioni da spazio) originalmente creato per il presente studio, chiede al soggetto di rappresentare graficamente la propria concezione relativa ai movimenti reciproci del sistema Terra-Sole specificando la posizione da lui occupata sulla Terra, e fornendo una breve didascalia esplicativa del disegno in cui sono spiegate le eventuali analogie o differenze tra i due disegni dei quali compone l'item.

Codifica

La codifica degli item a scelta multipla di frasi è stata effettuata in maniera dicotomica, attribuendo punteggio 0 ad ogni risposta sbagliata e punteggio 1 ad ogni risposta corretta.

La codifica degli item a risposta aperta che implicavano la realizzazione di un disegno è stata invece effettuata mediante degli schemi di codifica che sono stati costruiti ad hoc per questo studio ispirandosi al lavoro di Lanciano (1996).

Ogni item è stato codificato singolarmente da più di un correttore, ed eventuali disaccordi sul punteggio da assegnare ai singoli disegni sono stati risolti fino a che l'accordo tra correttori non sia stato totale.

Oltre alla valutazione di tipo oggettivo, per l'indagine sui bambini si è tenuto conto anche dei testi individuali e delle registrazioni delle conversazioni collettive effettuate nel corso delle attività svolte, in particolar modo nell'ultima, per mettere in evidenza le concezioni emerse a livello interindividuale (Vygotskij, 19--; Lanciano, 1996).

Lo schema di codifica creato per l'item 6 (DIS- Sole percorso annuale, Tabella 88) comprende 6 livelli lungo un continuum che va dall'assenza di consapevolezza riguardo i cambiamenti stagionali nel percorso del Sole, ad una concezione circa la variazione di altezza di tale percorso rispetto all'orizzonte.

Al Livello 1 si trovano quei disegni nei quali non sono state individuate differenze nelle rappresentazioni relative all'inverno e all'estate.

Al Livello 2 sono stati raccolti quei disegni che mostravano delle differenze legate alla lunghezza e/o allo spessore dei raggi del Sole che d'estate apparivano molto più voluminosi o lunghi.

I disegni codificati al Livello 3 presentavano delle nuvole che durante l'inverno coprivano il Sole, assenti durante l'estate.

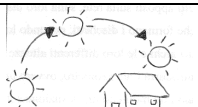
Altri disegni, assegnati al Livello 4, riconoscevano l'esistenza di differenze nel percorso del Sole nelle due stagioni - o forse erano indotti ad individuarne alcune dalla domanda posta -, in una variazione nella direzione di tale percorso.

Al Livello 5 appartengono quei disegni che rappresentano il Sole più in alto rispetto al terreno durante l'inverno. Una possibile interpretazione di tali disegni è che l'altezza possa rappresentare la lontananza dalla Terra, in quanto le due dimensioni del foglio consentirebbero soltanto una tale possibilità per rappresentare efficacemente l'aumento di distanza tra Sole e Terra durante l'inverno.

Il Livello 6 comprende i disegni nei quali il Sole viene rappresentato più in basso durante l'inverno e più in alto durante l'estate, che corrisponde a quello che un singolo individuo può osservare dalla superficie terrestre durante l'anno.

Lo schema di codifica creato per l'item 11 (DIS-stagioni da spazio, Tabella 89) rappresenta una prima versione di quello che sarà poi utilizzato nello studio con i bambini e descritto nel Capitolo 3.

Tabella 88. Schema di codifica delle concezioni relative alle variazioni nel percorso annuale del Sole espresse attraverso il disegno.

LIVELLI		DISEGNI	
		inverno	estate
1	Non ci sono differenze tra estate e inverno		
2	In inverno i raggi del Sole sono più deboli		
3	In inverno il Sole è coperto dalle nuvole		
4	In inverno il percorso del Sole cambia direzione		
5	In inverno il Sole è più alto nel cielo		
6	In inverno il Sole è più basso nel cielo		

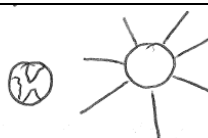
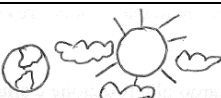
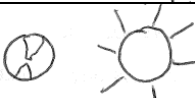
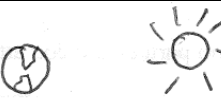
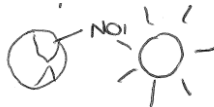
Al Livello 1 anche in questo caso sono stati raggruppati quei disegni nei quali non si riscontrava alcuna differenza tra Terra e Sole nei due disegni che costituivano l'item e tale assenza di differenze veniva confermata anche dalla didascalia.

Al livello 2 appartengono quei disegni nei quali il Sole d'estate viene rappresentato più grande rispetto all'inverno, e tale differenza viene sottolineata nella didascalia.

Al Livello 3 confluiscono i disegni nei quali le differenze tra estate ed inverno sono da rintracciarsi nei raggi del Sole che d'estate sono più potenti e d'inverno meno potenti.

Il Livello 4 è costituito da quei disegni nei quali d'inverno sono rappresentate delle nubi che coprono il Sole e che nelle didascalie affermano che durante l'inverno fa freddo perché il Sole è coperto dalle nuvole.

Tabella 89. Schema di codifica delle concezioni relative al ciclo delle stagioni da una prospettiva esterna alla Terra, espresse mediante il disegno.

	SPIEGAZIONI	DISEGNI	
		inverno	estate
1	Non ci sono differenze tra estate e inverno	No differenze	
			
2	D'estate il Sole è più grande	Differenze legate a modificazioni del Sole	
			
3	I raggi del Sole sono più potenti d'estate e meno potenti d'inverno		
4	D'inverno fa freddo perché il Sole è coperto dalle nubi		
5	Il Sole d'estate si avvicina alla Terra e d'inverno si allontana	Differenze legate a variazioni distanza Sole-Terra	
			
6	La Terra d'estate si avvicina al Sole e d'inverno si allontana		
7	Il Sole d'estate illumina la zona della Terra dove siamo noi, e d'inverno illumina dall'altra parte	Differenze dovute ai moti della Terra	
			
8	La Terra in estate si trova in un'altra posizione (a destra o a sinistra) è più vicina al Sole mentre gli gira intorno		
9	A causa dell'inclinazione terrestre, in estate i raggi del Sole colpiscono di più l'emisfero Nord, mentre in inverno l'emisfero Sud	Differenze causate dall'inclinazione della Terra	
			

Ai Livelli 5 e 6 si hanno due concezioni che attribuiscono le differenze tra estate ed inverno a variazioni di distanza tra Sole e Terra: al Livello 5 è il Sole a muoversi, allontanandosi durante l'inverno ed avvicinandosi al nostro pianeta immobile durante l'estate; al Livello 6 lo stesso movimento viene attribuito alla Terra, mentre il Sole viene visto immobile.

I Livelli 7 e 8 rappresentano due misconcezioni riconducibili all'utilizzo della spiegazione erronea per descrivere tale ciclo: al Livello 7 la causa delle stagioni viene rintracciata nel moto di rivoluzione del Sole attorno alla Terra; al Livello 8 nel moto di rivoluzione della Terra attorno al Sole.

Al Livello 10 sono assegnati i disegni nei quali si attribuisce correttamente all'inclinazione della Terra la causa delle variazioni stagionali: in alcuni di questi disegni emerge chiaramente che i raggi del Sole colpiscono pertanto maggiormente l'emisfero nord in estate e l'emisfero sud in inverno.

Sono stati inoltre utilizzati i punteggi standardizzati (Z) per effettuare le analisi relative alla correlazione tra gli item 6 ed 11, che presentavano scale diverse, utilizzando l'indice di Spearman per rilevarne l'eventuale significatività statistica.

Procedura

Dopo aver somministrato lo strumento di rilevazione delle concezioni iniziali all'intero campione, si è proceduto a realizzare un intervento didattico che muovesse dall'esperienza e dall'indagine dei bambini per fornire loro un collegamento tra l'osservazione diretta dei cambiamenti osservabili nell'ambiente durante l'anno e le variazioni di Sole e Terra nello spazio che erano alla base di tali cambiamenti.

La prova strutturata è stata somministrata nuovamente ai bambini al termine del percorso didattico, che ha avuto una durata di 3 mesi ed è stato costituito da 8 incontri con cadenza quindicinale, svolti prevalentemente all'aperto negli spazi della scuola,.

Il percorso didattico svolto ha previsto una prima fase di indagine dei bambini dei cambiamenti legati al loro ambiente più prossimo e al percorso osservabile del Sole nel cielo, per poi assumere l'aspetto di attività laboratoriali fino a comprendere la realizzazione di un modello in scala del sistema Terra-Sole utilizzato come uno strumento per mettere alla prova i risultati delle osservazioni effettuate.

Quella che segue (tratta da Ronchi, 2008) è una sintesi del percorso didattico effettuato con i bambini del gruppo sperimentale (Appendice, Quadro 2).

5.3 Risultati

In questa sezione sono descritti in primo luogo i livelli concettuali emersi nei bambini dei due gruppi in fase iniziale e finale, valutando l'efficacia del percorso didattico svolto.

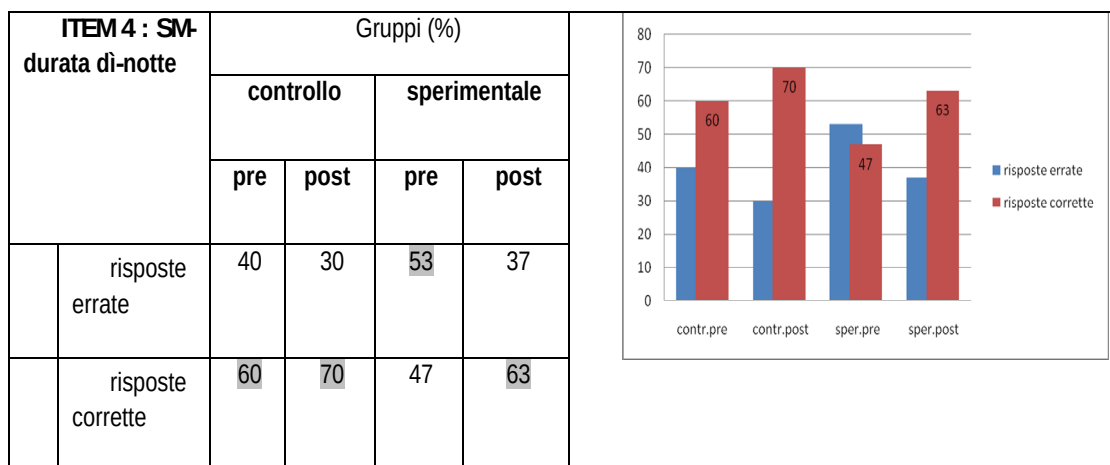
Al fine di determinare la possibile persistenza di misconcezioni sulle stagioni anche in età adulta sono state inoltre confrontate le risposte fornite dai bambini al post-test con quelle espresse dagli studenti universitari di astronomia.

Analisi delle concezioni infantili emerse prima e dopo l'intervento didattico

Come si è detto in precedenza, nel presente studio saranno esaminati i dati emersi a seguito degli item 4 (SM- durata dì/notte), 5 (SM- Sole percorso annuale), 6 (DIS- Sole percorso annuale), 7 (SM- dove sorge), 8 (SM- dove tramonta), 9 e 10 (SM- fa freddo/ fa caldo).

Per quanto riguarda gli item a scelta multipla di frasi, codificati come si è detto in maniera dicotomica attribuendo valore 1 alle risposte corrette e 0 alle risposte errate secondo il sapere scientifico attuale, per quanto riguarda l'item 4 (Tabella 90) si osserva un andamento simile tra i due gruppi osservati circa la durata del dì e della notte, che non risulta statisticamente rilevante all'analisi statistica (vedi Tabella 98).

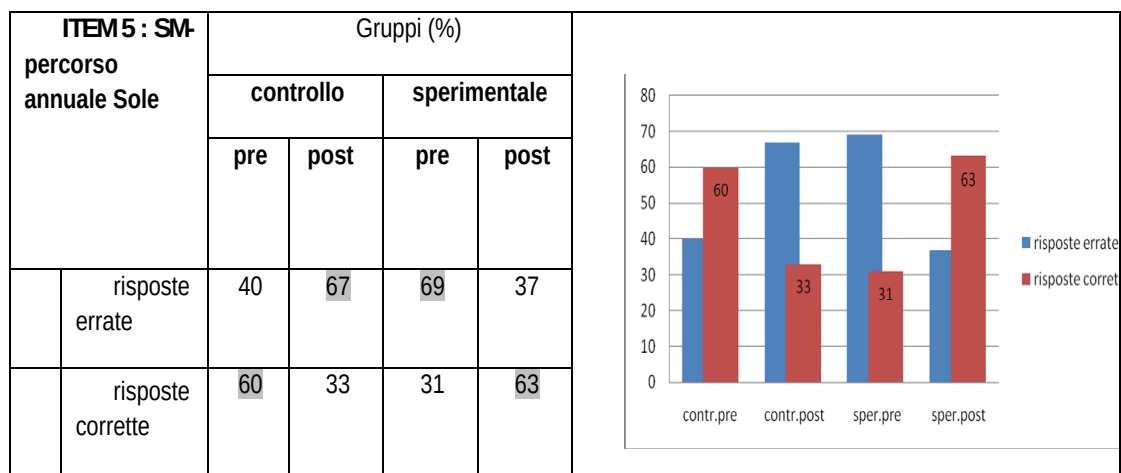
Tabella 90. Percentuali di risposte emerse a seguito dell'item 4.



Le risposte del gruppo di controllo all'item 5 (Tabella 91) mostrano un decremento nelle risposte corrette (dal 60% al 33%) nei bambini del gruppo di controllo ed una tendenza inversa nei bambini di quello sperimentale, che passano dal 31% di risposte corrette al 63% di risposte corrette al post-test.

Anche tale differenza tuttavia non risulta statisticamente significativa (vedi Tabella 98).

Tabella 920. Percentuali di risposte emerse a seguito dell'item 5.

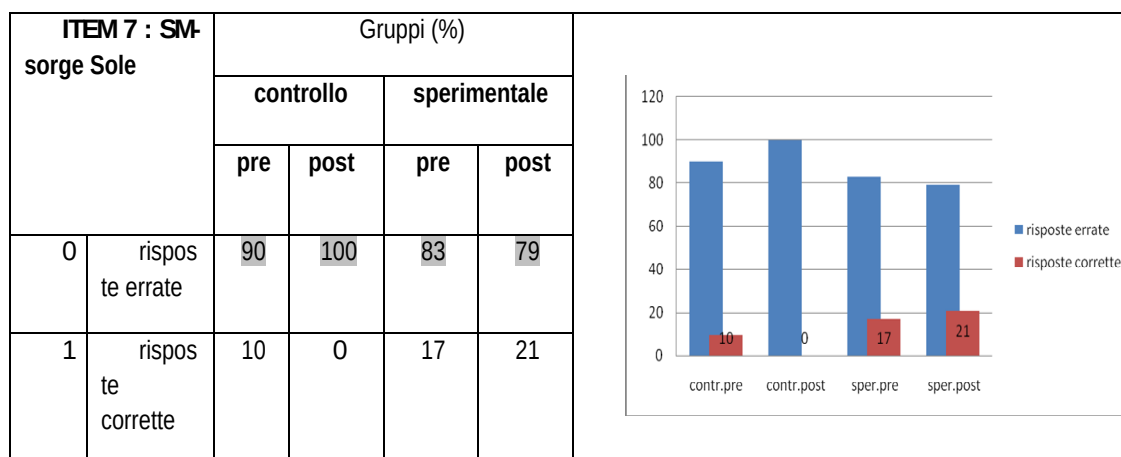


L'item 7 (Tabella 92) presenta una frequenza percentuale di risposte piuttosto simile tra i due gruppi: mediamente, l'88% dei bambini indagati presenta delle misconcezioni relative al luogo in cui sorge il Sole.

A conclusione dell'intervento didattico, il 21% dei bambini del gruppo sperimentale fornisce la risposta scientifica su tale argomento, mentre il 100% di quelli del gruppo di controllo fornisce una risposta errata.

Nonostante ciò, anche nel caso di questo item non risultano differenze statisticamente rilevanti tra i due gruppi (vedi Tabella 98).

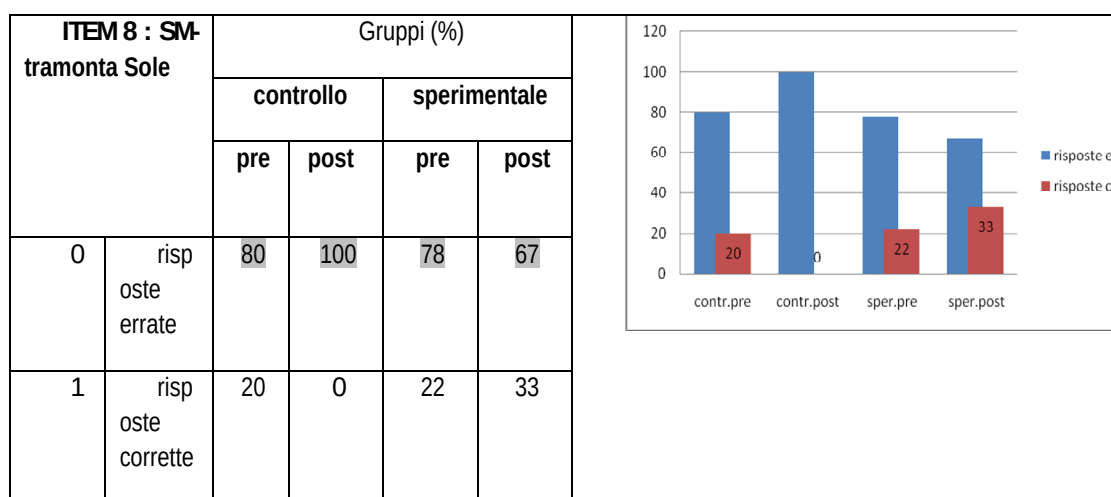
Tabella 921. Percentuale di risposte emerse a seguito dell'item 7.



Anche le risposte fornite dai bambini all'item 8 (Tabella 93) indicano la presenza di misconcezioni relative al luogo in cui il Sole tramonta (mediamente nell'81% del campione). Si deve inoltre osservare come anche in questo caso nel gruppo di controllo le concezioni errate al post-test raggiungano il 100%.

Nel gruppo sperimentale si assiste invece all' incremento delle concezioni corrette che al post-test si attestano al 33% . I cambiamenti osservati sono tendenzialmente significativi da un punto di vista statistico (vedi Tabella 98).

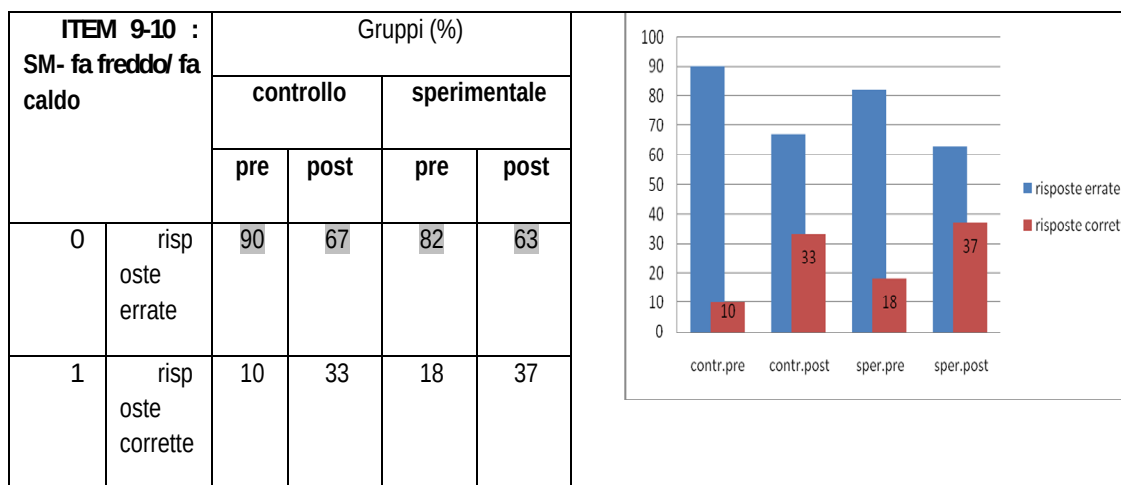
Tabella 922. Percentuale di risposte emerse a seguito dell'item 8.



L'andamento delle concezioni emerse a seguito degli item 9 e 10 (Tabella 94) mostra frequenze simili nelle percentuali di risposte corrette fornite al pre-test dai due gruppi: circa l'80% dei bambini del campione presenta concezioni errate circa le variazioni climatiche annuali. Al post-test, mentre il 33% dei bambini del gruppo sperimentale individua risposta corretta, tutti quelli del gruppo di controllo rispondono in maniera errata al test.

Ad analisi di tipo statistico, tali differenze tra gruppi non appaiono tuttavia statisticamente significative (vedi Tabella 98).

Tabella 923. Percentuali di risposte emerse a seguito degli item 9 e 10.



Per quanto riguarda gli item a risposta aperta, osservando i punteggi di moda relativi alle risposte dell'item 6 (Tabella 95), si rileva come la maggior parte dei bambini esaminati non sia consapevole dei cambiamenti che avvengono nel percorso del Sole durante l'anno: all'origine di tali concezioni potrebbe esservi una carenza di dati osservativi oppure come ha osservato Shoon (1995) l'assimilazione di informazioni incomplete o inesatte che i bambini classificano comunque come vere.

Va notato tuttavia che, mentre al pre-test in entrambi i gruppi si registrano altre misconcezioni diffuse secondo le quali le variazioni climatiche stagionali sarebbero riconducibili a modificazioni legate alla potenza dei raggi solari (gruppo di controllo), o all'occultazione del Sole da parte delle nuvole (gruppo sperimentale), al post-test si osserva nel gruppo sperimentale un graduale incremento di risposte a livelli più elevati, mentre nel gruppo di controllo il passaggio piuttosto brusco a due livelli concettuali (il livello 4 ed il livello 6).

Analisi statistiche condotte su entrambi i gruppi non hanno evidenziato la presenza di differenze significative né al pre né al post-test, mentre analisi condotte confrontando il pre ed il post test del solo gruppo sperimentale hanno evidenziato una differenza tendenzialmente significativa tra i due gruppi [T-test paired samples=.045].

L'analisi della varianza indica inoltre una differenza statisticamente significativa tra le risposte fornite al pre ed al post-test dai soggetti del campione, in relazione all'item [between-subject effects: intercept(109,485)= p.000].

Tabella 924. Livelli concettuali emersi nei bambini a seguito dell'item 6.

ITEM 6: DIS-Sole percorso annuale		Gruppi (%)			
		controllo		sperimentale	
		pre	post	pre	post
1	Non ci sono differenze tra estate e inverno	45	60	53	33
2	In inverno i raggi del Sole sono più deboli	22	0	5	0
3	In inverno il Sole è coperto dalle nuvole	0	0	21	17
4	In inverno il percorso del Sole cambia direzione	11	20	5	17
5	In inverno il Sole è più alto nel cielo	11	0	5	11
6	In inverno il Sole è più basso nel cielo	11	20	11	22
MEDIA					
D.S.					

L'altro item a risposta aperta (item 11, Tabella 96) ha registrato la presenza al pre-test, di misconcezioni prevalenti circa il ciclo delle stagioni in termini di variazioni di distanza tra il Sole e la Terra, sia nel gruppo di controllo (37,5%) che in quello sperimentale (33%). Al termine dell'attività didattica si è osservato nel gruppo sperimentale un lieve incremento delle concezioni iniziali, che ha condotto la maggior parte di essi ad attribuire al movimento della Terra (e non più del Sole) tali variazioni. Nel solo gruppo sperimentale si è invece osservato il raggiungimento di livelli concettuali assai elevati, sebbene soltanto nel 15,5% dei soggetti, anche se la moda ha registrato una certa regressione rispetto alla somministrazione iniziale.

Ciò potrebbe essere in parte spiegato dal fatto che l'attività didattica svolta era basata prevalentemente sulla rilevazione dell'altezza del Sole e quindi sull'angolo di incidenza dei raggi solari rispetto al terreno, cosa che può aver condotto alcuni bambini ad abbandonare la misconcezione relativa alla distanza Terra-Sole, culturalmente trasmessa, per quella relativa alla variazione dell'intensità dei raggi che forse meglio corrispondeva a quanto sperimentato.

Analisi statistiche condotte con il T-test su entrambi i gruppi hanno messo in evidenza l'assenza di differenze significative, mentre quelle condotte sul solo gruppo sperimentale hanno rilevato l'esistenza di una differenza tendenzialmente significativa tra la rilevazione iniziale e finale [t-test(17)= -2,170, p.045].

L'analisi della varianza indica inoltre una differenza statisticamente significativa tra le risposte fornite dai soggetti per quanto riguarda l'item [between-subject effects: intercept(253,536)= p.000].

Tabella 925. Livelli concettuali emersi nei bambini a seguito dell'item 11.

ITEM 11: DIS- stagioni dallo spazio		Gruppi (%)			
		controllo		sperimentale	
		pre	post	pre	post
1	Non ci sono differenze tra estate e inverno	12,5	0	0	5
2	D'estate il Sole è più grande	0	0	0	0
3	I raggi del Sole d'estate sono più potenti	12,5	20	11	21
4	D'inverno il Sole è coperto dalle nubi	12,5	10	6	0
5	Il Sole d'estate si avvicina alla Terra	37,5	10	33	10,5
6	La Terra d'estate si avvicina al Sole	12,5	30	11	16
7	Il Sole d'estate illumina la zona della Terra dove siamo noi, e d'inverno illumina dall'altra parte	0	10	17	16
8	La Terra in estate si trova in un'altra posizione / è più vicina al Sole mentre gli gira intorno	12,5	20	22	16
9	Siccome la Terra "gira in obliquo" il Sole illumina punti diversi	0	0	0	15,5
MEDIA					
D.S.					

Le concezioni emerse nei due gruppi a seguito degli item 6 ed 11 non risultano tra loro correlate, né al pre-test che al post-test [rho di Spearman= n.s.].

Analisi dell'efficacia del percorso didattico svolto

Dal momento che i gruppi indagati rappresentano un sottogruppo del campione relativo allo studio 1, nel quale erano state registrate delle differenze tra gruppo sperimentale e di controllo relativamente alle concezioni circa la forma e la gravità della Terra, prima di effettuare il confronto tra il post-test del gruppo sperimentale e quello del gruppo di controllo è stata verificata, anche in questo studio, l'eventuale esistenza di differenze al pre-test tra i due gruppi osservati (Tabella 97). Dai risultati si può vedere l'assenza di differenze significative tra i due gruppi relativamente a tutti gli item della prova.

Tabella 97. Risultati del confronto tra il pre-test del gruppo sperimentale e di controllo

MANN- WHITNEY test				
SCALA	z	p a 1 coda	Media Ranghi gruppo di controllo	Media Ranghi gruppo sperimentale
SM- durata di/notte	-,636	,525	16,20	14,37
DIS- Sole percorso annuale	-,290	,772	15,11	14,21
SM- percorso Sole	-1,41	,157	15,80	12,06
SM- dove sorge	-,474	,635	13,90	14,83
SM- dove tramonta	-,135	,893	14,30	14,61
SM- fa freddo / fa caldo	-,530	,596	13,35	14,38
DIS- stagioni dallo spazio	-1,398	,162	10,44	14,86

Il successivo confronto tra le risposte fornite dai due gruppi al post-test ha inaspettatamente rivelato l'assenza di differenze significative anche a seguito del percorso didattico svolto (Tabella 98), tranne per l'item a scelta multipla relativo al luogo in cui tramonta il Sole.

Tabella 98. Risultati del confronto tra il post-test del gruppo sperimentale e del gruppo di controllo

MANN- WHITNEY test				
SCALA	z	p a 1 coda	Media Ranghi gruppo di controllo	Media Ranghi gruppo sperimentale
SM- durata di/notte	-,362	,717	15,65	14,66
DIS- Sole percorso annuale	-,957	,338	12,60	15,56
SM- percorso Sole	-1,45	,147	11,67	15,84
SM- dove sorge	-1,53	,125	13,00	16,05
SM- dove tramonta	-1,82	,068	10,50	14,83
SM- fa freddo / fa caldo	-,178	,859	14,17	14,66
DIS- stagioni dallo spazio	-,558	,577	13,80	15,63

Di fronte a questi risultati potrebbero essere forniti almeno tre tipi di spiegazione: si potrebbe ipotizzare, ad esempio, uno sviluppo spontaneo di tali concezioni in entrambi i gruppi dovuto alla maturazione individuale dei bambini verificatasi nei tre mesi di durata del percorso; oppure l'assimilazione di nozioni scientifiche da parte del gruppo di controllo avvenuta non necessariamente a scuola, che avrebbe parzialmente inficiato i risultati delle prove circa l'efficacia della didattica. Si potrebbe infine supporre, in linea con quanto

teorizzato da Bryce & Bloom (2006) che il cambiamento concettuale relativo a concezioni complesse (come quella in esame) possa avvenire in tempi più lunghi e che possa inoltre sussistere nei bambini una certa resistenza al cambiamento delle concezioni intuitive possedute, come illustrano Vosniadou e Brewer (1992; 1994) e Lanciano (1996).

Dal momento che le ipotesi di spiegazione formulate si basano sull'inefficacia del percorso didattico nel gruppo sperimentale, per avere indicazioni precise sulla sua efficacia sono state effettuate delle analisi statistiche utilizzando il test non parametrico di Wilcoxon che ha consentito il confronto tra il pre ed il post-test nei soggetti del gruppo sperimentale (Tabella 99). Dall'analisi dei dati emerge che l'intervento didattico è risultato efficace a promuovere il cambiamento delle concezioni iniziali relativamente al percorso annuale del Sole nel cielo (item 5 e 6) e la causa delle stagioni (item 11). La stessa analisi condotta sul gruppo di controllo non ha evidenziato cambiamenti significativi delle concezioni presenti nei bambini al pre-test.

Tabella 99. Risultati del confronto tra il pre ed il post-test del gruppo sperimentale

WILCOXON test				
SCALA	z	p a 1 coda	Media Ranghi Negativi	Media Ranghi Positivi
SM- durata dì/notte	-1,34	,180	3,00	3,00
DIS- Sole percorso annuale	-1,94	,052	7,25	6,35
SM- percorso Sole	-1,89	,059	4,00	4,00
SM- dove sorge	,000	1,00	3,50	3,50
SM- dove tramonta	-,816	,414	3,50	3,50
SM- fa freddo / fa caldo	-1,63	,102	3,50	3,50
DIS- stagioni dallo spazio	-,394	,694	6,80	6,29

La prima ipotesi, legata alla maturazione individuale, spiegherebbe in parte l'analogia nella distribuzione delle risposte di ciascun gruppo, ma non il fatto che si siano registrate delle regressioni nelle risposte fornite al post-test dal solo gruppo di controllo (negli item 5, 7 ed 8). Analogamente, la seconda ipotesi relativa all'assimilazione di nozioni scientifiche potrebbe soltanto confermare i risultati del post-test relativo all'item 6 nel quale si è osservato come le alternative di scelta si siano ridotte a 3 (rispetto alle 5 del pre-test) e non gli altri – a meno che non siano state veicolate concezioni inesatte sulle stagioni, che ne attribuiscono la causa, ad esempio, a variazioni di distanza, in quanto questo spiegherebbe un simile incremento anche per l'item 11 -.

La terza ipotesi, che vede il cambiamento concettuale come uno sforzo cognitivo compiuto dall'individuo per conciliare i dati percettivi e le inferenze compiute sulla base dell'esperienza alle nozioni scientifiche, è invece supportata da valutazioni di tipo qualitativo come le registrazioni dei dialoghi – in parte riportati nella descrizione del percorso didattico - che hanno avuto luogo durante le attività svolte e dai testi individuali nei quali i bambini rielaboravano l'esperienza effettuata.

Un cambiamento a lungo termine implicherebbe inoltre la persistenza di alcune misconcezioni anche tra gli adulti, e per tale ragione si è provveduto a somministrare, ad un campione di studenti al primo anno del corso di laurea specialistica in Astronomia ed Astrofisica, alcuni degli item (4, 6, 7, 8, 9, 10 e 11) della prova utilizzata con i bambini.

Confronto tra le concezioni dei bambini e degli studenti di astronomia

Dall'analisi delle concezioni espresse attraverso gli item a scelta multipla dai bambini e dagli studenti universitari è emerso quanto segue: per quanto riguarda l'item 4, a differenza dei bambini, gli adulti hanno mostrato di individuare correttamente la causa della variazione di durata del dì e della notte alle nostre latitudini (100% degli studenti contro una media del 67% dei bambini, Tabella 100).

L'analisi condotta con il test non parametrico di Kruskal-Wallis, indica che tali differenze riscontrate a livello qualitativo tra i tre gruppi non sono rilevanti da un punto di vista statistico [$\chi^2(2)=4,675$, $p.097$].

Tabella 100. Le risposte fornite dai bambini al post-test e dagli studenti universitari

ITEM 4 : SM-durata di-notte		Gruppi (%)		
Livelli		bambini (rilevaz. finale)		studenti astronomia
		contr	sper	
0	risposte errate	30	37	0
1	risposte corrette	70	63	100

In relazione agli item 7 ed 8 (Tabelle 101-102) si è rilevato come solo i bambini che avevano preso parte alle attività didattiche abbiano risposto correttamente alla domanda che riguardava lo spostamento del luogo in cui sorge/tramonta il Sole in relazione alle stagioni dell'anno (rispettivamente 21% e 33%). Tali percentuali risultano in ogni caso inferiori a quelle registrate tra gli studenti universitari, solo la metà dei quali fornisce una risposta corretta ai due item (rispettivamente 54,5% e 45,5%).

Analisi statistiche confermano infatti l'esistenza di differenze tendenzialmente significative tra i tre gruppi osservati, sia per quanto riguarda l'item 7 [Chi-square(2)=8,397, p.015] sia per l'item 8 [Chi-square(2)=6,131, p.047].

Va pertanto sottolineato il permanere di alcune misconcezioni non solo tra i bambini, ma anche in soggetti adulti come gli studenti universitari, che frequentano un corso di studi specificamente dedicato all'apprendimento delle concezioni astronomiche.

Tabella 101. Le risposte fornite dai bambini al post-test e dagli studenti universitari

ITEM 7 : SM- sorge Sole		Gruppi (%)		
Livelli		bambini (rilevaz. finale)		studenti astronomia
		contr	sper	
0	risposte errate	100	79	45,5
1	risposte corrette	0	21	54,5

Tabella 102. Le risposte fornite dai bambini al post-test e dagli studenti universitari

ITEM 8 : SM- tramonta Sole		Gruppi (%)		
		bambini (rilevaz. finale)		studenti astronomia
		contr	sper	
0	risposte errate	100	67	45,5
1	risposte corrette	0	33	54,5

Per quanto concerne gli item 9 e 10, relativi alle cause che determinano le variazioni climatiche stagionali alle nostre latitudini (Tabella 103), si osserva come tra le risposte degli adulti e quelle dei bambini espresse al post-test non si rilevino differenze statisticamente rilevanti [rispettivamente Chi-square = .202 n. s; Chi-square=.695 n.s.].

Questo risultato potrebbe fornire un supporto alla tesi secondo la quale sia i bambini che gli adulti tendono ad attribuire la causa delle variazioni climatiche stagionali a fenomeni scelti sulla base di dati o inferenze scaturite dall'esperienza, e pertanto segnalare la presenza, in entrambi i gruppi, di misconcezioni radicate e piuttosto resistenti al cambiamento.

Tabella 103. Le risposte fornite dai bambini al post-test e dagli studenti universitari

ITEM 9-10 : SM- fa freddo/ fa caldo		Gruppi (%)		
		bambini (rilevaz. finale)		studenti astronomia
		contr	sper	
0	risposte errate	67	63	41
1	risposte corrette	33	37	59

Dall'esame delle concezioni emerse a seguito di item a risposta aperta è possibile delineare un quadro di comparazione più dettagliato e completo in quanto sono disponibili

non solo i dati riferiti alla correttezza o meno delle risposte, ma anche alla tipologia di concezione posseduta.

Analizzando i livelli concettuali emersi, a seguito dell'item 6 circa le variazioni nel percorso osservabile del Sole nel cielo durante l'anno (Tabella 104), è stata registrata una percentuale analoga di concezioni corrette tra i bambini dei due gruppi, anche se la distribuzione relativa al gruppo di controllo differisce al post-test in quanto si verifica un calo dei livelli scelti che, come si è visto, passano da 5 a 3. Si registra inoltre la presenza di una discreta percentuale di concezioni intuitive tra gli studenti di astronomia relativamente al percorso osservabile del Sole nel cielo che non subirebbe variazioni per il 25% di essi, mentre per il restante 75% si modificherebbe come conseguenza dell'inclinazione della Terra.

L'analisi della varianza mostra l'esistenza di differenze tendenzialmente significative tra i bambini del gruppo di controllo e gli studenti di astronomia [T-test independent samples(20)=-2,261, p.035], mentre tra i bambini del gruppo sperimentale e gli studenti di astronomia non si riscontrano rilevanti differenze tra le distribuzioni.

Tabella 104. I livelli concettuali emersi nei tre gruppi a seguito dell'item 6.

ITEM 6: DIS-Sole percorso annuale		Gruppi (%)		
		bambini (rilevaz. finale)		studenti astronomia
		contr	sper	
1	Non ci sono differenze tra estate e inverno	60	33	25
2	In inverno i raggi del Sole sono più deboli	0	0	0
3	In inverno il Sole è coperto dalle nuvole	0	17	0
4	In inverno il percorso del Sole cambia direzione	20	17	0
5	In inverno il Sole è più alto nel cielo	0	11	0
6	In inverno il Sole è più basso nel cielo	20	22	75
MEDIA				4,75
D.S.				2,261

Le concezioni espresse da bambini e adulti circa l'alternanza delle stagioni attraverso il disegno rivelano come soltanto alcuni dei bambini che hanno preso parte alle attività didattiche abbiano utilizzato la concezione scientifica per spiegare tale fenomeno (15,5%) mentre quelli del gruppo di controllo si siano attestati su una misconcezione piuttosto comune legata variazioni di distanza tra Terra e Sole (20%).

Anche tra gli studenti di astronomia è stata inaspettatamente individuata la medesima misconcezione legata alla distanza, che è stata utilizzata da una considerevole percentuale di essi (36%) come spiegazione dell'alternanza di periodi di caldo e di freddo sulla Terra.

Anche in questo caso si ipotizza la permanenza in bambini ed adulti, di una concezione errata, scaturita forse da un'errata interpretazione di nozioni scientifiche, e/o dalla trasmissione di informazioni inesatte o distorte prese comunque per buone dai bambini (Harris, 2006), e/o da inferenze derivate da esperienze di vicinanza-lontananza rispetto ad una fonte di calore poi estese, per analogia, al fenomeno delle stagioni.

Analisi statistiche condotte sui punteggi medi ottenuti dai tre gruppi, hanno messo in evidenza differenze statisticamente significative [Anova test $F(9,324) = p.001$] tra i bambini e gli studenti esaminati. In particolare sono state individuate differenze statisticamente rilevanti sia tra il gruppo sperimentale dei bambini e gli studenti [T-test(28)=-3,592, p.001], sia tra questi ultimi ed i bambini del gruppo di controllo [T-test(19)=-5,752, p.000].

Anche le concezioni espresse dagli studenti a seguito degli item 6 ed 11 non risultano tra loro correlate [ρ di Spearman=n.s.].

Tabella 105. I livelli concettuali emersi nei tre gruppi a seguito dell'item 11.

ITEM 11: DIS- stagioni dallo spazio		Gruppi (%)		
		bambini (rilevaz. finale)		studenti astronomia
		contr	sper	
1	Non ci sono differenze tra estate e inverno	0	5	0
2	D'estate il Sole è più grande	0	0	0
3	I raggi del Sole d'estate sono più potenti	20	21	0
4	D'inverno il Sole è coperto dalle nubi	10	0	0
5	Il Sole d'estate si avvicina alla Terra	10	10,5	0
6	La Terra d'estate si avvicina al Sole	30	16	0

7	Il Sole d'estate illumina la zona della Terra dove siamo noi, e d'inverno illumina dall'altra parte	10	16	0
8	La Terra in estate si trova in un'altra posizione / è più vicina al Sole mentre gli gira intorno	20	16	36
9	Siccome la Terra "gira in obliquo" il Sole illumina punti diversi	0	15,5	64
MEDIA				9,27
D.S.				1,009

5.4 Discussione

Dall'analisi delle risposte fornite dai bambini dei due gruppi agli item a scelta multipla di frasi, è emersa una presenza diffusa di concezioni scientificamente errate circa il luogo in cui sorge e tramonta il Sole durante l'anno, e riguardo alle cause che determinano le variazioni termiche stagionali sulla Terra. Dal momento che in 3 item (su 6 esaminati) sono state osservate, al post-test, delle regressioni nelle percentuali di risposte corrette fornite dal gruppo di controllo, se ne deduce che tali concezioni siano inoltre instabili nei bambini.

Nel gruppo sperimentale al contrario è stato generalmente osservato un certo incremento in tutti gli item a scelta multipla di frasi, anche se tale incremento non è stato significativo ad un esame statistico (tranne in un item, in cui è stata rilevata una differenza statisticamente significativa tra i due gruppi).

L'esame delle concezioni emerse a seguito di item a risposta aperta ha consentito analisi più dettagliate in quanto la valutazione era basata su una scala a 6 livelli per la concezione del percorso osservabile del Sole nel cielo durante l'anno, ed a 9 livelli per quella relativa al ciclo delle stagioni da un punto di vista esterno alla Terra. L'esame dei due disegni ha mostrato tuttavia una sostanziale omogeneità nelle concezioni espresse dai due gruppi al post-test, e l'esistenza di differenze tendenzialmente significative tra il pre ed il post del gruppo sperimentale.

Simili risultati circa l'efficacia del percorso hanno pertanto condotto la dottoranda a formulare alcune ipotesi di spiegazione: è stata ipotizzata l'influenza di uno sviluppo spontaneo di tali concezioni in entrambi i gruppi dovuto alla maturazione individuale dei bambini (verificatasi nei tre mesi di durata del percorso); oppure l'assimilazione di nozioni scientifiche da parte del gruppo di controllo (avvenuta non necessariamente a scuola), che avrebbe parzialmente inficiato i risultati delle prove finali.

È stato infine ipotizzato che il cambiamento concettuale relativo al ciclo delle stagioni potesse avvenire in tempi più lunghi, attraverso anni, come affermano Bryce e Bloon (2006), e che per tale ragione potesse sussistere nei bambini una certa resistenza al cambiamento delle concezioni possedute, come illustrato da Vosniadou e Brewer (1992; 1994), da Lanciano (1996) e da Gardner (2001).

Per determinare l'efficacia dell'intervento didattico è stata preliminarmente individuata l'assenza di differenze tra le concezioni iniziali nei due gruppi di bambini, e la presenza di alcune differenze tendenzialmente significative rintracciate esaminando il pre ed il post-test del solo gruppo sperimentale: il percorso didattico è risultato infatti tendenzialmente efficace a promuovere il cambiamento delle concezioni iniziali sul percorso annuale del Sole nel cielo e sulla causa delle stagioni tra i bambini di questo gruppo. La stessa analisi, condotta confrontando il post-test dei due gruppi o sul solo gruppo di controllo non ha evidenziato cambiamenti significativi nelle concezioni inizialmente espresse dai bambini.

L'individuazione dell'efficacia dell'intervento didattico svolto ha pertanto fornito ulteriori spunti di riflessione in relazione alle ipotesi sopra formulate: riguardo alla prima, legata alla maturazione individuale, spiegherebbe in parte l'analogia nelle distribuzioni delle risposte dei due gruppi, ma non la presenza di regressioni nel solo gruppo di controllo o l'incremento tendenzialmente significativo del gruppo sperimentale dovuto al percorso didattico; riguardo alla seconda ipotesi, legata all'assimilazione di nozioni scientifiche da parte del gruppo di controllo, spiegherebbe in parte l'incremento di concezioni corrette all'item 6, ma non i risultati degli altri item nei quali continuano a persistere misconcezioni.

La terza ipotesi, che vede il cambiamento concettuale come uno sforzo cognitivo compiuto dall'individuo per conciliare i dati percettivi e le inferenze compiute sulla base dell'esperienza alle nozioni scientifiche, e postula la possibile esistenza di concezioni resistenti al cambiamento anche in età adulta, spiegherebbe invece l'analogia tra le concezioni individuate in alcuni item tra i bambini osservati ed un gruppo di studenti universitari di astronomia. Tra i bambini e questi adulti non sono emerse differenze statisticamente rilevanti nelle concezioni da essi possedute circa la durata del dì e della notte, e sulle cause che determinano le variazioni di temperatura stagionali alle nostre latitudini. Le differenze tra bambini e adulti nelle concezioni circa il luogo in cui sorge/tramonta il Sole risultano tendenzialmente significative tra i tre gruppi, mentre quelle riguardanti il percorso annuale del Sole nel cielo risultano tendenzialmente significative tra gruppo di controllo e adulti, e sostanzialmente analoghe tra il gruppo sperimentale e gli adulti stessi. L'unica differenza statisticamente rilevante riguarda le concezioni emerse nel disegno in cui era richiesto di rappresentare la Terra ed il Sole nelle loro posizioni reciproche quando da noi è estate/inverno.

Dall'esame dei risultati del confronto tra studenti di astronomia e bambini prima e dopo un percorso didattico, emergono pertanto elementi a favore della terza ipotesi di spiegazione: l'efficacia limitata del percorso didattico svolto può essere dovuta al fatto che le concezioni possedute dai bambini circa le stagioni, costruite sulla base di inferenze

formulate sulla base dell'esperienza, risultano essere molto resistenti al cambiamento, dato che si è potuta osservare la loro persistenza anche in età adulta ed in soggetti che possiedono una competenza specifica in campo astronomico, come gli studenti universitari di astronomia.

STUDIO 3: COMPARAZIONE DELL'EFFICACIA DI DUE METODOLOGIE DIDATTICHE DIVERSE NEL PROMUOVERE L'APPRENDIMENTO DELLE CONCEZIONI DI TERRA E CICLO DÌ-NOTTE

5.1. Introduzione

Negli ultimi trent'anni numerosi studi hanno riguardato la formazione del concetto di Terra e ciclo dì-notte nei bambini, e da tali studi sono scaturite due diverse posizioni teoriche: la prima ritiene che i bambini a partire dalla propria esperienza si costruiscono dei modelli mentali coerenti circa la Terra ed il ciclo dì-notte, che vengono costruiti sulla base di presupposizioni radicate derivate dall'esperienza e sono utilizzati dal bambino in modo coerente (Vosniadou e Brewer, 1992; 1994); la seconda prospettiva ritiene che al contrario i bambini possiedano frammenti di conoscenza tra loro disconnessi che derivano dalla trasmissione culturale e non dall'esperienza diretta (diSessa, 1998; Nobes et al., 2003; Nobes, Martin e Panagiotaki, 2005; Straatemaier et al., 2008).

I due modelli teorici presentati appaiono importanti anche da un punto di vista educativo: dato che l'approccio dei modelli mentali (Vosniadou & Brewer, 1992, 1994) considera la conoscenza come una costruzione individuale basata sull'esperienza e su alcune presupposizioni radicate che possono talvolta condurre l'individuo alla formazione di misconcezioni, l'apprendimento, processo lungo e faticoso, consiste nel superamento di tali misconcezioni attraverso la consapevolezza individuale della necessità di cambiare le proprie concezioni per accoglierne altre più efficaci. Per individuare i modelli mentali dei bambini gli autori utilizzano, nel corso di un'intervista semistrutturata individuale, due diversi tipi di domande: domande di tipo fattuale e domande di tipo generativo (per la descrizione delle quali si rimanda al Capitolo 3).

Driver e Easy (1978) hanno inoltre suggerito che le concezioni iniziali dei bambini, spesso in conflitto con il sapere insegnato a scuola, sono molto resistenti al cambiamento così come è stato dimostrato anche in vari domini di conoscenza scientifica (Andersson & Kärrqvist, 1983; Beveridge, 1985; Cros, Chastrette & Fayol, 1988; Viennot, 1979; White & Gunstone, 1989; Vosniadou & Brewer, 1992; Lanciano, 1996). Le condizioni per promuovere un simile cambiamento concettuale sono state individuate da Strike e Posner (1982), e sono state largamente utilizzate nelle ricerche empiriche sullo sviluppo cognitivo dei bambini.

Secondo la prospettiva della conoscenza frammentaria (diSessa, 1998; Nobes, Moore, et al., 2003; Nobes, Martin, Panagiotaki, 2005), le concezioni astronomiche infantili deriverebbero non dall'esperienza ma dalla trasmissione culturale, per cui il bambino non si costruirebbe modelli mentali alternativi al sapere scientifico. L'apprendimento, secondo questo approccio, consiste nell'accogliere le nozioni scientifiche accreditate in un quadro sempre più coerente, ed è un processo breve e veloce. Scopo dell'insegnamento è pertanto quello fornire ai bambini le nozioni scientifiche accreditate aiutandoli a creare relazioni e collegamenti tra i frammenti di conoscenza in loro possesso, in modo da arrivare alla

visione scientifica condivisa (diSessa, 1998). Per raccogliere le concezioni dei bambini questi autori prediligono il ricorso a domande a risposta chiusa (Nobes et al., 2003) o a scelta multipla di immagini (Nobes et al., 2005; Straatemeier et al., in press).

Secondo l'approccio dei modelli mentali l'apprendimento sarebbe un processo lungo e faticoso, perché richiederebbe al bambino di modificare e superare le proprie misconcezioni; secondo la seconda, sarebbe un processo relativamente semplice, perché il bambino, non possedendo una concezione ingenua stabile, accoglie senza resistenza l'informazione scientifica.

Pochi studi sono finora stati condotti sull'apprendimento delle concezioni scientifiche di forma della Terra e gravità, misurando l'efficacia di diversi tipi di interventi di istruzione in bambini di scuola primaria. Diakidoy e Kendeou (2001) hanno rilevato come un approccio didattico che muova dalle conoscenze pregresse degli alunni sia maggiormente efficace rispetto ad uno di tipo tradizionale. Hannust e Kikas (2007) hanno messo in luce come i bambini piccoli possono facilmente acquisire informazioni fattuali sulla Terra, anche se durante gli interventi di istruzione possono sviluppare delle misconoscenze.

Dai risultati emersi in un loro recente studio, Yager e Akcay, 2008 hanno osservato come, in termini di quantità di concetti appresi, una didattica per scoperta ed una didattica espositiva risultino ugualmente efficaci all'apprendimento: una didattica che per scoperta risulterebbe più efficace nel favorire il trasferimento e l'uso delle conoscenze apprese in contesti nuovi rispetto ad una didattica tradizionale centrata sul libro di testo.

Il presente lavoro si pone l'obiettivo di indagare gli effetti di due diversi tipi di percorsi didattici per bambini di seconda classe di scuola primaria circa la forma e la gravità della Terra e sul ciclo dì-notte, anche alla luce del tipo di item e del sistema di riferimento considerato.

Il primo percorso didattico si è ispirato al lavoro di Lanciano (1996) sulla didattica dell'astronomia nella scuola primaria ed è basato sulla valorizzazione dell'esperienza sensoriale, sull'utilizzo del corpo e dei gesti come strumenti per apprendere, sulla possibilità di creare un legame tra le proprie esperienze e l'informazione scientifica. Esso parte dalle concezioni ingenuie dei bambini e cerca di farle evolvere verso modelli più coerenti e vicini a quelli scientifici.

Il secondo percorso didattico, frequentemente usato a scuola, utilizza la lezione frontale come metodologia preferenziale, durante la quale, con il sussidio di diversi tipi di testi, modelli, immagini e filmati, vengono esposte informazioni scientifiche corrette, presentate come dati di fatto, senza tenere in considerazione le conoscenze pregresse dei bambini.

A livello pedagogico, i due percorsi presentati possono essere ricondotti a due metodi didattici per l'insegnamento delle scienze individuati da Laeng (1998): il metodo costruttivista e quello espositivo.

5.2 Metodo

Partecipanti

Il campione indagato comprende 48 bambini frequentanti le II classi di una scuola Primaria in provincia di Latina, ed è suddiviso in gruppo sperimentale A (11 bambini) gruppo sperimentale B (21 bambini) e gruppo di controllo (16 bambini).

CONCEZIONE		TIPO DOMANDA E COMPITO CONSEGNA	RISPOSTA APERTA		RISPOSTA CHIUSA	
			Recupero di nozioni	Formulaz. di inferenze	Recupero di nozioni	Formulaz. di inferenze
TERRA: forma e gravità	3	Disegna la Terra come pensi che sia ...	dis			
	4	Piove su tutta la Terra. disegna la Terra con le nuvole ...		dis		
	0	Secondo te, che forma ha la Terra?			imm	
	1	Dove va a finire la palla se un gigante gli dà un calcio? .				imm+frasi
	7	Sulla Terra, la gravità permette di ...			frasi	
	8	Perché sulla Terra un sasso cade verso il basso?				frasi
CICLO DI NOTTE: perc.oss. - rotaz.	6	Disegna il Sole al mattino, a mezzogiorno e al pomeriggio	dis			
	2	Perché da noi diventa notte?				imm+frasi
	2	Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo? Disegna ...		dis + did.		
	3	Disegna il Sole e la Terra come pensi che siano (d/n)	dis + did			
	4	La Terra si muove oppure no?			frasi	
	9	Il Sole si muove oppure no?			frasi	

Quadro Sinottico 6. Struttura della prova somministrata ai bambini in fase iniziale, intermedia e finale.

Per indagare le concezioni infantili è stata utilizzata una prova strutturata del tipo carta e matita, realizzata ad hoc sulla base della letteratura e composta da 22 item, 12 dei quali dedicati in maniera specifica all'indagine delle concezioni relative alla forma e alla gravità della Terra e al ciclo dì-notte e pertanto analizzati nel presente studio.

Lo strumento (Quadro Sinottico 6) costituisce una rielaborazione di quello costruito ed adottato in precedenti indagini condotte su bambini ed insegnanti (Perucchini e Ronchi, 2006;2007), al quale sono stati aggiunti alcuni item a risposta chiusa caratterizzati da scelta multipla di immagini, tratte dal lavoro di Staatemeier (in press, 2008), ed altri, creati ad hoc e costituiti da una scelta multipla di frasi le cui alternative erano rappresentate dalle misconcezioni maggiormente individuate in letteratura (Baxter, 1989; Vosniadou e Brewer, 1992-1994; Lanciano, 1996).

L'aver affiancato ad item che chiedevano la realizzazione di un disegno, altri item che implicavano la decodifica e la scelta tra disegni, ed altri che invitavano a riconoscere la definizione più corrispondente alla concezione posseduta, potrebbe fornire utili elementi per osservare una determinata concezione attraverso abilità diverse, bilanciando così l'eccessivo peso assegnato in precedenza al disegno nell'attribuzione dei livelli concettuali.

Come si può osservare dal Quadro Sinottico, sono dedicati alla forma e alla gravità della Terra 6 item a risposta aperta o a scelta multipla di immagini e frasi, costituiti da domande di tipo fattuale e generativo (sulla base della distinzione operata da Lightman e Sadler, 1992; Vosniadou e Brewer, 1992; 1994, e descritta al Capitolo 3); sono invece dedicati all'analisi delle concezioni circa il ciclo dì-notte 8 item, basati sull'esecuzione di un disegno o sulla scelta tra immagini o frasi e fondati su un sistema di riferimento terrestre o esterno alla Terra.

Codifica

Per codificare gli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini, riguardanti il ciclo dì-notte (item 2, 3, 6, 12), sono stati impiegati gli schemi di codifica relativi alla Terra, al percorso diurno del Sole, allo spostamento delle ombre e alla sparizione del Sole di notte, utilizzati per l'indagine descritta al Capitolo 3 (al quale si rimanda per l'esposizione analitica degli item e dei livelli concettuali individuati).

Per la codifica degli item a risposta aperta e a scelta multipla di frasi circa la forma e la gravità della Terra (item 1, 4, 10, 11), è stata invece utilizzata una precedente versione dello schema di codifica descritto al Capitolo 3, costituita da 9 livelli, successivamente ridotti ad 8 – accorpando i livelli 7 ed 8 (Tabella 106).

La codifica degli item a scelta multipla di frasi è stata effettuata in maniera dicotomica, attribuendo il punteggio 0 ad ogni risposta errata, ed 1 ad ogni risposta scientificamente corretta.

Tabella 106. Lo schema utilizzato per codificare gli item dedicati alla forma e alla gravità della Terra.

LIVELLO	DESCRIZIONE	DISEGNO / SCELTA DI IMMAGINI
1	Terra piatta	
2	Terra a forma di disco piatto	
3	Terra doppia. Le persone vivono/piove su quella piastra: quella sferica è nello spazio	
4	Terra sferica. Le persone vivono/piove solo dentro la sfera (sfera cava)	
5	Terra sferica. Le persone vivono/piove solo sulla parte alta della sfera	
6	Terra sferica. Le persone vivono/piove su tutta la sfera secondo coordinate spaziali nord-sud assolute	
7	Terra sferica. Le persone vivono/piove su tutta la sfera secondo coordinate spaziali nord-sud discordanti: solo nell'emisfero nord si sta dritti	
8	Terra sferica. Le persone vivono/piove su tutta la sfera secondo coordinate spaziali nord-sud incoerenti	
9	Terra sferica. Le persone/la pioggia sono su tutta la sfera e sono orientate secondo la forza di gravità	

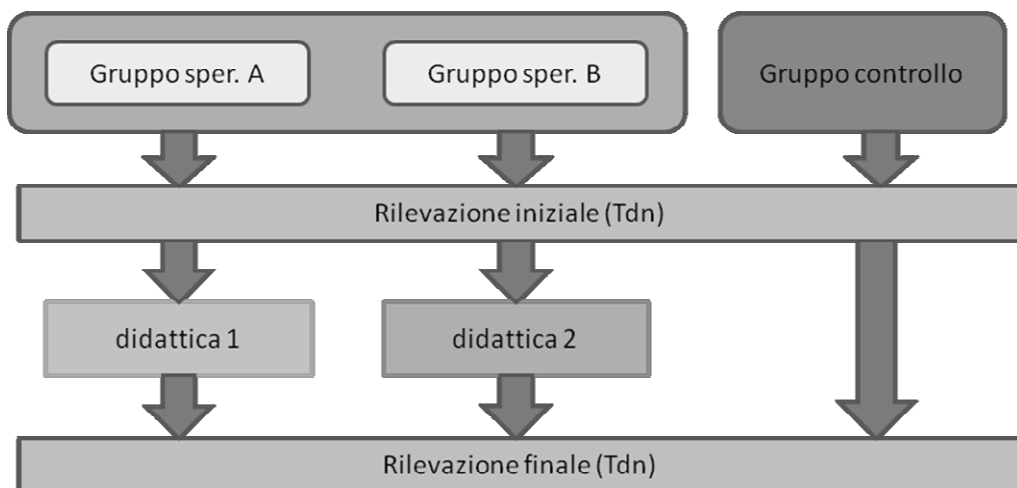
Procedura

La prova è stata somministrata collettivamente all'intero campione in fase iniziale, a conclusione di uno dei percorsi d'istruzione ed in fase finale (Figura 18).

Dopo aver compilato la prova iniziale, il gruppo sperimentale A ha partecipato al percorso 1 (metodo didattico costruttivista), mentre il gruppo sperimentale B ha partecipato al percorso 2 (metodo didattico espositivo).

Alla fine di questa fase, della durata di un mese e mezzo, si è proceduto ad una nuova somministrazione della prova all'intero campione.

Figura 148. Schema della ricerca.



La didattica

I percorsi d'istruzione progettati, caratterizzati dai medesimi obiettivi e contenuti circa la forma della Terra e la sua attrazione gravitazionale, si differenziano sulla base del metodo didattico utilizzato: in un caso si trattava di un metodo costruttivista (didattica 1) ed in un altro caso di didattica di tipo espositivo (didattica 2).

La didattica dei due percorsi è stata elaborata sulla base delle diverse visioni di apprendimento riconducibili ai due approcci teorici considerati: un apprendimento per ricezione ed accumulo di conoscenza, tipico, come si è visto, dell'approccio frammentario (diSessa, 1998; Nobes, Moore, et al., 2003; Nobes, Martin, Panagiotaki, 2005), ed un apprendimento come costruzione di conoscenza fondata sull'esperienza e l'indagine

personale dell'alunno, riconducibile all'approccio dei modelli mentali (Vosniadou e Brewer, 1992-1994). Si è tenuto conto inoltre della distinzione operata da Laens (1998) tra due diversi tipi di didattica delle discipline in campo scientifico: quella basata su un metodo di indagine e quella fondata su un metodo espositivo.

La didattica basata su un metodo di indagine (Lanciano, 1996) vede la costruzione del sapere scientifico come un processo di scoperta e costruzione basato sull'esperienza e l'indagine personale del discente; ruolo dell'insegnante è di porre domande o problemi ed offrire agli alunni situazioni di apprendimento in cui essi possano mettere alla prova le concezioni possedute attraverso il loro coinvolgimento diretto; non vengono fornite precocemente informazioni scientifiche ai bambini, né vengono corrette le loro erronee affermazioni, in quanto considerate parte del processo di ristrutturazione concettuale in atto; il focus della didattica è sullo svolgimento di attività che consentano ai bambini la rielaborazione delle concezioni intuitive iniziali.

La didattica fondata su un metodo espositivo (Laeng, 1998) vede invece la costruzione del sapere scientifico come un'accumulazione progressiva di nozioni riguardanti i risultati della ricerca scientifica attualmente condivisi; ruolo dell'insegnante è pertanto di trasmettere agli alunni le nozioni corrette, avvalendosi di esperti e di alcuni sussidi audiovisivi che facilitino nel bambino l'assimilazione dei contenuti; il focus della didattica non è sulle concezioni iniziali dei bambini ma sul punto di vista della scienza e sulla trasmissione di nozioni corrette.

Tabella 106. Principali differenze tra i due metodi didattici utilizzati.

METODO DI INDAGINE (percorso 1)	METODO ESPOSITIVO (percorso 2)
☐ discussione collettiva ☐ "focus" sulle conoscenze iniziali dei bambini ☐ punto di vista "terrestre" ☐ forte collegamento con le conoscenze intuitive ☐ utilizzo prevalente di spazi aperti (giardino, terrazza) ☐ uso del Sole e della Terra per l'indagine ☐ domande inferenziali ☐ tempi distesi	☐ lezione frontale ☐ "focus" sulla conoscenza scientifica ☐ punto di vista esterno alla Terra ☐ scarso collegamento con le conoscenze intuitive ☐ utilizzo prevalente di spazi chiusi (classe, laboratorio) ☐ visione di filmati ed uso di modelli ☐ domande nozionistiche ☐ scansione oraria rigida

☐ insegnante "regista"	☐ insegnante "protagonista"
---	--

Il percorso 1, nel quale era stato adottato un metodo di indagine, era stato progettato sulla base delle concezioni emerse nei bambini in fase iniziale, per favorire il collegamento tra le attività proposte e le concezioni da essi possedute, anche attraverso l'utilizzo di un sistema di riferimento terrestre che permettesse loro di osservare e formulare ipotesi circa i cambiamenti osservati sulla Terra e nel cielo. Sono stati progettati tempi didattici più lunghi e distesi che hanno consentito ai bambini di osservare il percorso del Sole o lo spostarsi delle ombre sul terreno, e sono state loro poste domande di tipo generativo che hanno dato origine a discussioni collettive sugli argomenti indagati.

Il ruolo dell'insegnante è stato quello di un attento regista pronto a fornire ai bambini gli stimoli giusti per condurlo ad osservare, misurare e formulare ipotesi sui fenomeni osservati, mettendo alla prova le proprie concezioni. Non sono stati utilizzati modellini per descrivere i fenomeni osservati, ma è stato favorito l'incontro tra il bambino e l'oggetto di studio (Lanciano, 1996), che in questo caso era rappresentato dalla Terra e dal Sole.

Tabella 107. Le attività didattiche svolte utilizzando i due metodi didattici.

ATTIVITÀ DIDATTICHE SVOLTE	
METODO DI INDAGINE (percorso 1)	METODO ESPOSITIVO (percorso 2)
terra: forma e gravità lettura delle antiche teorie orientamento di un globo libero dal sostegno posizionamento degli omini sul globo ciclo di-notte rilevazione del percorso del sole interpretazione mimetica del sole e terra e movimenti relativi rilevazione delle zone di luce e di buio su un globo libero dal sostegno	terra: forma e gravità visione di documentari lettura di testi costruzione di un modello schede di rinforzo e verifica ciclo di-notte visione di documentari lettura di testi esperimento con modelli schede di rinforzo e verifica

Il percorso 2, nel quale era stato adottato un metodo espositivo, non era focalizzato sulle idee iniziali dei bambini ma sul sapere scientifico condiviso fondato su un sistema di riferimento esterno alla Terra e pertanto lontano dall'esperienza dei bambini. Le attività

proposte si sono concretizzate principalmente in lezioni di tipo frontale, a volte supportate dalla visione di filmati e documentari e dall'uso di modelli. L'insegnante ha utilizzato domande di tipo fattuale e schede strutturate di rinforzo e valutazione principalmente per valutare l'acquisizione delle nozioni da parte degli alunni. Per quanto riguarda i tempi non è stata modificata la scansione oraria relativa alle giornate scolastiche in cui avevano luogo le attività, e, analogamente, per gli spazi sono state utilizzate le aule e gli spazi dedicati abitualmente alle lezioni. I contenuti comuni ai due percorsi sono stati pertanto svolti utilizzando strategie didattiche molto diverse, pur nell'omogeneità degli obiettivi (Tabella 107).

Segue una descrizione sintetica delle attività effettuate con i bambini tratta da De Simone, S (tesi di laurea non pubblicata, 2008), e Di Fazio, S (tesi di laurea non pubblicata, 2008), che hanno condotto le attività con i bambini sotto la supervisione della dottoranda, e collaborato alla progettazione di quelle relative al percorso di tipo espositivo.

5.3 Risultati

La valutazione dell'efficacia dei percorsi didattici svolti è stata preceduta da un'analisi statistica, condotta con il test non parametrico Mann-Whitney, tesa a valutare, in fase iniziale, l'eventuale differenza tra il gruppo sperimentale (A+B) e quello di controllo.

I risultati di tale analisi mostrano l'esistenza al pre-test, di una sostanziale omogeneità tra i due gruppi negli item che implicano l'esecuzione di un disegno, e di differenze tendenzialmente significative in quelli (SMI-forma ed SMI-gravità) che sono costituiti da una scelta multipla di immagini [rispettivamente: T-test(46)= 1,903, p.063; T-test(46)= -1,969, p.055].

Da un punto di vista qualitativo si osserva infatti come, relativamente all'item SMI-forma, la media al pre-test del gruppo sperimentale A+B (mean= 8,41) sia più elevata rispetto a quella del gruppo di controllo (mean= 7,06), e come la media al pre-test relativa all'item SMI-gravità sia più elevata nel gruppo di controllo (mean= 7,31) rispetto al gruppo sperimentale A+B (mean=5,91).

La stessa analisi è stata effettuata mettendo a confronto le risposte alla prova finale fornite dal gruppo sperimentale (A+B) e dal gruppo di controllo (Tabella 109). Da tale analisi emerge che in linea generale, la didattica messa in atto nei due gruppi è risultata efficace in maniera significativa soltanto per alcuni degli item considerati, e cioè per i due item a disegno (fattuale ed inferenziale) sulla Terra e per quello a scelta di immagini (inferenziale) sulla gravità. Considerando le differenze iniziali esistenti tra i gruppi considerati relativamente ai due item a scelta multipla di immagini sulla Terra, si ritiene che il permanere di differenze significative al post nelle risposte relative all'item SMI-forma possa dipendere dalle differenze iniziali tra i due gruppi, anche se si è osservato al

post-test un leggero calo dei punteggi medi sia nel gruppo di controllo che in uno dei due gruppi sperimentali (mean sper A+B=).

Tabella 108. Risultati del confronto tra la somministrazione iniziale dei due gruppi sperimentali ed il gruppo di controllo

MANN- WHITNEY test				
SCALA	rilevazione iniziale			
	z	p a 1 coda	Media Ranghi gruppo di controllo	Media Ranghi gruppo sperimentale (A+B)
DIS-Terra e uomini	-,855	,393	21,78	25,15
DIS-Terra e pioggia	-1,262	,207	21,22	26,14
DIS- Sole di notte	-,453	,650	22,68	20,91
DIS- di/notte da spazio	-1,085	,278	18,23	21,59
DIS- Sole perc. diurno	-1,214	,225	27,84	22,83
SMI- forma	-1,872	,061	21,03	26,23
SMI- gravità	-1,866	,062	29,59	21,95

Tabella 109. Risultati del confronto tra la somministrazione finale dei due gruppi sperimentali ed il gruppo di controllo

MANN- WHITNEY test				
SCALA	rilevazione finale			
	z	p a 1 coda	Media Ranghi gruppo di controllo	Media Ranghi gruppo sperimentale (A+B)
DIS-Terra e uomini	-3,464	,001	15,06	28,61
DIS-Terra e pioggia	-2,602	,009	16,66	26,50
DIS- Sole di notte	-,097	,923	21,77	21,38
DIS- di/notte da spazio	-,156	,876	21,12	21,67
DIS- Sole percorso diurno	-1,008	,314	21,75	25,88
SMI- forma	-1,974	,048	20,50	26,50
SMI- gravità	-,217	,828	23,94	24,78

Si ritiene invece che l'assenza di differenze significative tra i gruppi al post relativamente all'item SMI-gravità possa essere una conseguenza in parte dell'intervento didattico, dal momento che in fase iniziale la media dei punteggi era più elevata nel gruppo di controllo, ed in parte del calo nei punteggi medi registrati al post-test nel gruppo di controllo (Tabella 110).

L'analisi della varianza condotta sull'intero gruppo sperimentale (A+B) e sul gruppo di controllo ha individuato l'esistenza di differenze significative tra i punteggi di media forniti in fase iniziale e finale negli item dedicati alla Terra [Between-Subjects Effects

Tests: $F(11,087) = p.002$ ma non tra quelli relativi al ciclo dì-notte [Between-Subjects Effects Tests: $F(,089) = p.767$ n.s.].

Per valutare in maniera più analitica l'efficacia dei due metodi rispetto a ciascuno degli item considerati, sono state inoltre condotte delle analisi statistiche tese a rilevare, mediante il T-test per campioni appaiati, l'esistenza di differenze significative nei punteggi medi forniti dai bambini dei due gruppi sperimentali prima e dopo la didattica svolta (Tabella 110).

Tabella 110. Media dei punteggi emersi in fase iniziale e finale dagli item a risposta aperta e a scelta multipla di immagini

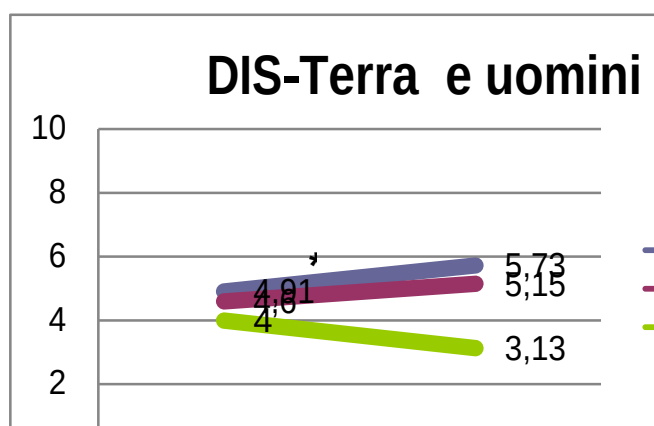
ITEM	tipo domanda	GRUPPO (mean)					
		SPER. A		SPER. B		CONTROLL O	
		P RE	P OST	P RE	P OST	P RE	P OST
DIS- Terra e uomini	fattuale	4,91	5,73	4,6	5,15	4	3,13
DIS- Terra , nuvole e pioggia	inferenziale	3,45	5,7	3,43	4,47	2,38	2,69
DIS- Sole percorso diurno	fattuale	3,18	3,55	3,05	3,76	3,44	3,38
DIS- dì/notte dallo spazio	fattuale	2,3	4,18	2,18	2,28	1,85	2,62
DIS- Sole di notte	inferenziale	3,67	4,27	3,95	4,06	4,07	4,31
SMI- forma Terra	fattuale	9	9	8,1	7,9	7,06	6,81
SMI- gravità gigante palla	inferenziale	6,45	7,09	5,62	6,86	7,31	6,75
SMI- diventa notte	inferenziale	6,64	6,91	5,63	6,81	6	6,75

Da tale analisi non sono emerse differenze statisticamente rilevanti tra i due gruppi sperimentali riguardo agli item fattuali sulla Terra (DIS-Terra e uomini e SMI-forma Terra): una possibile spiegazione di tali risultati potrebbe essere che la scelta di un

particolare metodo non abbia determinato un cambiamento più o meno ampio nelle conoscenze fattuali di Terra inizialmente possedute dai bambini.

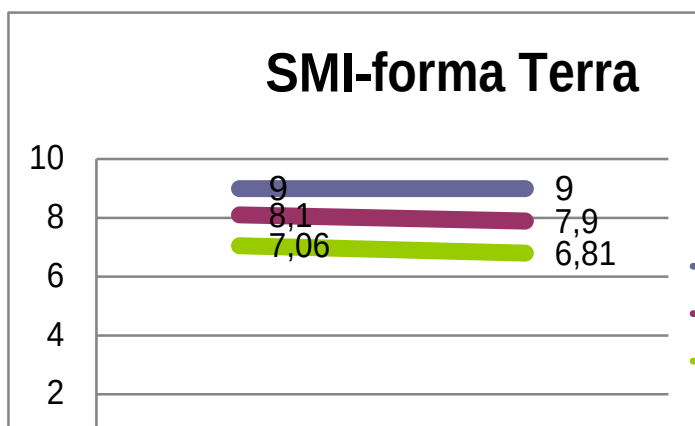
In particolare, riguardo all'item DIS-Terra e uomini, si è osservata l'assenza di differenze significative tra il pre ed il post-test dei due gruppi sperimentali, mentre nel gruppo di controllo si è assistito ad una regressione tendenzialmente significativa nei punteggi di media ottenuti al post [Paired sample T-test(15)=2,206, p.043].

Grafico 1. Punteggi di media ottenuti in fase iniziale e finale dai tre gruppi relativamente all'item di tipo fattuale a risposta aperta sulla Terra



Anche riguardo all'item SMI-forma non sono state individuate differenze statisticamente rilevanti tra i tre gruppi considerati, che mostrano di possedere concezioni piuttosto stabili circa la sfericità della Terra (Grafico 2).

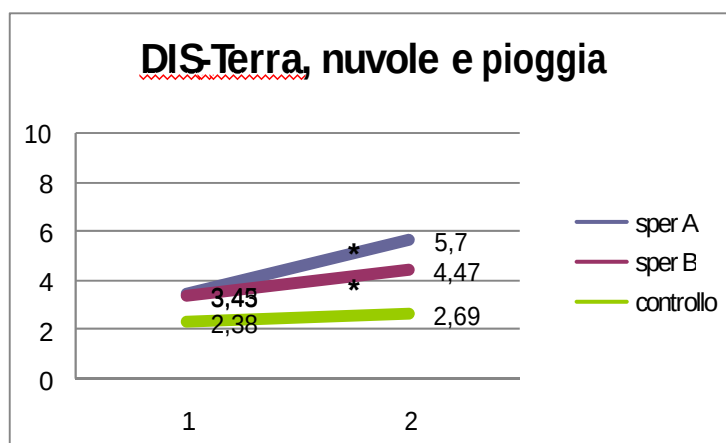
Grafico 2. Punteggi di media ottenuti in fase iniziale e finale dai tre gruppi relativamente all'item di tipo fattuale a scelta multipla di immagini sulla Terra



Sono state invece registrate differenze statisticamente significative tra i due gruppi sperimentali negli item sulla Terra di tipo inferenziale (DIS-Terra, nuvole e pioggia e SMI-gravità), per rispondere ai quali il tipo di didattica adottata è probabilmente stato determinante

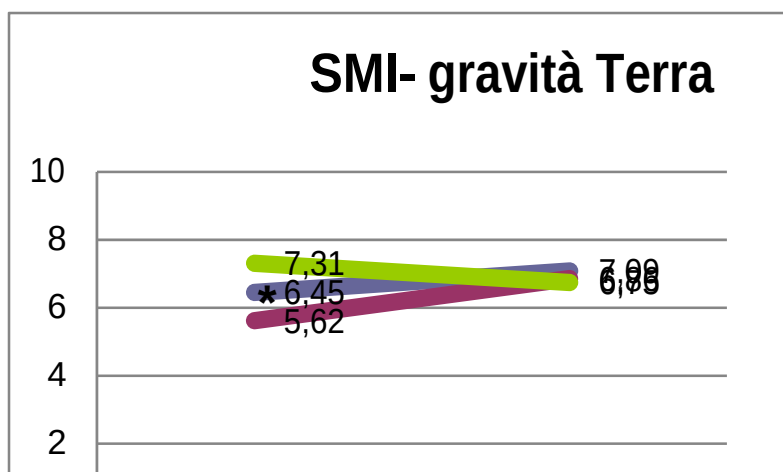
Osservando l'andamento dei punteggi medi ottenuti dai tre gruppi in fase iniziale e finale a seguito dell'item inferenziale DIS-Terra, nuvole e pioggia (Grafico 3), si rilevano infatti cambiamenti tendenzialmente significativi sia nel gruppo sperimentale A, che aveva preso parte ad un percorso di tipo esperienziale [Paired Samples T-test(9)=-3,162, p.012], che nel gruppo sperimentale B, che aveva seguito un percorso di tipo espositivo [Paired Samples T-test(18)=-2,117, p.048]. La differenza tra i due gruppi sperimentali risulta inoltre statisticamente significativa [Paired Samples T-test(28)=-3,380, p.002].

Grafico 3. Punteggi di media ottenuti in fase iniziale e finale dai tre gruppi relativamente all'item di tipo inferenziale a risposta aperta sulla Terra.



Dall'analisi dei punteggi medi forniti al pre e al post-test a seguito dell'item di tipo inferenziale a scelta multipla di immagini SMI-gravità Terra (Grafico 4) emerge un leggero incremento dei livelli finali del gruppo sperimentale B, così come una lieve regressione rispetto alle concezioni iniziali da parte del gruppo di controllo, entrambi non rilevanti dal punto di vista statistico; si registra invece un significativo incremento nei punteggi medi espressi dal gruppo sperimentale A, che aveva partecipato ad un percorso didattico fondato sull'elaborazione di ipotesi ed inferenze [Wilcoxon test Z(-2,684), p.007]

Grafico 4. Punteggi di media ottenuti in fase iniziale e finale dai tre gruppi relativamente all'item di tipo inferenziale a scelta multipla di immagini sulla Terra.



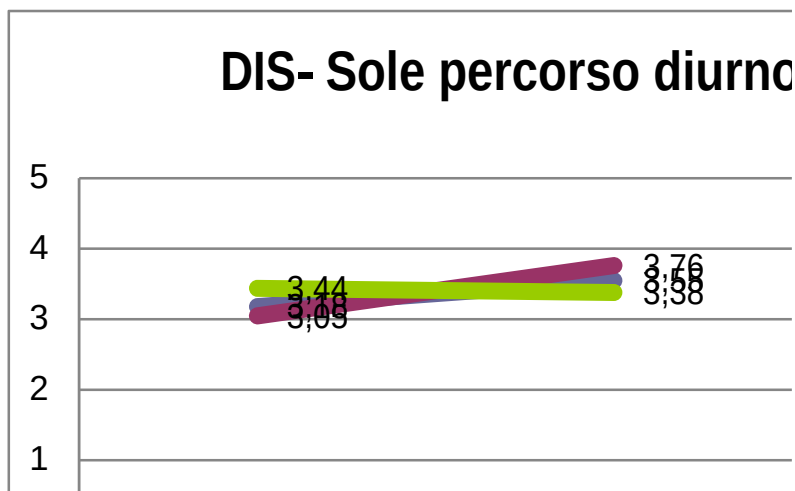
Nel caso di una domanda aperta di tipo inferenziale circa la forma e la gravità della Terra, si può dunque affermare che, in base ai risultati ottenuti, il metodo di tipo espositivo sia stato maggiormente efficace di quello espositivo, anche considerando che, come si è visto, la media del gruppo di controllo espressa a seguito dell'item SMI-gravità Terra in fase iniziale era significativamente più elevata rispetto ai due gruppi sperimentali.

Al contrario, per quanto riguarda l'apprendimento delle concezioni relative al ciclo dì-notte, è emerso che le differenze più rilevanti rispetto all'efficacia dei due metodi siano legate ad item di tipo fattuale (DIS- Sole percorso diurno e DIS-dì/notte dallo spazio) rispetto a quelli di tipo inferenziale.

In particolare è stata registrata una differenza tendenzialmente significativa, tra i due gruppi sperimentali, relativamente all'item DIS- Sole percorso diurno, con la presenza di concezioni leggermente più elevate in quei bambini che hanno seguito il percorso di tipo espositivo rispetto a quelli che hanno preso parte alla didattica per indagine [Paired Samples T-test(31)= -2652, p.012] (Grafico 5).

Non sono stati osservati cambiamenti statisticamente rilevanti né nel gruppo di controllo, né inaspettatamente nel gruppo sperimentale A, nel quale i bambini avevano dedicato un'intera giornata all'osservazione, alla formulazione di ipotesi e alla rilevazione del percorso osservabile del Sole nel cielo.

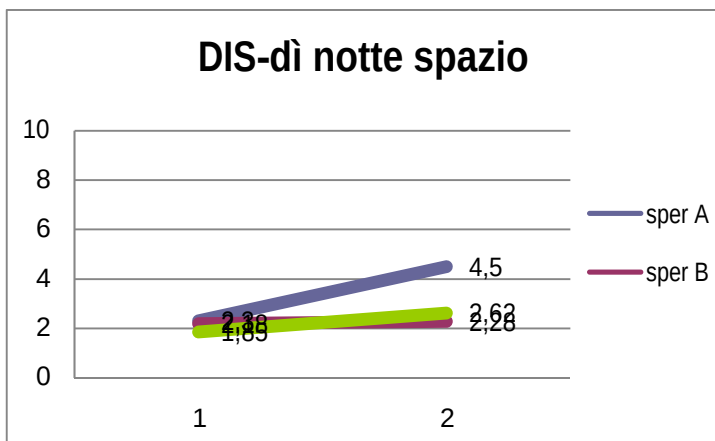
Grafico 5. Punteggi di media ottenuti in fase iniziale e finale dai tre gruppi relativamente all'item di tipo fattuale a risposta aperta sul ciclo di-notte.



Anche in riferimento all'item di tipo fattuale DIS-di/notte dallo spazio si sono registrate delle differenze significative nella prova finale del gruppo sperimentale A [Between-Subjects Effects test: $F=18,612$, $p.002$], e differenze tendenzialmente significative nello stesso gruppo, riguardo all'andamento dei punteggi medi al pre e al post-test [Paired Samples T-test(9)= -1,925, $p.086$].

La differenza tra i punteggi medi forniti dai due gruppi sperimentali al post-test risulta tendenzialmente significativa [Indipendent Samples T-test(27)= 1,715, $p.098$].

Grafico 6. Punteggi di media ottenuti in fase iniziale e finale dai tre gruppi relativamente all'item di tipo fattuale a risposta aperta sul ciclo di-notte.

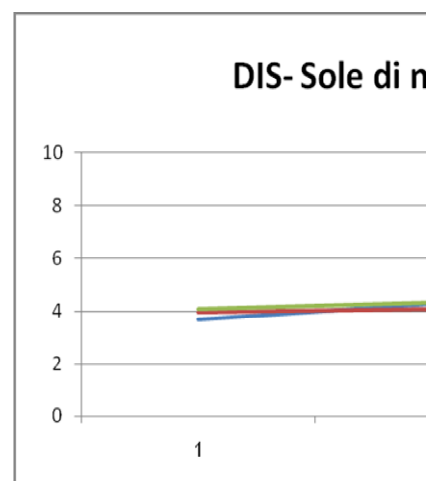
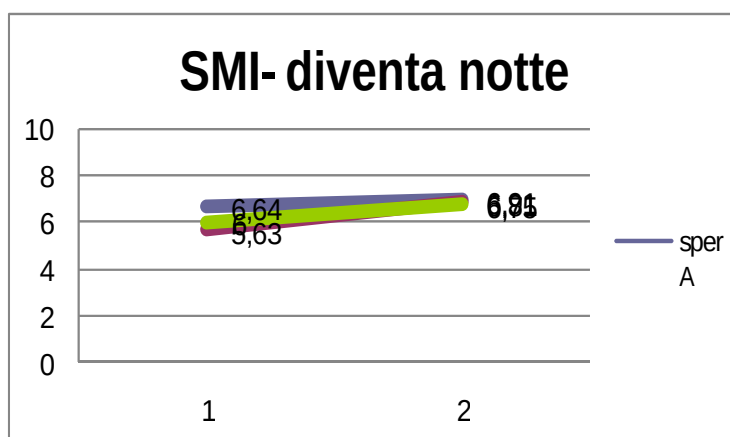


Non sono state riscontrate differenze di tipo significativo tra le concezioni espresse dai bambini dei tre gruppi a seguito di domande di tipo inferenziale sul ciclo dì-notte (Grafici 7 ed 8).

Questo dato potrebbe significare che i bambini formulino le loro inferenze circa le cause dell'avvicinarsi del giorno e della notte basandosi non su quello che hanno appreso nel corso degli incontri, ma sulla base delle loro convinzioni. una simile ipotesi esplicativa, vicina alle teorizzazioni di Vosniadou e Brewer (1992; 1994) si porrebbe in linea con i risultati dell'indagine sugli studenti di astronomia precedentemente descritta (Studio 2), nella quale era stato osservato come essi, pur essendo esperti in astronomia, avevano fornito delle spiegazioni sulla causa delle stagioni non sulla base delle conoscenze scientifiche possedute, ma su cognizioni intuitive fondate sull'esperienza.

Di seguito sono riportati i due grafici relativi alle concezioni medie iniziali e finali relative agli item di tipo inferenziale dedicati al ciclo dì-notte.

Grafico 7-8. Punteggi di media ottenuti in fase iniziale e finale dai tre gruppi relativamente all'item di tipo inferenziale a scelta multipla di immagini e a risposta aperta sul ciclo dì-notte.



Nell'interpretare i risultati relativi al ciclo dì-notte, ci si è inoltre avvalsi delle considerazioni formulate da Vosniadou e Brewer (1994) circa il diverso grado di complessità delle concezioni relative alla forma e alla gravità della Terra e quelle relative al ciclo dì-notte. Secondo questi autori, la comprensione del ciclo dì-notte sarebbe un'operazione più complessa, dal punto di vista cognitivo, rispetto a quella relativa alla forma o alla gravità della Terra. *Si potrebbe pertanto ipotizzare che il processo cognitivo del fare inferenze su una concezione di questo tipo richieda non solo una conoscenza*

fattuale dei moti relativi di Sole e Terra, ma anche la capacità di rappresentarsi mentalmente nello spazio e di modificare il sistema di riferimento usato, capacità che, come si è visto nel Capitolo 4, risulta scarsamente acquisita anche negli adulti (il 46% ed il 53% degli insegnanti esaminati utilizzavano il movimento del Sole come spiegazione del ciclo dì-notte rispettivamente negli item DIS-dì/notte spazio, e DIS-Sole di notte.

Per determinare, da un punto di vista qualitativo, l'ampiezza del cambiamento concettuale osservato nei soggetti, sono state calcolate differenze dei punteggi medi ottenuti da ciascun gruppo al pre e al post-test (Tabella 111).

Tabella 111. Ampiezza media del cambiamento registrato nei tre gruppi, rispetto ai livelli iniziali.

GRUPPO(mean)				
ITEM	SPER. A	SPER. B	CONT.	Test
DIS-TERRA E UOMINI	.818	.579	-.875	.093
DIS- TERRA E PIOGGIA	2	1.316	.313	.128
DIS-PERCORSO SOLE	.364	.714	-.063	.156
DIS- DÌ/NOTTE DA SPAZIO	2.2	.188	.91	.187
SMI-FORMA TERRA	0	-.191	-.25	.963
SMI-GRAVITÀ	.636	1.24	-.563	.133
SMI- DIVENTA NOTTE	.273	.947	.75	.851

Da questa analisi emerge che in generale, il cambiamento concettuale più ampio è stato registrato per la concezione di Terra ed ha riguardato la capacità di utilizzare le concezioni relative alla forma e alla gravità della Terra in contesti differenti da quelli nei quali tali concezioni erano state apprese.

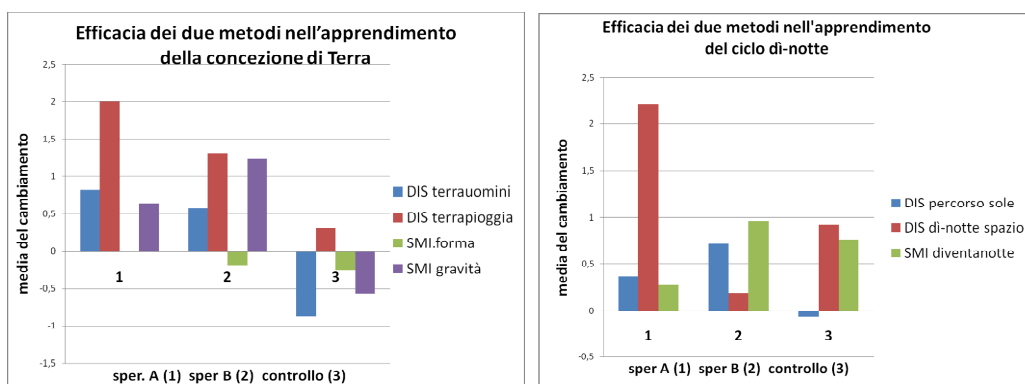
Nel gruppo sperimentale A l'ampiezza è stata di 2 livelli [Between-Subjects Effects Tests: $F=43,126$, $p.000$], mentre nel gruppo sperimentale B è stata di 1,24 livelli [Between-Subjects Effects Tests: $F=169,701$, $p.000$]. Sempre in riferimento alla Terra, l'ampiezza del cambiamento delle nozioni di tipo fattuale è stata, nel gruppo sperimentale A, di 0,8

livelli [Between-Subjects Effects Tests: $F=205,541$, $p.000$], mentre nel gruppo sperimentale B è stato di 0,6 livelli [Between-Subjects Effects Tests: $F=141,370$, $p.000$].

Sempre nel gruppo sperimentale A è stato individuato il cambiamento più ampio circa il ciclo dì-notte, costituito da 2,2 livelli [Between-Subjects Effects Tests: $F= 18,612$, $p.002$]: tale cambiamento ha riguardato l'incremento di conoscenze di tipo fattuale circa i movimenti relativi del sistema Terra-Sole che determinano tale ciclo. Il cambiamento più ampio rintracciato nel gruppo sperimentale B riguardo al ciclo dì-notte concerne invece il percorso diurno del Sole, che ha registrato una variazione di 0,7 livelli [Between-Subjects Effects Tests: $F=430,505$, $p.000$].

Le suddette analisi sull'ampiezza del cambiamento concettuale sono state inoltre riportate in due grafici, al fine di rendere concretamente visibile tale ampiezza (Grafici 9 e 10).

Grafici 9-10. Ampiezza media del cambiamento registrato nei tre gruppi, rispetto ai livelli iniziali.



L'efficacia dei due metodi didattici utilizzati rispetto agli item a scelta multipla di frasi, è stata invece determinata considerando l'eventuale incremento nelle risposte corrette in riferimento al percorso didattico effettuato (Tabella 112).

L'analisi, effettuata mediante il test di Wilcoxon, ha mostrato l'assenza di differenze statisticamente significative tra la percentuale di risposte corrette fornite a tutti gli item a scelta multipla di frasi da parte dei bambini del gruppo di controllo.

Nel gruppo sperimentale A è stata evidenziata una differenza tendenzialmente significativa tra la percentuale di risposte corrette fornite all'item di tipo fattuale SM-gravità al pre e al post test [$p. 025$].

Nel gruppo sperimentale B sono state invece registrate differenze significative nelle risposte corrette espresse a seguito degli item SM-gravità sasso [$p.000$] e SM-Sole muove

[p.002], e tendenzialmente significative in quelle fornite all'item SM-Terra muove [p.014] in fase iniziale e finale.

Tabella 112. Frequenza percentuale delle risposte corrette fornite in fase iniziale e finale agli item a scelta multipla di frasi.

GRUPPO corrette) ITEM	TIPO DOMANDA	SPER. A		SPER. B		CONTROLLO	
		PR E %	PO ST %	PR E %	PO ST %	PR E %	PO ST %
SM- gravità	fattuale	30	81, 8	33, 3	55	37, 5	43, 8
SM- gravità sasso	inferen ziale	36, 4	45, 5	15	81	80	64, 3
SM- Sole si muove		18	9,1	5	65	18, 8	12, 5
SM- Terra si muove		30	18, 2	47, 4	84, 2	12, 5	6

5.4 Discussione

Nel presente studio si è osservato che i diversi metodi adottati nella didattica hanno dato luogo ad alcune differenze nei livelli concettuali espressi dai bambini circa la Terra ed il ciclo dì-notte.

Riguardo la concezione di Terra, sono state registrate differenze statisticamente significative rispetto ai livelli iniziali, a seguito di item di tipo inferenziale, soprattutto nel gruppo che aveva preso parte al percorso didattico basato sull'indagine.

Anche se a livello di conoscenza fattuale circa la Terra la scelta dell'uno o l'altro metodo non sembra influire sul cambiamento, più o meno ampio, delle concezioni inizialmente presenti nei bambini, il metodo di indagine risulterebbe tuttavia maggiormente efficace di quello espositivo nel favorire la comprensione e l'utilizzo delle conoscenze possedute circa la Terra in contesti diversi da quello nel quale tali conoscenze

sono state apprese. Una possibile spiegazione di questi risultati potrebbe essere legata al fatto che, per insegnare nozioni di tipo fattuale circa la Terra, come ad esempio la sua forma o la gravità, l'uno o l'altro metodo producano effetti sostanzialmente equivalenti sul piano dell'apprendimento, dal momento che nozioni di questo tipo non possono essere interamente dedotte dai bambini sulla base dell'esperienza (Nobes et al., 2005; Harris, 2006), ma vanno in qualche modo trasmesse.

Quanto emerso dal presente studio è pertanto parzialmente in linea con quanto rilevato da Yager e Akcay (2008), i quali avevano sostenuto che l'incremento nei livelli concettuali iniziali circa la forma della Terra fosse sostanzialmente equivalente, indipendentemente dal metodo adottato nella didattica.

Per quanto riguarda l'efficacia dei due metodi nel promuovere l'apprendimento delle concezioni relative al ciclo dì-notte, dal presente lavoro è emerso che le differenze più rilevanti tra le concezioni emerse in fase iniziale e finale siano legate ad item di tipo fattuale (DIS-Sole percorso diurno e DIS-dì/notte dallo spazio) e non a quelli di tipo inferenziale.

Questi risultati potrebbero indicare che i bambini formulino le loro inferenze circa le cause dell'avvicinarsi del giorno e della notte basandosi non su quello che hanno appreso nel corso degli incontri, ma sulla base delle loro convinzioni. Una simile ipotesi esplicativa, vicina alle teorizzazioni di Vosniadou e Brewer (1992; 1994) si porrebbe in linea con i risultati dell'indagine sugli studenti di astronomia precedentemente descritta (Studio 2), nella quale era stato osservato come essi, pur essendo esperti in astronomia, avevano fornito delle spiegazioni sulla causa delle stagioni non sulla base delle conoscenze scientifiche possedute, ma su cognizioni intuitive fondate sull'esperienza.

Nell'interpretare i risultati relativi al ciclo dì-notte, ci si è inoltre avvalsi delle considerazioni formulate da Vosniadou e Brewer (1994) circa il diverso grado di complessità delle concezioni relative alla forma e alla gravità della Terra e quelle relative al ciclo dì-notte. Secondo questi autori, la comprensione del ciclo dì-notte sarebbe un'operazione più complessa, dal punto di vista cognitivo, rispetto a quella relativa alla forma o alla gravità della Terra. Si potrebbe pertanto ipotizzare che il processo cognitivo del fare inferenze su una concezione di questo tipo richieda non solo una conoscenza fattuale dei moti relativi di Sole e Terra, ma anche la capacità di rappresentarsi mentalmente nello spazio e di modificare il sistema di riferimento usato, capacità che, come si è visto nel Capitolo 4, risulta scarsamente acquisita anche negli adulti (il 46% ed il 53% degli insegnanti esaminati utilizzavano il movimento del Sole come spiegazione del ciclo dì-notte rispettivamente negli item DIS-dì/notte spazio, e DIS-Sole di notte).

È stato in genere osservato come il metodo di indagine abbia generalmente prodotto un incremento maggiore nel caso di item inferenziali che implicavano l'esecuzione di un disegno (DIS.terrapigioggia: DIS.dì/notte spazio), mentre il metodo espositivo abbia determinato un incremento maggiore negli item a scelta multipla inferenziali che richiedevano ai bambini di formulare un'inferenza (SM.persone; SM.sasso; SMI.gravità), o negli item che implicavano la scelta multipla di frasi. Una possibile spiegazione di tali differenze potrebbe essere individuata nell'utilizzo del disegno e delle schede di verifica a

scelta multipla nella didattica relativa ai due metodi. I risultati di questo studio sono pertanto tendenzialmente in linea con quelli di Diakidoy e Kendeou (2001), nonostante il disegno del presente studio riguardi il confronto tra due metodologie sperimentali e non tra una metodologia sperimentale ed una di tipo tradizionale.

Anche se l'esame dettagliato delle concezioni emerse nelle varie fasi di questo studio non rientrava tra gli obiettivi prefissati, si deve comunque sottolineare la persistenza di concezioni alternative al sapere scientifico che nessuno dei due metodi è riuscito a debellare, come risulta dai punteggi medi. Questa ultima considerazione conferma quanto rilevato da Hannust e Kikas (2007), sulla persistenza al post test di alcune misconcezioni piuttosto resistenti alla scolarizzazione (Vosniadou e Brewer, 1992,1994; Gardner, 2001).

Conclusioni

Sulla base della letteratura esaminata e delle ricerche effettuate nel corso degli anni di Dottorato, la dottoranda tenterà di esporre in questa sezione alcuni risultati significativi rispetto agli argomenti trattati.

L'aver costruito ed utilizzato uno strumento di valutazione delle concezioni che tenesse conto contemporaneamente di molteplici aspetti (quali la tipologia di item, il sistema di riferimento usato, l'abilità coinvolta nel rispondere, il tipo di domanda) ha consentito di distinguere per ciascuna delle concezioni esaminate, gli aspetti legati alla trasmissione culturale, quelli legati alle esperienze effettuate e quelli legati alle inferenze compiute dall'individuo in contesti sconosciuti.

Dal lavoro compiuto emerge l'esistenza di una relazione tra il cambiamento delle concezioni circa la forma della Terra, che, a partire dalla II classe in poi viene sempre più considerata una sfera, ma non per la nozione di gravità, che rimane sostanzialmente invariata per tutta la durata della scuola primaria, e si potrebbe aggiungere anche dopo, considerando che gli insegnanti osservati mostravano, come i bambini, concezioni di Terra sferica alle quali abbinavano nozioni di gravità intuitive generalizzate.

È emerso che la comparsa di misconcezioni nei bambini non è sempre legata all'utilizzo del disegno, come invece avevano ipotizzato i teorici dell'approccio frammentario. Nel caso del ciclo dì-notte e delle stagioni, si è ad esempio notato che le concezioni espresse dai bambini erano più evolute se la domanda utilizzava un sistema di riferimento congruente al contesto nel quale essi avevano acquisito tali concezioni.

Riguardo la coerenza delle concezioni, mentre nel caso delle Terra si è osservato un progressivo abbandono delle nozioni intuitive, nel caso dei due fenomeni indagati non si è registrata alcuna tendenza dei bambini ad utilizzare un concetto in modo sistematico.

Gli insegnanti di scuola primaria, soprattutto quelli in servizio, tendono a sottostimare le concezioni presumibilmente presenti nella maggior parte dei bambini di 8 anni, tuttavia attribuiscono loro una coerenza che i bambini a quell'età realmente non possiedono. Non è emersa una relazione tra i livelli concettuali posseduti dagli insegnanti e la loro abilità di predire concezioni adeguate ai livelli effettivamente posseduti dai bambini.

Mentre è relativamente semplice indurre attraverso una didattica di tipo esperienziale il cambiamento delle concezioni infantili circa la Terra e la gravità, è stato abbastanza difficile operare tale cambiamento nel caso delle stagioni, per le

quali i bambini – ma anche alcuni studenti di astronomia - possedevano concezioni intuitive generalizzate molto radicate.

Una didattica di tipo trasmissivo produce sostanzialmente effetti simili a quella per indagine e scoperta, ma l'efficacia di questa ultima riguarda maggiormente abilità di ragionamento e di uso delle conoscenze in contesti sconosciuti.

Bibliografia

Agazzi, E. (1974). *Temi e problemi di filosofia della fisica*. Roma: Abete.

Agazzi, E. (1984). *Storia delle scienze*. Città nuova Editrice.

Alberti, A. (1993). *Commento ai programmi della scuola elementare dopo la riforma*. Roma: La Nuova Italia.

Alexander, P.A., Murphy, P. K., Guan, J., (1998). How students and teachers in Singapore and the United States conceptualize knowledge and beliefs: Positioning learning within epistemological frameworks. *Learning and Instruction*, 8, 97-116.

Alexandre, P. A., (1998). Positioning conceptual change within a model of domain literacy. In B. Guzzetti, C. Hynd (Eds), *Perspective on conceptual change* (pp. 55-76). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Ammaturo, N. (2007). I bambini e le scienze, In Stroppa, C. (a cura di) (2007). *Il bambino e la scienza*. Roma: Aracne, (55-66).

Antiseri, D. (1977). *Epistemologia e didattica delle scienze*. A. Armando

Arcà, M., Grazzini Hoffman, C., Guidoni, P., Landi, L., Noce, G., Pontecorvo, C., Vicentini Missoni, M. (1979). *L'educazione scientifica di base*. Firenze: La Nuova Italia.

Arcà, M., Guidoni, P., Mazzoli, P. (1982). *Insegnare scienza. Come cominciare: riflessioni e proposte per una educazione scientifica di base*. Milano: Franco Angeli Editore

Atwood R.K., & Atwood V.A. (1996). Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 553-563.

Atwood R.K., & Atwood V.A., (1995). Preservice elementary teachers' conceptions of what causes Night and Day. *School Science and Mathematics*, 95, 290-294.

- Atwood R.K., & Atwood V.A. (1997). Effects of Instruction on Preservice Elementary Teachers' conceptions of the causes of Night and Day and the Seasons. *Journal of Science Teacher Education*, 8(1), 1-13.
- Ausubel, D., P. (1987). *Educazione e processi cognitivi*. Milano: Franco Angeli.
- Bachelard G., (1938) “*La formation et l'esprit scientifique*” Vrin, Paris – citato in Grimellini Tomasini; Segrè (1991)
- Baxter, J. (1989) Children understanding of familiar astronomical events, in *International Journal of Science Education* [special issue], Vol. 11, pp. 502-513
- Baxter, J. (1989). Children understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education* [special issue], 11, 502-513.
- Baxter, J. (1991). A constructivist approach to astronomy in the National Curriculum. *Psychology Education*, 26(1), 38-45.
- Beer, S., Gozzer, G., Uva, A. (1967). *Nuovi colloqui su l'educazione scientifica*. Palombi.
- Benelli, B., (1989). *Lo sviluppo dei concetti nel bambino. Quando Fido diventa un animale*. Firenze: Giunti-Barbera
- Bereiter C., Scardamaglia, M., (1989). Intentional learning as a goal of instruction. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honour of Robert Glaser* (pp. 361-392). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Berg, T., & Brouwer, W. (1991). Teacher awareness of student alternate conceptions about rotational motion and gravity. *Journal of Research in science Teaching*, 28(1), 3-18.
- Berti, A. E., (1999). Knowledge restructuring in an economic sub domain: Banking. In W. Schnotz, S Vosnadou, M. Carretero (Eds), *New perspectives on conceptual change* (pp. 113-135). Amsterdam: Pergamon/Elsevier Science.
- Bleza, F. (1994). *Didattica scientifica. Studio pedagogico sull'insegnamento delle scienze*. Varese: Del Bianco Editore
- Bobrow, D. G., Collins, A., (Eds) (1975). *Representation and understanding. Studies in cognitive science*. New York: Academic Press.

- Boscolo, P. (1983) La ricerca psicologica sui concetti. In Pontecorvo, C. (a cura di) (1983). *Concetti e conoscenza*. Torino: Loescher.
- Brewer W. F., Samarapungavan, A., (1991). Childrens' theories vs. Scientific theories:Differences in reasoning or differences in knowledge. In R. R. Hoffman, D. S. Palermo (Eds) *Cognition and the symbolic processes: Applied and ecological perspectives* (pp. 209-232). Hillsdale , NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Broccolini, G. (1990) *Pedagogia –Nomenclatura e problemi*. Napoli-Roma: Edizioni Scienfitiche Italiane
- Bruner, J. (2004). *La cultura dell'educazione: nuovi orizzonti per la scuola* [trad. it Cornalba, L.]. Milano: Feltrinelli.
- Brunsell, E., & Marcks, J. (2005). Identifying A Baseline for Teachers' Astronomy Content Knowledge. *The Astronomy Education Review*, 3(2), 38-46.
- Caiani, C., Lanciano, N., Rapposelli, G. (1994). Spazi grandi e tempi lunghi: l'astronomia nella scuola elementare, In Movimento di Cooperazione Educativa (1994). *Le chiavi di vetro. Per una formazione scientifica di base*. Quaderni di Cooperazione Educativa/nuova serie/15. Scandicci: La Nuova Italia, (53-80).
- Callison, P. L., & Wright, E. L. (1993). *The effect of teaching strategies using models on preservice elementary teachers' conceptions about earth-sun-moon relationships*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atalanta, G.A.
- Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual en astronomia. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 81-96.
- Caravita, S., Halldén, O. (1994) Re-framing the problem of conceptual change, in *Learning and Instruction*, 4, (89-111).
- Carey, S., (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA:MIT Press.

- Casotti, M. (1922). *La nuova pedagogia e i compiti dell'educazione moderna*. Firenze: Vallecchi.
- Castelletti Croce, C. (2006). La formazione dei docenti dal punto di vista istituzionale, In Cogliati Dezza, V., Ghezzi, G., Magno, F. (2006). *La sfida delle scienze per essere cittadini del XXI secolo. Due giornate di studio dedicate al ruolo e al significato delle scienze e del loro insegnamento*. Bolzano, 16 e 17 febbraio 2006. Roma: Armando, (165-168).
- Catarsi, E. (1990) *Storia dei Programmi della scuola elementare*. Firenze, La Nuova Italia
- Charleton, W. (1945). *Progressive Education: A Quarterly Review of the Newer Tendencies in Education*. Progressive Education Association (U.S.), American Education Association, American Education Fellowship.
- Contributo redazionale (1979). *Linguaggi naturali, linguaggi della scienza e logica: la funzione della scuola*. In Pontecorvo, C., Guidoni, P. Op. cit. (51-56)
- Dewey, J. (1974). *Logica: teoria dell'indagine*. Torino: Einaudi
- Diakidoy, I.A., Kendeou, P. (2001). Facilitating conceptual change in astronomy: a comparison of the effectiveness of two instructional approaches. *Learning and Instruction*, 11(1-20).
- diSessa, A. (1998). Knowledge in Pieces. In G. Forman & P. B. Pufall, *Constructivism in the computer age* (pp. 49-70). Hillsdale, NJ: L. Erlbaum.
- diSessa, A. A., (1993) Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10, 105-225.
- diSessa, A. A.,(1983). Phenomenology and the evolution of intuition. In D. Gender and A. Stevens (Eds), *Mental models* (pp. 15-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Dole, J. A., Sinatra, G. M., (1998). Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge. *Educational Psychologist*, 32, 109-128.
- Donsì, L., Parrello, S.(2005) *Disegnare il mondo. Disegno infantile e conoscenza sociale*. Liguori Editore Srl

- Duit, R., (1999). Conceptual change approaches in science education. In W. Schnotz, M. Carretero, S. Vosniadou (Eds), *New perspectives on conceptual change* (pp.263-282). Amsterdam: Pergamon/Elsevier.
- Duit, R., (2002). *Bibliography STCSE: Students' and teachers' conceptions and science education*. Kiel, Germany:IPN-Leibnitz Institute for Science Education.
- Duit, R., Treagust, D. F., (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25, 671-688.
- Duprè, Noce, Vicentini Missoni (1981). Modelli fisici prenewtoniani nelle conoscenze degli adulti, In *Scuola e città*, 2.
- Esposito, V. (1987). *Insegnare le scienze nella scuola elementare*. Bologna: Zanichelli.
- Fodor, J. A., (1983). The modularità of mind. Cambridge MA: MIT Press.
- Formisano, Grazzini Hoffman, Landi, Vicentini Missoni (1979). L'attività di ricerca del gruppo Università-Scuola. In Pontecorvo, C., Guidoni, P. (1979). *Scienza e scuola di base*. Roma:Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da G. Treccani. (p.329-356).
- Frede, V. (2006). Pre-service elementary teacher's conceptions about astronomy. *Advances in space research*, 38, 2237-2246.
- Gardner, H., (2001). *Educare al comprendere: stereotipi infantili e apprendimento scolastico*. Feltrinelli.
- Gentile, G. (1937). *Scritti pedagogici*. Firenze: Vellecchi. La nuova pedagogia e i compiti dell'educazione moderna.
- Gilbert, J. K., Swift, D. J., (1985).Towards a Lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conceptions research programmes. *Science Education*, 69, 681-696.

- Giordàn, A. (1978). *Une pèdagogie pour les sciences expèimentales*. Paris, Editions du Centurion [trad. it Calzolari, S. (1981) Una didattica per le scienze sperimentali. Roma, Editore Armando Armando].
- Gregoire, M. (2003). Is it a challenge or a treat? A dual process model of teachers' cognition and appraisal processes during conceptual change. *Educational Psychology Review*, 15(2), 147-179.
- Guidoni, P. (2006). Modellizzazione della conoscenza: una sfida per la ricerca, per la scuola, per la società, In Cogliati Dezza, V., Ghezzi, G., Magno, F. (a cura di) (2006). *La sfida delle scienze per essere cittadini del XXI secolo. Due giornate di studio dedicate al ruolo e al significato delle scienze e del loro insegnamento*. Bolzano, 16 e 17 febbraio 2006. Roma: Armando, (75-100).
- Guidoni, P., Vicentini Missoni, M. (1979). *Esperienze di educazione scientifica*. Roma: Accademia.
- Guidoni, P., Vicentini Missoni, M. (1979). Scienza ed educazione alla scienza: il punto di vista del fisico. In Pontecorvo, C., Guidoni, P. Op. cit. (99-125)
- Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., Glass G. V., Gamas, W. S. (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28, 117-159.
- Hack, M. (2002) Premessa al libro di Lanciano, N. (2002) *Strumenti per i giardini del cielo*. Quaderni di Cooperazione Educativa. Bergamo: Edizioni Junior, (7-10).
- Hannust, T., Kikas, E. (2007). Childrens' knowledge of astronomy and its change in the course of learning. *Early Childhood Quarterly*, 22 (89-104).
- Harris, P., Koenig, M. (2006). Trust in Testimony: How Children Learn About Science and Religion. *Child Development*, 77(3), 505-524.
- Hennessey, M. G., (2003). Metacognitive aspects of students' reflective discourse: Implication for intentional conceptual change teaching and learning, In G. M.

- Sinatra, P. R. Pintrich (Eds), *Intentional conceptual change* (pp.103-132), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hewson, S. (1981). A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education*, 3,383-396.
- Hynd, C., (2003). Conceptual change in response to persuasive messages. In G. M. Sinatra, P. R. Pintrich (Eds), *Intentional conceptual change* (pp. 291-315). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- James, W., (1996). *Some problems of philosophy: A beginning of an introduction to philosophy*. Lincoln, NE: University of Nebraska Press. Original work published in 1911 in New York: Longmans, Green, and Co.
- Jones B., Linch P., Reesink C., (1987). Children's conceptions of the Earth, Sun and Moon. *International Journal of Science Education*, 9(1)43-53.
- Karplus, R., Thier, H. D. (1971). *Rinnovamento dell'educazione scientifica elementare. Il Progetto SCIS*. Bologna: Zanichelli
- Khun, T. (1979). *The structure of scientific revolutions* (2nd ed.). Chicago: Chicago University Press.
- Kikas, E. (2005). The development of children's knowledge: the sky, the Earth and the Sun in children's explanations. *Folklore*, 31 (31-56).
- Laeng, M. (1969). *L'educazione nella civiltà tecnologica*. Roma: Armando.
- Laeng, M. (1970). *Educazione in prospettiva*. Roma: Armando.
- Laeng, M. (1973). *Lineamenti di pedagogia*. Brescia: La Scuola.
- Laeng, M. (1998). *Insegnare scienze*. Brescia: Editrice La Scuola.
- Laeng, M. (1998). *Insegnare scienze*. Brescia: La Scuola.

- Lanciano, Lorenzoni e Spadaro (1986). Il cielo negli occhi, In Atti del Convegno (1986). *Il bambino e la scienza*. Scandicci: La Nuova Italia, (191-198).
- Lanciano, N. (1996). L'analisi delle concezioni e l'osservazione in classe: strumenti per la definizione degli obiettivi educativi e delle strategie pedagogiche per l'insegnamento dell'astronomia nella scuola elementare in Italia. Geneve (Tesi di Dottorato stampata in proprio dall'autrice).
- Lanciano, N. (2002). *Strumenti per i giardini del cielo. Materiali per le classi, per i musei, per i parchi, per la formazione degli insegnanti e degli animatori culturali*. Quaderni di cooperazione Educativa. Bergamo, Edizioni Junior
- Lanciano, N., Ferrante, L., Kustermann, L., Matricardi, A. M., Sbaraccani, M. L. (1991). Dall'orizzonte al cielo, In Dupré, F. (a cura di) (1991). *L'educazione scientifica nella scuola elementare*. Scandicci: LaNuova Italia, (302-343).
- Laporta Raffaele (1978). *Curricolo e scuola: innovazione educativa e sviluppo sociale*. Roma: IEL.
- Laporta, R., Pontecorvo, C., Simone, R., Tornatore, L. (1978). *Curricolo e scuola. Innovazione educativa e sviluppo sociale*. Roma, Istituto Enciclopedia Italiana Treccani
- Lawrenz, F. (1986). Misconceptions of physical science concepts among elementary school teachers. *School Science and Mathematics*, 86, 654-660.
- Lightman, A., & Sadler, P. (1993). Teacher Predictions Versus actual Student Gains. *The Physics Teacher*, 31, 162-167.
- Limon, M., Mason, L., (Eds) (2002). *Reconsidering conceptual change. Issues in theory and practice*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Mali, G. B. Howe, N., (1979). Development of Earth and Gravity Concepts among Nepali Children. *Science Education*, 63(5), 685-691.
- Mali, G. B., & Howe, A. (1979). Development of Earth and Gravity Concepts among Nepali Children. *Science Education*, 63(5), 685-691.

- Martínez Sebastià, B., & Martínez Torregrosa, J. (2005). Preservice Elementary Teachers' Conceptions of the Sun-Earth Model: A Proposal of a Teaching-Learning Sequence. *The Astronomy Education Review*, 4, 121-126.
- Mayer, M. (1987). Apprendere la conoscenza scientifica, In Torosantucci, M., Vicentini Missoni, M. (1987). *L'insegnamento delle scienze nella scuola elementare*. Firenze: La Nuova Italia, (3-15).
- Mayer, M. (1987). La Terra e il suo posto nell'Universo, In Torosantucci, M., Vicentini Missoni, M. (1987). *L'insegnamento delle scienze nella scuola elementare*. Firenze: La Nuova Italia, (156-171).
- Mayer, M., Noce, G., Olivieri, G. (a cura di) (1985). Atti del Convegno *L'educazione scientifica nella scuola di base*. Seminario bilaterale Italia-USA 24-28 ottobre 1983. I quaderni di Villa Falconieri. Numero 6. Frascati
- McCloskey, M., (1983). Näive teorie of motion. In D. Gentner & A. Stevens (Eds), *Mental models* (pp.299-313). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaun Associates.
- Mencarelli, M. (1972). *Potenziale creativo e creatività*. Brescia: La Scuola.
- Mencarelli, M. (1974). *Metodologia didattica e creatività*. Brescia: La scuola.
- Ministero della Pubblica Istruzione – ufficio studi, documentazione e programmazione (1963). *L'educazione scientifica. Documenti di lavoro. Indagine sullo stato attuale degli insegnamenti scientifici in Italia*. Roma: Fratelli Palombi Editori
- Murphy e Mason (2006) Changing knowledge and beliefs. In P. A. Alexander, P. H. Winne (Eds) *Handbook of Educational Psychology* (pp.305- 324). Washington, D.C., American Psychological Association.
- Nelson, K. (1985) *Making sense. The acquisition of shared meaning*. NY, Academic Press
- Nelson, K. (1986) *Event knowledge: structure and function in development*. NY, Erlbaum
- Nintz, I. *Imparare a guardare le stelle* (Tesi non pubblicata, Università degli Studi di Verona, Facoltà di Magistero, Corso di Laurea in Pedagogia, a. a. 1995/1996).

- Nisbett, R., Ross, L., (1980). *Human inference: Strategies and shortcoming of social judgment*. Englewood Cliffs, NJ: Prencice-Hall.
- Nobes, G., Moore, D. G., Martin, A. E., Clifford, B. R., Butterworth, G., Panagiotaki, G., & Siegal, M. (2003). Children's understanding of the Earth in a multicultural community: mental models or fragmented knowledge? *Developmental Science*, 6(1), 72-85.
- Nobes, G., Martin, A.E., Panagiotaki, G. (2005) The development of scientific knowledge of the Earth. *British Journal of developmental Psycology*, 23 (47-64).
- Noce, G. (1991). La costruzione della conoscenza scientifica a scuola, In Grimellini Tomasini; Segrè , (1991) *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*. Firenze: La nuova Italia.
- Nussbaum J., Novak J. (1976), An assessment of children's concepts of the earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60(4), 685-691.
- Nussbaum, J., (1979). Children's conceptions of the earth as a cosmic body: a cross-age study" *Science Education*, 63, 83-93.
- Nussbaum, J., Sharoni-Dagan, N. (1983).Changes in second grade children's preconceptions about the earth as a cosmic body resulting from a short series of audio-tutorial lessons. *Science Education*, 67(1), 99-114.
- Olson, D. (1979). *Linguaggio, media e processi educativi*. Torino: Loescher.
- Olson, D. R. (1979). *Fare, dire, pensare. Linguaggio e processi cognitivi del bambino*. In Op.cit., (21-41)
- Parente, M. (1987). *Commento sistematico ai nuovi programmi. Una proposta di analisi del 'progetto culturale ed educativo'*. Bergamo: Juvenilia.
- Parisi, D. (1979). Nuovi orientamenti e implicazioni pedagogiche nello studio del linguaggio e del pensiero. In Pontecorvo, C., Guidoni, P. (1979). *Scienza e*

scuola di base. Problemi di didattica delle scienze. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana, (7-19)

Parker J., & Heywood D. (1988). The Earth and beyond: developing primary teachers' understanding of basic astronomical events. *International Journal of Science Education*, 20, 503-520.

Pellerey, M. (1979). *Progettazione didattica: metodologia della programmazione educativa scolastica.* Società Editrice Internazionale

Pellerey, M. (1983) *Progettazione didattica.* Torino, SEI

Perucchini, P., Ronchi, C. (2008). Understanding of the earth and the sun : Comparison among children and teachers and teachers' expectation on primary pupils, In Labrell, F., Chasseigne, G. (2008). *Aspects du développement conceptuel et langagier.* Paris: Publibook (87-114).

Piaget, J. (1927). *La causalité physique chez l'enfant.* Paris: Alcan.

Piaget, J. (1966). *L'image mentale chez l'enfant.* Paris: Presses universitaires de France.

Pintrich, P. R., Marx R. W., Boyle (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167-199.

Pontecorvo, C. (a cura di) (1983). *Conoscenza scientifica e insegnamento.* Torino: Loescher, 1983

Pontecorvo, C., Fusé, L. (1981). *Il curriculum: prospettive teoriche e problemi operativi.* Torino: Loescher.

Pontecorvo, C., Guidoni, P. (1979). *Scienza e scuola di base. Problemi di didattica delle scienze.* Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana.

Popper, K. R. (1944). The poverty of historicism, In *Economica*, XI(42), 86-103.

Reiner, M., Chi M. T. H., Resnick, L. B., (1988). Naïve materialistic belief: An underlying epistemological commitment. *Proceedings of the Tenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 544-551). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Richardson, V., (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J.Sikula (Eds), *Handbook of research on teacher education* (2nd ed., pp. 102-119). New York: Macmillan.
- Rokeach, M., (1968). *Beliefs, attitudes and values: A theory of organization and change*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Ronchi, C. (2008). Le stagioni dalla Terra al cielo. Un possibile percorso didattico per collegare l'esperienza al sapere scientifico. *Giornale di Astronomia*, 34(2), 34-39.
- Ronchi, C., Perucchini, P., Musa, M. (2007). Se la Terra centrerebbe fosse piatta come una focaccia, il mondo non centrerebbe tutto. Analisi delle concezioni infantili sulla forma della Terra e la forza di gravità prima e dopo un intervento di istruzione. Poster presentato al Convegno Nazionale "Psicologia e scuola: forme di intervento e prospettive future", Milano, 28 maggio 2007.
- Ronchi, C., *Tra Tolomeo e Copernico. Il cambiamento nelle concezioni astronomiche dei bambini* (Tesi di laurea non pubblicata, Università di Roma Tre, Facoltà di Scienze della Formazione, Corso di Laurea in Scienze della Formazione Primaria, a. a. 2002-2003).
- Samarapungavan, A., Vosniadou S., Brewer W.F. (1996) Mental models of the Earth, Sun and Moon: indian children's cosmology. *Cognitive Development*, 11 (491-521).
- Santamaita, S. (2000). *Storia della scuola: dalla scuola al sistema formativo*. Milano: B. Mondadori.
- Santoni Rugiu, A. (1992) prefazione al volume di Spadafora, G. (1992) *La pedagogia laica in Italia e Angelo Broccoli*, Firenze, La Nuova Italia
- Schnotz, W., Vosniadou, S., Carretero, M., (1999). *New perspectives on conceptual change* (pp. 3-13). Amsterdam :Pergamon/Elsevier Science.
- Sciarretta, M. R., Stilli, R., Vicentini Missoni, M. (1990). Le rappresentazioni mentali: problema di ricerca ed esempi. In Cortini, G. (a cura di) (1990). *Incontrare la*

- scienza. *Riflessioni e proposte rivolte agli insegnanti*. Scandicci: La Nuova Italia, (11-34).
- Scuola di Barbiana (1971). *Lettera a una professoressa*. Firenze: Fiorentina.
- Scurati, C. (1967) *Locke*. La scuola.
- Scurati, C. (1973) *Strutturalismo e scuola*. La Scuola.
- Scurati, Lombardi (1980) *Pedagogia. Termini e problemi*. Milano: Scuola viva
- Sharp, J. G. (2003). Children's ideas in astronomy and the 'chaos' of learning science. Paper presented to the *Research And The Quality Of Science Education Conference*, The Netherlands, 9-13 August, 2003.
- Shoon, K. J. (1995). The Origin and Extent of Alternative Conceptions in the Earth and Space Sciences: A Survey of Pre-service Elementary Teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 7(2), 27-46.
- Shoultz, J., Saljo, R., Wyndhamn, J. (2001). Heavenly talk: discourse, artifacts and children's understanding of elementary astronomy. *Human Development* , 44 (103-118).
- Shutz, A., Luckmann, T. (1973). *The structures of the Life World*. Evanston: Northwestern University Press.
- Siegal, M., Butterworth, G., Newcombe, P. (2004). Culture and children's cosmology. *Developmental science* 7(3), (308-324).
- Sinatra, G. M., Pintrich, P. R., (2003). *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Southerland, S. A., Sinatra, G. M., Mattheuws, M. R., (2001). Beliefs, knowledge, and science education. *Educational Psychology Review*, 13(4), 325-351.
- Spada H., (1994) "Commentary. Conceptual change or multiple representations?" in *Learning and Instruction* 4 (113-116).

- Spelke, E., (1991). Physical knowledge in infancy: Reflections on Piaget's theory. In S. Carey, R Gelman (Eds), *Epigenesis of mind* (pp. 133-170). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Straatemeier, M., van der Maas, H. L. J., Jansen, B. R. J. (2008). Children's knowledge of the earth: A new methodological and statistical approach. *Journal of Experimental Child Psychology*, 10 (4), 276-296.
- Strike K. S., Posner G.S., (1985). A conceptual change view of learning and understanding. In L.H.T. West, A Leon Pines (Eds) *Cognitive structure and conceptual change*. New York: Academic Press.
- Strike, K: S., Posner, G. S., (1982). A revisionist theory of conceptual change. In R. Dusch, R. Hamilton (Eds), *Philosophy of science, cognitive science, and educational theory and practice* (pp.147-176).
- Thagard, P. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Torosantucci, G., Vicentini Missoni, M (1987). *L' insegnamento delle scienze nella scuola elementare*. Firenze: La Nuova Italia
- Torosantucci, G., Vicentini Missoni, M. (1987). *L' insegnamento delle scienze nella scuola elementare*. Firenze, La Nuova Italia
- Trumper, R. (2003). The need for change in elementary school teacher training-a cross-college age study of future teachers'conceptions of basic astronomy concepts. *Teaching and Teacher Education*, 19, 309-323.
- Trumper, R. (2005). Teaching Future Teachers Basic Astronomy Concepts-Seasonal Changes- at the time of Reform in Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(9), 879-906.
- Trumper, R. (2005). Teaching Future Teachers Basic Astronomy Concepts-Seasonal Changes- at the time of Reform in Science Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(9), 879-906.

- Trundle, K. C., Atwood R. K., & Christofer, J. E. (2002). Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Moon Phases before and after Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633-658.
- Vega Navarro, A. (2001). Tenerife tiene seguro de sol (yde luna): representaciones del profesorado de primaria acerca del díay la noche. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 31-44.
- Vicentini Missoni, M (1985). Scienza dei bambini, pensiero dei bambini: di che cosa si tratta? In Mayer, M., Noce, G., Olivieri, G. (1985). *L'educazione scientifica nella scuola di base*. I quaderni di Villa Falconieri, CEDE, (23-32).
- Vicentini Missoni, M. (1983). Conoscenza scientifica e conoscenza comune. In Pontecorvo, C. (1983). *Conoscenza scientifica e insegnamento*. Torino: Loescher, (21-63).
- Vicentini Missoni, M., Ianiello, M. G., Tarsitani, C., Bertolini, B., Grazzini Hoffman C. (1987). *Conoscenza scientifica e insegnamento*, Loescher Editore.
- Vicentini, M. (1987), Abilità e conoscenze, In Torosantucci, G., Vicentini Missoni, M. (1987). *L'insegnamento delle scienze nella scuola elementare*. Firenze: La Nuova Italia (p. 16-26).
- Vicentini, M., Mayer, M. (a cura di) (1996). *Didattica della fisica*. Scandicci: La nuova Italia.
- Vosniadou S., Brewer W.F. (1994). Mental models of the day/night cycle, in *Cognitive Science*, Vol. 18, pp. 123-183.
- Vosniadou, S. (2002). On the näture of naive physics. In M. Limòn, L. Mason (Eds), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice* (pp. 61-76). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Vosniadou, S.- Brewer, W.F. (1992). Mental models of the Earth: a study of conceptual change in childhood, in *Cognitive Psychology* Vol 24, n.4, pp.535-586.

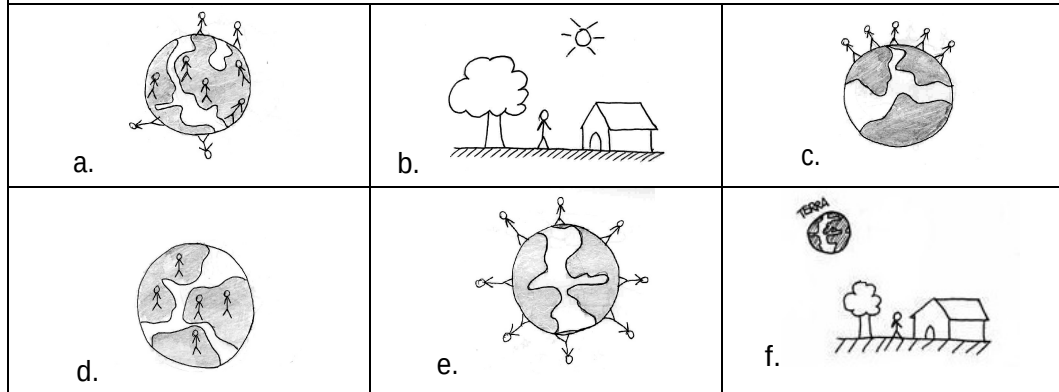
- Vosniadou, S., (1999). Conceptual change research: State of the art and future directions.
In W. Schnotz, S. Vosniadou, M. Carretero (Eds). *New perspectives on conceptual change* (pp. 3-13). Amsterdam: Pergamon/Elsevier.
- Vosniadou, S., Skopeliti, I., & Ikospentaki, K. (2005). Reconsidering the role of artifacts in reasoning: Children's understanding of the globe as a model of the Earth. *Learning and Instruction*, 15, 333-351.
- Vygotsky, L. (1994). The development of thinking and concept formation in adolescence,
In van der Veer, R., Valsiner, J. (Eds). *The Vygotsky reader*. Oxford, UK: Blackwell, (185-265).
- Wood-Robinson, C., (1994). Young people's ideas about inheritance and evolution.
Science Education, 124, 29-47.

Allegati

(2) Le scelte di immagini presenti negli item 6 e 8, che indagano le ipotesi degli insegnanti circa le concezioni relative alla forma e alla gravità della Terra presenti nei bambini.

Immagina di chiedere ad un bambino di 8 anni di fare un disegno della Terra. Quale sarà il suo disegno?

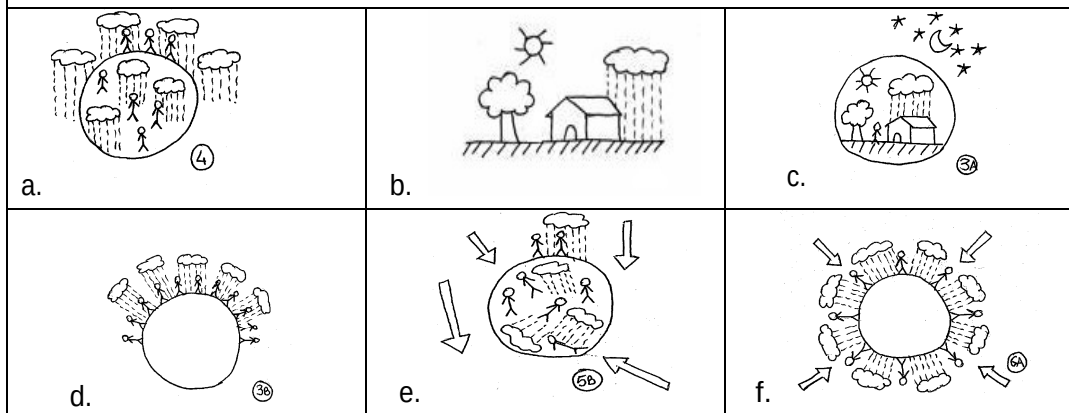
Cerchia la lettera corrispondente



Spiega perché il bambino ha disegnato la Terra così:

Immagina di chiedere ad un bambino di 8 anni di disegnare la Terra con le nuvole e la pioggia. Quale sarà il suo disegno?

Cerchia la lettera corrispondente



Spiega perché il bambino ha disegnato così la Terra e la pioggia:

(3) Tabella 54-55. Le scelte di immagini presenti negli item 7 e 9, che indagano le ipotesi degli insegnanti circa le concezioni relative al ciclo dì-notte presenti nei bambini.

Immagina di chiedere ad un bambino di 8 anni: "Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo? Dove si trova il Sole durante la notte?"

Metti una X sulla possibile risposta

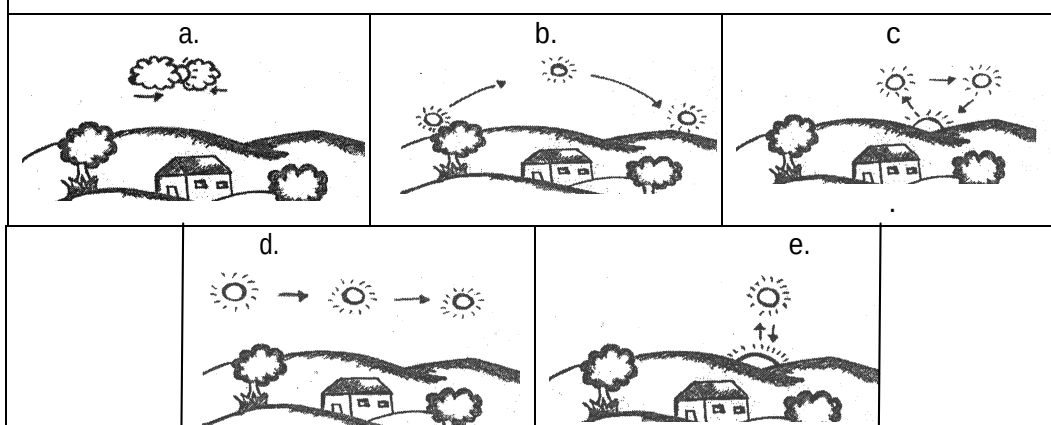
- ☐ Il Sole di notte va verso il basso della Terra
- ☐ Il Sole di notte va a dormire.
- ☐ Il Sole è andato a illuminare l'altra parte della Terra.
- ☐ Il Sole sta fermo nello stesso punto, mentre la Terra gira.
- ☐ Di notte il Sole resta nel cielo e viene coperto (dalle nuvole o dalla Luna).
- ☐ Il Sole di notte si allontana dalla Terra (va nello spazio) e la Luna si avvicina.

Spiega perché il bambino ha risposto in questo modo:

Immagina di chiedere ad un bambino di 8 anni di fare un disegno del Sole nei diversi momenti della giornata (mattino, mezzogiorno, pomeriggio).

Quale sarà il suo disegno?

Cerchia la lettera corrispondente



Spiega perché il bambino ha disegnato la Terra così:

(4) Tabella 54-55. Le scelte di immagini presenti negli item 7 e 9, che indagano le ipotesi degli insegnanti circa le concezioni relative al ciclo di-notte presenti nei bambini.

Immagina di chiedere ad un bambino di 8 anni: "Come mai di notte non vediamo il Sole nel cielo? Dove si trova il Sole durante la notte?"

Metti una X sulla possibile risposta

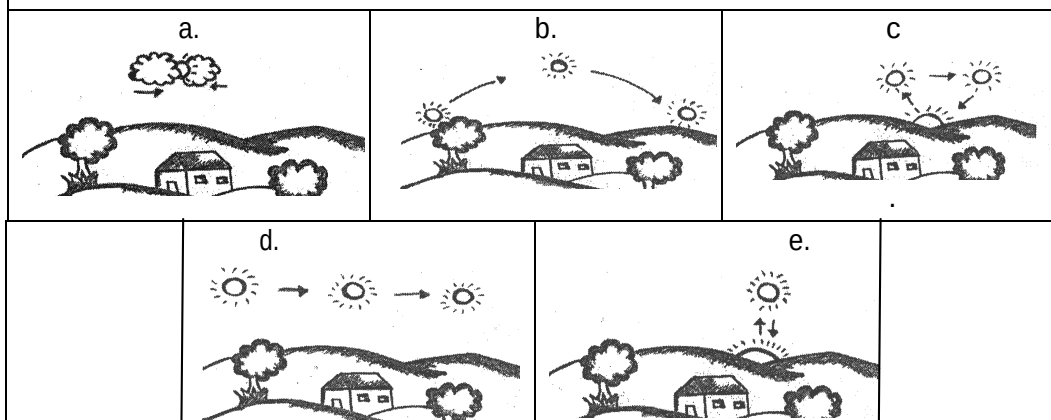
- ☐ Il Sole di notte va verso il basso della Terra
- ☐ Il Sole di notte va a dormire.
- ☐ Il Sole è andato a illuminare l'altra parte della Terra.
- ☐ Il Sole sta fermo nello stesso punto, mentre la Terra gira.
- ☐ Di notte il Sole resta nel cielo e viene coperto (dalle nuvole o dalla Luna).
- ☐ Il Sole di notte si allontana dalla Terra (va nello spazio) e la Luna si avvicina.

Spiega perché il bambino ha risposto in questo modo:

Immagina di chiedere ad un bambino di 8 anni di fare un disegno del Sole nei diversi momenti della giornata (mattino, mezzogiorno, pomeriggio).

Quale sarà il suo disegno?

Cerchia la lettera corrispondente



Spiega perché il bambino ha disegnato la Terra così:

(5) Quadro 1. Attività, obiettivi e descrizione del percorso didattico svolto.

PRIMO INCONTRO		
ATTI VITÀ	OBIETTIVI	DESCRIZIONE
Indicare i luoghi della Terra	indicare con il gesto le direzioni del piano e dello spazio	I bambini vengono fatti sedere per terra in cerchio. Si pongono poi alcune domande di tipo generativo (Vosniadou e Brewer, 1992), tese a verificare, a prescindere dai disegni da loro effettuati, quale sia il modello implicito di Terra che essi effettivamente utilizzano, e quali gli strumenti usati per orientarsi sulla Terra. Quello che segue è un estratto dell'attività svolta con i bambini, tratto da Musa (tesi di laurea, 2007). <i>R- Immaginate di camminare sempre dritto avanti a voi, per giorni e giorni, senza mai cambiare direzione, potreste arrivare al bordo della Terra, cioè dove la Terra finisce?</i> <i>BB- Nooo!!!!...</i> E: no perché la Terra è solo in cielo.. sembra che è tonda ed ha una fine dove c'è il cielo però la forza di gravità lo fa stare.. solo se vai in cielo esci dalla Terra. Diciamo l'azoto (la bambina mischia due componenti dell'atmosfera: l'ozono e l'azoto) la tiene ferma. <i>R- qualcuno pensa che possa arrivare, camminando per molto tempo, al bordo, come se arrivasse in una cascata che poi cade giù nell'abisso?</i> E: per me no perché la Terra è rotonda e tutti camminano sul bordo quindi non ci può essere un posto in cui arrivi sul bordo e non c'è più niente.. c'è solo lo spazio. <i>B: la Terra non finisce mai però si può arrivare dove si è stati prima (mima con le mani ciò che sta esprimendo) se si parte da un punto, e dato che la Terra è rotonda, si torna al punto di partenza.</i> <i>R- Secondo voi c'è un'altra parte del mondo?</i> BB: Si!!!!!!..... l'Australia....rispetto a noi, dall'altra parte c'è la Cina.. <i>R- Ora indicatemi con il braccio la direzione in cui devo camminare per andare in Lapponia (in Egitto).</i>  Come si può vedere dalla foto, le direzioni fornite dai bambini sono le più disparate: qualcuno indica giù, qualcuno a destra o a sinistra e qualcun altro avanti a sé.

SECONDO INCONTRO		
ATTIVITÀ	OBIETTIVI	DESCRIZIONE
Ascolto e commento collettivo delle teorie degli antichi scienziati	confrontare la propria concezione di Terra con quelle condivise nel passato	L'argomento relativo alle <i>teorie antiche sulla forma della Terra</i>²² viene introdotto attraverso la lettura di un testo, dal momento che la sfericità di Terra è un concetto il cui apprendimento non può essere supportato da alcun tipo di esperienza diretta. Viene sottolineato ai bambini che in passato non si conoscevano tutte le cose che si sanno adesso: gli antichi infatti si interrogavano sul perché di molti dei fenomeni ai quali nel tempo gli scienziati hanno fornito una spiegazione. I bambini intervengono dicendo che sono a conoscenza del fatto che in passato si credeva che la Terra fosse piatta e la tirocinante ribadisce che, in effetti, tutto ciò che sanno i bambini del giorno d'oggi, una volta non lo conoscevano neppure le persone più sagge del mondo. Mentre si procede nella lettura delle varie ipotesi di terra, sono mostrate ai bambini seduti in cerchio, delle immagini relative ad ogni concezione, e, a conclusione della lettura sono invitati i bambini a rispondere per iscritto alla seguente domanda: <i>Secondo te, che forma ha la Terra?</i> Le risposte sotto riportate sono tratte da Musa (tesi di laurea, 2007): K: quando avevo 5 anni pensavo che era piatta, poi andando a scuola ho imparato che è tonda come una sfera. E: ha una forma tonda un po' schiacciata. L: è tonda come una sfera. L: è tonda. I: è tonda e l'ho scoperto quando ero piccola perché ne ho sentito parlare. M: ha la forma tonda perché gli studiosi sono andati nello spazio e così l'hanno vista. A: T: ha la forma di un rotondo esattamente uguale al di sotto di un barattolo e da piccolo pensavo che era un tavolo che conteneva gli esseri umani e tutto ciò. M: è rotonda come un pallone e l'ho scoperto guardando l'immagine di un libro. L: è tonda perché non ha confini, perché se fai il giro del mondo e parti da Roma poi ti ritrovi sempre lì. F: è tonda come una palla ma a 6 anni pensavo che era quadrata poi mio padre mi ha detto che è rotonda. L: ha una forma rotonda e piatta, perché se vai nello spazio vedi un cerchio piatto, ma in realtà è un grande pallone. G: ha una forma sferica schiacciata. F: è tonda e non sono d'accordo con le teorie degli antichi.

TERZO INCONTRO

²² Dimiter Inkiow – Rolf Rettici, (1995) *Come è fatta la Terra?*, Edizioni San Paolo, Milano.

ATTIVITÀ	OBIETTIVI	DESCRIZIONE
Orientare un mappamondo libero da sostegno e posizionare se stessi su di esso.	individuare la propria posizione sul mappamondo	Si chiede ai bambini, seduti in cerchio, chiudere gli occhi immaginando di trovarsi a bordo di un missile lanciato nello spazio, e di guardare la Terra dal finestrino. Nel frattempo viene sistemato in mezzo a loro un mappamondo libero da sostegno, in modo che essi, riaprendo gli occhi, lo vedano. Una bambina dice che nessuno, stando sulla Terra, può vedere che è tonda ma solo stando nello spazio lo si può vedere. Si fornisce ai bambini un omino di carta e del pongo, ponendo ad essi la seguente domanda di tipo generativo: <i>R- Cerchiamo di mettere il mappamondo come la Terra vera, quella su cui poggiamo i piedi. ... Proviamo a mettere un omino sul mappamondo, proprio come noi ora stiamo sulla Terra.</i> Anche se il mappamondo viene orientato in modo accettabile, con l'Italia sulla parte superiore del globo, e l'omino viene posto in piedi su di esso, in corrispondenza di Roma, tuttavia esso non risulta perpendicolare rispetto alla superficie della sfera, pertanto si invitano i bambini ad osservare la propria posizione, in piedi, sulla Terra, e quella dell'omino posto sul mappamondo, mimando quest'ultima con il corpo: <i>R- Secondo te, noi sulla Terra stiamo così, pendiamo da quella parte...? Proviamo a metterci anche noi così:... Stiamo così noi, sulla Terra?..</i> <i>BB: Nooooo!!!!...</i> <i>R- Allora mettiamo l'omino nella stessa posizione che noi abbiamo in questo momento.</i> Si osservano poi i vari tentativi dei bambini avendo cura di facilitare il collegamento tra la posizione del bambino (perpendicolare al piano dell'orizzonte) e quella dell'omino, fino alla conquista di una soluzione condivisa al problema. L'utilizzo di foto e racconti di viaggio nell'insegnamento della concezione di Terra, suggerita da Lanciano (1996), rappresenta un utile strumento di condivisione di esperienze relative alla sfericità della Terra, tanto più efficace, prosegue l'autrice, tanto più la testimonianza proviene da una persona familiare, come è stato anche sottolineato da Harris (2006). Il testo che segue è tratto da Musa (2007) e rappresenta il cambiamento concettuale di M., circa la posizione delle persone sulla Terra.

(La tirocinante) mostra ai bambini una foto che raffigura uno di loro in vacanza nelle Filippine ed invita il proprietario della foto ad attaccare un omino che lo rappresenta quando è lì in vacanza. Il bambino si avvicina al mappamondo ed inizia a cercare le Filippine, appena le trova attacca il proprio omino e lo poggia frettolosamente sul vassoio senza conferirgli un orientamento tanto che il suo omino è trasversale. La tirocinante lo fa notare alla classe e chiede se secondo loro quando si va nelle Filippine si cammina storti come l'omino. Un bambino risponde che quando si viaggia per andare in un posto lontano si sta dritti e non a testa in giù (si aiuta mimandolo con il corpo).

La tirocinante invita il bambino che aveva posizionato l'omino sulle Filippine a metterlo dritto come lui diceva di essere quando stava lì. Il bambino lascia il mappamondo nella stessa posizione ma stacca l'omino dal pongo e lo riattacca parallelamente alla superficie terrestre.

R- Ora mettiamoci tutti come l'omino, con il corpo attaccato alla superficie terrestre... Secondo voi chi si trova nelle Filippine vive sdraiato?

BB: Nooooo!!!!... (ridendo)



Viene poi invitata una bambina, M., a sistemare la posizione dell'omino posto sulle Filippine: dopo essersi avvicinata perplessa al mappamondo, stacca l'omino e lo riattacca nello stesso punto perpendicolarmente al terreno, mentre un compagno commenta che sembra che l'omino stia facendo la verticale. M. sorride, ci pensa, tutti parlano, c'è confusione, qualcuno suggerisce.



Ad un tratto la bambina afferra il mappamondo e lo ruota finché le

		Filippine non si trovano sulla parte superiore del globo e l'omino non è posto correttamente. La tirocinante allora le rivolge un'altra domanda e le chiede se l'omino che si trova a Roma, che nel frattempo è ruotato dall'altra parte del globo, possa cadere. Tutta la classe si sente interpellata, quelli che pensano che l'omino possa cadere alzano timidamente la mano, altri invece dicono con convinzione che non può cadere perché nell'atmosfera c'è la forza di gravità. Una bambina dice che non può cadere perché c'è la forza di gravità ed ogni volta è come se la Terra si capovolgesse per l'omino che ci sta camminando. La tirocinante, per verificare se M. possiede la nozione corretta, le domanda dove cadrebbe un oggetto scivolato dalle mani di questo omino. La risposta è: "a terra" e, per maggiore sicurezza, la tirocinante le chiede di indicarlo sul mappamondo prendendo come riferimento l'omino posto sul bordo. La bambina indica, correttamente, il punto della sfera accanto alla base dell'omino.
--	--	---

Quadro 2. Attività, obiettivi e descrizione del percorso didattico svolto con i bambini.

ATTIVITÀ ED OBIETTIVI	DESCRIZIONE
<i>Le osservazioni mensili della Terra e del cielo</i>	L'itinerario progettato ha previsto una fase preliminare di osservazione sistematica dell'ambiente da parte dei bambini, alla quale è seguita una seconda fase di riflessione, condivisione e confronto dai dati raccolti. La terza fase, descritta più ampiamente in seguito, era finalizzata a stabilire una connessione tra le informazioni raccolte dai bambini ed il sapere scientifico. La prima fase ha previsto due tipi di attività, svolte in maniera parallela: una di esse era finalizzata a rilevare i cambiamenti visibili sulla Terra nel corso dei mesi; l'altra, ad individuare le modificazioni percepibili nel cielo riguardo al percorso osservabile del Sole. Nel corso di uno stesso mese i bambini dunque effettuavano due incontri di osservazione, uno dedicato alla Terra e uno dedicato al cielo, ad un intervallo di circa due settimane l'uno dall'altro. Le osservazioni della Terra hanno avuto luogo nel cortile antistante alla scuola, nel quale i bambini hanno osservato in maniera sistematica alcuni elementi dell'ambiente, e li hanno descritti, il più fedelmente possibile, attraverso il disegno e le parole: l'albero davanti al cancello, il cielo tra i palazzi, i vestiti indossati dal compagno, le sensazioni provenienti dal corpo. Tali rilevazioni venivano ogni volta collocate in un cartellone che rappresentava il mese in corso" (FIG. 1), al cui interno i bambini riportavano anche la temperatura relativa al giorno dell'attività, rilevata mediante un termometro, e l'ora in cui quello stesso giorno il Sole era sorto e sarebbe tramontato. Le osservazioni del cielo si sono svolte nell'ampio terrazzo della scuola, dal quale i bambini hanno osservato il percorso del Sole sull'orizzonte rilevandone i cambiamenti nel corso dei mesi. Per effettuare le rilevazioni in terrazza sono stati utilizzati alcuni strumenti,



Fig. 1. Il cartellone del mese

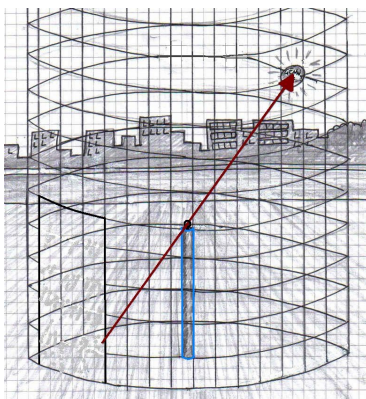


Fig. 2: Schema della gabbia utilizzata per rilevare il percorso del Sole nei vari mesi. Il bambino entra da un'apertura laterale e si posiziona in modo da guardare il Sole attraverso un occhio - che funge da punto di vista fisso - situato in cima al bastone posto verticalmente al centro della gabbia. Si è reso necessario l'utilizzo di un vetrino scuro per proteggere gli occhi dei bambini.

- degli scale (FIG. 4), ciascuno dei quali è costituito da una semisfera in PVC trasparente del diametro di 20 cm, fissata su una base quadrata avente lato di 30 cm, anch'essa di PVC. Nel punto d'incontro delle diagonali della base, che corrisponde al centro della

dei quali segue una breve descrizione:

- una "gabbia" (FIG. 2-3), costituita da una rete metallica alta 2 m, fissata sul pavimento in modo da formare un cilindro del diametro di 1m e provvista di un'apertura laterale, in maniera tale che un bambino possa entrarvi, posizionarsi nel centro in prossimità di un punto di vista fisso - costituito da un bastone alto 65cm con alla sommità un occhio - , osservare il Sole con un vetrino scuro ed indicare, attraverso un bastone, il punto in cui il Sole sembra toccare le rete, mentre una persona, situata all'esterno della rete, incolla nel medesimo punto un cartoncino tondo sul quale sono indicate data e ora di osservazione.

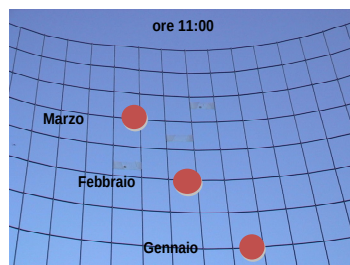


Fig. 3: Particolare delle rilevazioni effettuate

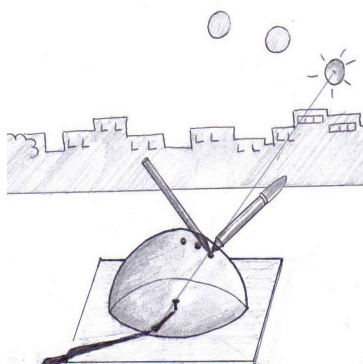


Fig. 4: Lo scafe. Lavorando a coppie, un bambino utilizzava un bastoncino di legno per riuscire a far toccare l'ombra del suddetto bastoncino con quella del chiodino posto al centro della semisfera: quando riusciva a collegare le due ombre, il suo compagno segnava con il pennarello il punto della sfera in cui si trovava in quel momento il bastoncino.

semisfera, è stato fissato un chiodino che funge da piccolo gnomone. A coppie, i bambini osservano l'ombra del chiodino sul piano e, a turno, muovono la punta di un bastoncino sulla superficie della sfera fino a che l'ombra prodotta dal suddetto bastoncino arriva a toccare l'ombra del chiodino: a questo punto, uno dei due bambini tiene fermo il bastoncino in quella posizione, e l'altro segna con un pennarello il punto corrispondente sulla sfera.

A conclusione di ogni incontro in terrazza, ai bambini è stato assegnato il compito di cercare le temperature di alcuni luoghi della Terra situati a diverse latitudini e a riportarle sul cartellone relativo al mese in corso.

La seconda fase del percorso didattico ha avuto luogo dopo tre mesi di osservazioni in cortile ed in terrazza: sarebbe stato opportuno prolungare la prima fase per un anno intero, in modo da fornire ai bambini la possibilità di acquisire la ciclicità del fenomeno delle stagioni, ma non è stato possibile per ragioni organizzative. Sono stati realizzati in questa fase due diversi laboratori: il "laboratorio della Terra", dedicato alla condivisione e alla



Fig. 6: Il laboratorio del cielo. Una bambina sta contando le maglie della rete per misurare l'altezza del Sole nel cielo all'epoca di una delle rilevazioni effettuate.



Figg. 7-8: Il laboratorio del cielo: Alcuni bambini stanno costruendo la tabella raffigurante le variazioni di altezza del Sole rilevate nel periodo di osservazione.

discussione circa i dati emersi dalle rilevazioni in cortile; il "laboratorio del cielo", finalizzato a misurare le variazioni osservate nel percorso del Sole e a riportarle su una tabella riassuntiva. I bambini di una stessa classe sono stati divisi in due gruppi in modo tale che ciascun gruppo partecipasse prima ad un laboratorio e poi all'altro.

Nel laboratorio della Terra è stato riproposto ai bambini il materiale da essi realizzato nei tre mesi di rilevazioni in cortile: rivedendo i loro disegni e rileggendo le loro frasi, hanno avuto la possibilità di rendersi consapevoli, di sottolineare e di



5: Il laboratorio della Terra. il materiale o dai bambini e la condivisione dei nenti registrati nel corso dei mesi.

condividere i lenti cambiamenti avvenuti nell'ambiente circostante (FIG. 5).

Al termine della discussione,

	ciascun bambino è stato invitato a scrivere su un cartellone i cambiamenti che aveva notato durante gli incontri di osservazione e nel corso della rielaborazione collettiva. Il laboratorio del cielo ha previsto una discussione introduttiva circa le differenze emerse nel percorso del Sole relativamente al periodo di osservazione, e poi un lavoro di misurazione e rappresentazione dei dati della rete in una tabella a doppia entrata, strutturata in modo da avere nelle colonne i tre orari in cui erano state effettuate le rilevazioni, e nelle righe le maglie della rete. A turno un bambino entrava nella gabbia per misurare l'altezza del Sole in corrispondenza di una rilevazione (ad es. Gennaio alle ore 11:00), contando le maglie della rete dal dischetto di cartone – che rappresentava l'altezza del Sole in quel momento - al pavimento, mentre gli altri riportavano tale valore sulla tabella (Fig. 6-7-8). È stato così possibile per i bambini attribuire un valore numerico alla variazione di altezza osservata nel percorso del Sole, e, discutendo, scoprire l'analogia tra i percorsi da essi registrati attraverso strumenti molto diversi (scafe, rete, tabella): in tutti i casi sono stati individuati 3 percorsi tra loro paralleli. Al termine dell'attività, anche in questo caso è stato chiesto ai bambini di scrivere su un cartellone quello che avevano appreso relativamente alle variazioni osservate nel percorso del Sole durante l'anno. La decisione di far scrivere i bambini al termine dei due laboratori scaturisce dall'ipotesi, recentemente formulata in ambito psicologico da Bigozzi (et al., 2006)²³, che la scrittura possa aiutare il bambino a rielaborare dal punto di vista cognitivo l'esperienza vissuta. La lettura di quanto scritto da altri su un medesimo argomento può inoltre facilitare la comprensione, da parte del soggetto, non solo dell'esistenza di punti di vista differenti, ma anche di diversi modi di comprendere e concettualizzare una medesima esperienza.
<i>Immagina re le stagioni dallo spazio</i>	L'ultima fase del percorso didattico ha previsto la realizzazione di un'attività ideata dall'autrice, tesa a favorire il legame e l'integrazione tra conoscenze intuitive, dati osservativi e sapere scientifico. Tale attività implica la realizzazione di un modello in scala del sistema Terra-Sole che consenta ai bambini di ripetere, utilizzando il modello stesso, le stesse osservazioni già effettuate sulla Terra, mettendo alla prova i dati raccolti con le rilevazioni. Dopo aver fatto sedere i bambini in cerchio, viene attivata una discussione tesa a raccogliere le conoscenze da essi possedute circa il sistema Terra-Sole. Considerando gli studi già citati di Nicoletta Lanciano didattica dell'astronomia nella scuola primaria, nel presente lavoro particolare attenzione è stata dedicata sia alla scelta che alla sequenza con cui porre le domande ai bambini, per evitare di influenzare o alterare le loro risposte. La rievocazione collettiva del percorso didattico svolto fino a quel momento ha permesso di individuare nei bambini la persistenza di alcune concezioni alternative che rischiavano di impedire l'acquisizione del modello scientifico. Nonostante alcuni bambini fossero riusciti a costruirsi una visione scientificamente accettabile sulla causa delle stagioni ["A Gennaio il Sole era più basso perché puntava di più all'emisfero sud"], un buon numero di essi

²³ L. BIGOZZI, C. VESSANI, C. MEONI, C. FIORENTINI; *Il ruolo della scrittura individuale nella concettualizzazione scientifica: uno studio su bambini di quarta elementare*, in XX Congresso Nazionale AIP – Sezione di Psicologia dello sviluppo – Università degli Studi di Verona, 15-17 Sett. 2006

	mostrava infatti di conservarne visioni fortemente ancorate alle variazioni di distanza tra Sole e Terra: (²⁴) <i>“Lui ha detto perché fa più caldo, ma se fa più caldo dovrebbe essere più vicino”.</i> <i>“... Il Sole adesso... (osserva il Sole) più o meno, all'incirca, eh?... non troppo, è al centro, e quindi (lo osserva di nuovo) a parte che è pure vicino, e punta un bel po'...quindi, secondo me, è già vicino”.</i> <i>“Ma... se facciamo conto che la mia opinione è giusta, facciamo conto... ma pe... però... se, se a Marzo deve fare più caldo che a Gennaio... però noi, lì (guardando la rete) abbiamo... il Sole l'abbiamo visto più... più... in alto. [R. “Quindi, cosa puoi concludere dalla tua ipotesi?”] Che quando fa caldo... il Sole... è più alto?... (incredulo) Perché lì... (indicando la rete, affatto convinto) che dovrebbe fare più caldo... è più alto!”</i> Una volta individuate le concezioni – ostacolo alla visione scientifica del fenomeno, si è proceduto a creare una struttura didattica in grado di sostenere il bambino nel passaggio da un modello all'altro, dal micro-spazio dei modelli, al meso-spazio delle osservazioni effettuate, e ancora al mega-spazio del cosmo, secondo la distinzione formulata da Berthelot & Salin (1992)⁽²⁵⁾ e Lanciano (1996)⁽²⁶⁾. Occorreva, in altri termini, favorire e sostenere nei bambini un decentramento cognitivo che consentisse l'osservazione del fenomeno delle stagioni da una prospettiva diversa dalla propria: l'idea è stata quella di immaginare di essere degli astronauti nello spazio che osservavano la Terra e vedevano alcuni bambini fare le stesse cose che loro avevano fatto. R. <i>“Proviamo a chiudere gli occhi e immaginiamo di essere degli astronauti che vedono la Terra dallo spazio. Facciamo finta di essere rimasti nello spazio per molti mesi su una navicella spaziale, di aver guardato con un potente telescopio proprio in questa direzione, su questo terrazzo, e di aver visto un gruppo di bambini, come voi, che sono venuti ogni tanto a fare le rilevazioni del Sole.</i>
--	--

(²⁴) Il testo rappresenta la trascrizione di alcuni passaggi relativi agli incontri effettuati con i bambini. Gli interventi preceduti dalla lettera R rappresentano le frasi della dottoranda.

(²⁵) BERTHELOT, R. SALIN, M. H (1992) *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans l'enseignement obligatoire*, Thèse, Université de Bordeaux

(²⁶) LANCIANO, N. (1996) *L'analisi delle concezioni e l'osservazione in classe: strumenti per la definizione degli obiettivi educativi e delle strategie pedagogiche per l'insegnamento dell'astronomia nella scuola elementare in Italia* (Tesi di Dottorato) Geneve

	Se viene chiesto ai bambini cosa immaginano di vedere dal finestrino della navicella spaziale, dalle risposte si può pensare che conoscano molto bene gli oggetti del cosmo: affermano infatti di poter vedere il Sole, la Luna, la Terra, i pianeti, gli asteroidi, ecc. Ma se si chiede loro, al di là di tale conoscenza dichiarativa, di posizionare il Sole e la Terra come pensano che si trovino nello spazio dalle risposte emergono numerose visioni alternative. Viene consegnato ai bambini un globo che rappresenta la Terra ed un bastoncino che rappresenta il punto in cui si trova il Sole, ed essi sembrano tutti d'accordo nell'affermare che un modello di Sole in scala con la Terra sarebbe stato estremamente ingombrante e non maneggevole [<i>"...Sarebbe stato grande come tutto il terrazzo!"</i>]. Un bambino alla volta posiziona i due modelli come pensa che siano nella realtà, e se qualcun altro non è d'accordo, si alza, effettua gli spostamenti che ritiene opportuni, spiegandoli ai compagni, e così via fino a trovare un accordo condiviso. <i>"Mi sembra che la Terra non dovrebbe stare là"</i> <i>"Secondo me, la Terra non si dovrebbe metterla là... Se te pensi che il Sole, cioè, il Sole non è piccolo così... ehm... diciamo grandissimo, e quindi sennò si bruciasse ... brucia troppo la Terra (allontana la Terra dal Sole) quindi, secondo me, almeno qua ci dovrebbe essere."</i> <i>"Per me no, perché sennò fa solo freddo!(la riavvicina al Sole) eh, fa so... fa freddo!"</i> <i>"È come ho detto io: la Terra si può anche avvicinare al Sole" "secondo me, noi siamo a Roma, quando è estate il Sole sta di fronte a Roma, invece quando è inverno (gira la Terra su se stessa) sta dietro Roma".</i> Anche se la maggior parte dei bambini ha affermato con sicurezza che il Sole è molto più grande della Terra, nessuno ha rappresentato con altrettanta sicurezza il moto di rivoluzione del nostro pianeta, rispettandone almeno grossolanamente le proporzioni e le distanze reciproche. È curioso notare il fatto che ci sia un ampio consenso tra i bambini sull'esistenza di un moto di rivoluzione della Terra attorno al Sole, ma che tale movimento, (eppur noto ai bambini) non venga affatto utilizzato per spiegare la causa delle stagioni. Nonostante le attività didattiche svolte fino a quel momento, continuava a permanere nei bambini, accanto alla spiegazione scientifica sui movimenti della Terra, una concezione-ostacolo relativa alla causa dell'alternanza delle stagioni, probabilmente derivata da esperienze vissute di vicinanza-lontananza rispetto ad una fonte di calore ed estese ai corpi celesti. Sembrava pertanto necessario stabilire un legame tra le esperienze di osservazione effettuate e il modello scientifico appreso, per evitare che questi due saperi restassero tra loro scollegati, ostacolando l'acquisizione di ulteriori conoscenze.
<i>Costruzione del modello in scala:</i>	Se dunque i bambini da un lato avevano rilevato e misurato le variazioni nel percorso del Sole durante il periodo di osservazione, ed erano giunti ad ipotizzare una relazione tra l'altezza del Sole e la successione delle stagioni nel nostro emisfero, essi non riuscivano ancora a trasferire ed utilizzare tali informazioni per spiegare il fenomeno dell'alternanza

*il corpo
come un
compasso*



Figg. 9-10-11: Alcune fasi della realizzazione in scala dell'orbita terrestre.

cm dal centro.

In uno dei due punti che abbiamo appena trovato metteremo il Sole.

Dopo disegniamo un'altra linea, di 2 metri, che crea una croce con la prima.

Uniamo le estremità di queste righe disegnando un arco, e quando l'arco tocca una riga, lì tracciamo una croce, perché è un punto speciale.

Quando avremo finito, verrà fuori il percorso che la Terra compie intorno al Sole”.

delle stagioni a livello del sistema Terra-Sole. Emergeva pertanto l'esigenza di mettere alla prova tali dati osservativi all'interno di un contesto di spiegazione più ampio, al fine di consentire ai bambini di verificarne la validità ed inserirli in un unico schema di spiegazione.

Viene allora proposto ai bambini di disegnare tutti insieme il percorso che la Terra compie intorno al Sole, con la consapevolezza di riprodurre in scala, il più fedelmente possibile, il modello scientifico del sistema Terra-Sole (Fig. 9-10-11) utilizzando a tale scopo le misure che provengono dai testi scientifici.

R. “Sono andata a cercare sui libri le misure del percorso che la Terra fa intorno al Sole.

Disegniamo una linea lunga 2 metri ed 8 centimetri.

Poi troviamo il centro di questa riga e fissiamo su di essa due punti, ognuno a 4

*Le
rilevazioni
sul modello*

Mentre alcuni bambini disegnano con il gesso il modello in scala del percorso annuale della Terra attorno al Sole, altri osservano dubbiosi la realizzazione di tale modello, dal momento che, secondo loro, l'ellisse raffigurata sul pavimento non è sufficientemente “schiacciata” come quella vista nelle illustrazioni dei libri.

Dopo aver sistemato la Terra sulla sua orbita, con l'asse terrestre orientato verso nord e l'Italia rivolta verso il Sole, viene mostrato ai bambini un omino di cartone, sostenuto da un bastoncino, che dovrà essere da essi posizionato sul globo, in corrispondenza di Roma. Si deve tener presente che gli stessi bambini, l'anno precedente, avevano svolto

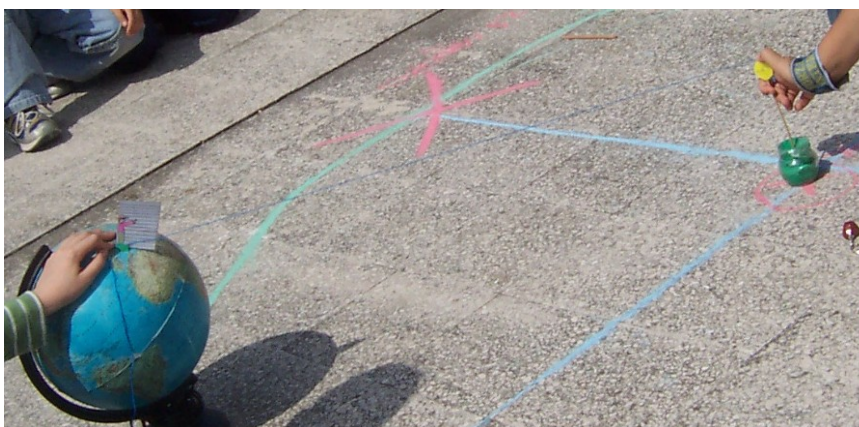
delle attività sulla forma della terra e la gravità, utilizzando il mappamondo parallelo (Lanciano, 1996)⁽²⁷⁾ e posizionando su di esso degli omini assai simili a quello presentato in questa sede, ad eccezione del fatto che questo è disegnato all'interno di una rete cilindrica, e sta indicando qualcosa con il braccio teso. L'omino sta infatti eseguendo la stessa azione compiuta in precedenza dai bambini: si trova all'interno della rete, ha il viso rivolto verso il Sole (è disegnato di profilo), ed indica una direzione con il braccio teso (la direzione in cui si trova il Sole).

R. *“Abbiamo detto che noi eravamo degli astronauti e che dalla nostra navicella spaziale vedevamo alcuni bambini su questo terrazzo: bene, allora sistemiamo la Terra sul suo percorso, dove pensate che stava a Gennaio.*

Posso dirvi che quando la Terra si trovava qui, era Dicembre.

Mettiamo un bambino sulla Terra, a Roma proprio dove siamo noi ora, con la sua rete delle rilevazioni. Quando i bambini che vedevamo dallo spazio venivano in terrazza, facevano le rilevazioni del Sole con la rete... bene, allora facciamo fare la stessa cosa al bambino che abbiamo posizionato sulla Terra. Colleghiamo il Sole e il bambino con un filo, facciamo finta che il filo sia un raggio di Sole che arriva fino al bambino”.

Si può osservare come l'uso del modello, in questo studio, non si limiti alla sola possibilità di vedere in scala il sistema Sole-Terra, ma fornisca un'efficace strumento di lavoro per mettere alla prova la validità delle osservazioni effettuate. Osservando il risultato della rilevazione di Gennaio sul globo - nonostante alcune probabili (quanto inevitabili) imprecisioni nella realizzazione del disegno a mano dell'ellisse, e nell'esecuzione della rilevazione - ci si accorge che anche per l'omino sul globo il Sole appare molto basso sull'orizzonte, così come nel mese di Gennaio era apparso attraverso la rete (Fig. 12-13).



⁽²⁷⁾ N. LANCIANO; op.cit. (1996)



Figg. 12-13: La rilevazione del mese di Gennaio. Nel riquadro a lato si può osservare in dettaglio l'omino posto sul globo ed il filo azzurro che rappresenta l'altezza del Sole nel cielo di Gennaio dal punto di vista dell'omino.

La Terra viene poi spostata dai bambini lungo la sua orbita - in maniera tale che l'asse rimanga parallelo a se stesso e l'Italia sia sempre rivolta verso il Sole – e posizionata in prossimità del mese di Febbraio. Ripetendo la medesima procedura, altri due alunni rilevano, tra l'incredulità generale, che questa volta per l'omino, così come era stato per loro nel mese di Febbraio, il Sole appare più alto rispetto al mese precedente (Fig. 14-15).



Figg. 14-15: La rilevazione del mese di Febbraio. Nel riquadro a fianco si può notare come il filo verde, che rappresenta l'altezza del Sole nel cielo di Febbraio dal punto di vista dell'omino, si trovi più in alto rispetto a quello celeste di Gennaio.

Eppure lo scoprire dalla rete che il Sole di Febbraio era più alto di quello di Gennaio non aveva provocato alcuna reazione di rilievo tra i bambini, tranne forse che una lieve sorpresa. Ecco alcune frasi di un gruppetto di bambini che si interrogava sulle ragioni di questo risultato a loro parere "anomalo":

"Quindi vuol dire che la Terra.."

"La Terra si è abbassata!"

"No! Il fi... no,... la posizione è cambiata, quindi... cioè, la Terra si è un po'... si è un po' avvicinata... cioè non avvicinata..."

"...È cambiato mese?"

"La Terra va sempre nella stessa direzione, ma contemporaneamente si abbassa"

La Terra viene spostata di nuovo lungo la sua orbita, fino a raggiungere il mese di Marzo (FIG. 16-17). La terza rilevazione sul globo, effettuata da un'altra coppia di bambini sotto lo sguardo del gruppo, che ne aveva ipotizzato gli esiti, fornisce risultati analoghi a quelli ottenuti sulla rete: il Sole appare all'omino ancora più alto nel cielo, proprio come avevano osservato i bambini nel mese di Marzo.





Figg. 16-17: La rilevazione del mese di Marzo. Nel riquadro a fianco si può notare come il filo giallo, che rappresenta l'altezza del Sole nel cielo di Marzo dal punto di vista dell'omino, si trovi più in alto sia rispetto al filo verde (di Febbraio), che a quello azzurro (di Gennaio).

Qualcuno di loro formula delle ipotesi di spiegazione accettabili a questo proposito:

“Perché, per mettere l'omino che indica il Sole... ogni mese che cambiamo, la Terra la dobbiamo girare. Ho notato che piano piano, spostando di mese in mese, l'omino andava sempre più in basso, quindi è come se alzassi il Sole, però in realtà è soltanto il punto dov'è l'omino che cambia, e... diciamo va più in giù... dato che la Terra gira”.

Dopo aver lavorato con il modello, stimolando i bambini a formulare ipotesi circa le cause che possono aver determinato il fenomeno osservato sia dalla Terra che dallo spazio, il globo viene tolto dal sostegno, e viene posizionato “dritto” (come dicono i bambini), ossia con il Polo Sud - tipicamente mancante - che funge da appoggio sul pavimento.

Ripetendo le rilevazioni effettuate nei mesi di Gennaio, Febbraio e Marzo con il globo *non* inclinato, i bambini si accorgono, già a partire dalla prima rilevazione, che c'è qualcosa di diverso rispetto alle osservazioni sulla rete. A Gennaio infatti il Sole appare all'omino molto più in alto rispetto sia a quanto rilevato in precedenza con il globo supportato dal sostegno, sia rispetto alle osservazioni effettuate dai bambini con la rete. I bambini appaiono molto sorpresi nel constatare che l'altezza del Sole in questo caso rimane costante anche a Febbraio e a Marzo, ed i tre fili sono sovrapposti: se la Terra fosse stata “dritta”, il Sole sarebbe stato sempre alla stessa altezza, tutto l'anno.

Quadro 3. Attività, obiettivi e descrizione del percorso svolto utilizzando il metodo di indagine.

PERCORSO DIDATTICO 1 (metodo di indagine)	
ATTIVITÀ ED OBIETTIVI	DESCRIZIONE
IL SOLE <i>sentire Sole e ombra con il corpo</i> Individuare le zone illuminate e quelle in ombra nell'ambiente Discriminar e le sensazioni corporee legate al calore del Sole e al freddo dell'ombra.	I bambini vengono condotti all'aperto, in un luogo assolato, e sono invitati a mettersi di fronte al Sole, a chiudere gli occhi e a rilassarsi, ascoltando le sensazioni che provengono dal corpo. <i>R- Rilassatevi,... ascoltate le sensazioni che arrivano dal vostro corpo... Lasciate che, per una volta, non siano solo le orecchie a sentire...Provate a sentire con le guance... cosa sentite sulle vostre guance?... Provate a sentire con le mani (sotto ai piedi) ... cosa sentite sulle mani... cosa sentite sotto ai piedi?... Non ditelo!... tenetelo per voi!...Non usate le parole!...</i> Dopo aver previsto un tempo sufficiente ai bambini per riconoscere le percezioni corporee, si invita lentamente il gruppo a riaprire gli occhi, mentre si dà ad ogni bambino un foglio di carta invitandolo a rappresentare su di esso le sensazioni appena sperimentate sul corpo. <i>R- Ora vi daremo un foglio e dei colori... Disegnate quello che avete provato sul foglio, e poi, usando le parole, scrivete quello che avete pensato.</i> Dopo aver terminato il lavoro, si chiede ai bambini di cercare un luogo all'ombra, evitando di nominare tale parola direttamente: si chiede piuttosto di cercare i luoghi nei quali il Sole non arriva, lasciando ai bambini la possibilità di ricollegare, dal punto di vista cognitivo il termine "ombra" a tali luoghi <i>R- Ora cercate un posto dove il Sole non arriva e andate in quel luogo. Cercatevi una posizione comoda per stare seduti o sdraiati per terra, in silenzio...Chiudete gli occhi e ascoltate le sensazioni che arrivano dal vostro corpo... dalle guance,... dalle mani,... dai piedi...</i> Anche in questo caso è stato concesso un tempo sufficiente ai bambini per la ricerca del luogo e per la percezione delle sensazioni corporee, dopodiché si è dato a ciascuno di essi un altro foglio, nel quale disegnare e scrivere la loro esperienza. Tornati in classe, i bambini hanno rielaborato collettivamente l'esperienza appena vissuta costruendo un piccolo testo dal titolo "Sentiamo il freddo ed il caldo con il corpo".
RELAZION	I bambini vengono invitati a cercare uno spazio e a disporsi in modo da essere abbastanza lontani tra loro. Quando ogni bambino ha trovato il suo posto, si chiede loro

E LUCE-OMBRA <i>Horinomo: misuro la mia ombra a passi</i> Rilevare e misurare le variazioni nel tempo, in termini di direzione e lunghezza, della propria ombra Formulare delle ipotesi di spiegazione circa tale fenomeno	di lavorare in coppia, disegnando per terra, a turno (con il gesso o altro materiale) l'ombra del compagno. Quando tutti hanno terminato, ogni bambino viene invitato a posizionarsi sulla propria ombra e ad indicare, con un braccio la direzione del Sole e con l'altro la "testa" della sua ombra, utilizzando un gesto definito in letteratura "cruciale" (Lanciano, 1996). Con le braccia tese, sono a questo punto invitati ad indicare con un braccio la direzione da cui arriva la luce (il Sole) e con l'altro braccio, la "testa" della nostra ombra sul pavimento. Continuando ad utilizzare il corpo, ogni bambino misura la lunghezza della propria ombra con i passi. Le misure sono riportate all'interno di una grande tabella a doppia entrata, nella quale viene anche registrata l'ora della rilevazione. Nell'ottica della continuità con il lavoro precedente, si predispone un angolo dove i bambini possano sedersi in cerchio e condividere i disegni ed i pensierini scritti nell'incontro precedente durante l'esperienza al Sole e all'ombra: ogni bambino viene invitato a leggere i propri pensieri ai compagni e a mostrare loro i disegni realizzati. Trascorso un certo arco di tempo (circa mezz'ora), si invita ogni bambino a tornare sulla propria postazione. L'evidenza dello spostamento osservabile delle ombre porterà probabilmente alcuni bambini ad affermare che la loro ombra è uscita dalla sagoma precedentemente tracciata sul pavimento. <i>R- Tomate ognuno sulla propria postazione ed osservate la vostra ombra... Notate qualcosa di strano?</i> <i>C- Si è accorciata!²⁸</i> <i>R- Ora prendete il gesso di un altro colore ed iniziate a disegnare un'altra volta l'ombra del compagno, come avete fatto prima.</i> Dopo che i bambini hanno terminato di disegnare la nuova posizione dell'ombra, è necessario far loro ripetere l'esperienza cruciale del gesto di indicare la linea luce-ombra con le braccia, al fine di sperimentare con il corpo ed osservare (nei compagni che compiono lo stesso gesto) la variazione di inclinazione delle braccia, corrispondente allo spostamento del Sole nel cielo. <i>R- Adesso indicate un'altra volta, con le braccia ben tese, da una parte la direzione da cui arriva la luce, e dall'altra, la "testa" della vostra ombra</i> Viene poi chiesto ai bambini di misurare di nuovo, utilizzando i passi, la lunghezza della nuova ombra, e di riportare tale misura sulla tabella. A partire dalle differenze emerse nel corso delle rilevazioni, tra la seconda ombra e la prima - non solo in termini di direzione, ma anche di lunghezza-, i bambini sono stati
---	---

²⁸ Le frasi dei bambini riportate in questo studio scaturiscono dalla trascrizione effettuata, durante le attività didattiche, da Di Simone (tesi di laurea non pubblicata, 2008).

	invitati a formulare per iscritto delle ipotesi di spiegazioni su tale fenomeno: viene quindi dato loro un foglio, con l'indicazione di disegnare se stessi e le proprie ombre sul terreno, e di aggiungere al disegno una didascalia sulle cause che, secondo loro hanno determinato lo spostamento delle ombre. Anche a conclusione di questa attività è seguita una ricostruzione individuale dell'esperienza: il titolo ad essa dato dai bambini è stato "L'ombra accorciata".
CICLO DI-NOTTE GUARDIAMO IL SOLE CHE SI SPOSTA Localizzare la posizione del Sole nel cielo e rilevarla attraverso strumenti Formulare delle ipotesi sullo spostamento osservabile del Sole sull'orizzonte	Si conducono i bambini nei pressi dell'ombrellone e si mostra loro tale strumento con il quale lavoreranno durante l'intero giorno: ma, anziché spiegare a cosa serve, si lascia che essi formulino delle ipotesi al proposito: <i>R- Oggi lavoreremo con questo strano strumento: secondo voi, che cos'è?...</i> <i>N- è un ombrellone...</i> <i>L- Ci ha i buchi!...</i> <i>R- Eh, si ha i buchi... è trasparente. Secondo voi perché?</i> <i>A- Per riposarci..</i> <i>A- Per prendere il Sole...</i> <i>L- Per dormire...</i> <i>R- Proviamo ad osservare il Sole nel cielo con questo strumento.</i> Una bambina, Giulia, viene fatta sedere sulla sedia, e viene invitata a cercare il Sole nel cielo utilizzando un vetrino scuro per proteggersi gli occhi. Una volta localizzato il Sole, la bambina viene invitata ad indicare con il braccio teso tale posizione sull'ombrellone, mentre l'insegnante segna la posizione del Sole sull'ombrellone attaccandovi in corrispondenza un disco di cartone in cui è riportata l'ora di rilevazione. Gli altri bambini vengono fatti sedere uno alla volta sotto l'ombrellone, ed osservano se effettivamente il Sole viene coperto dal dischetto di cartone. Ecco alcuni commenti dei bambini: <i>B- Sì, lo vedo, ... è verde!!! ..</i> <i>C- Ce ne era uno giallo ed uno verde!</i> <i>B- È diverso... non è con le punte come lo facciamo noi!</i> Quando tutti hanno osservato si invitano ad avvicinarsi all'ombrellone dicendo loro: <i>R- Più tardi torneremo ad osservare il Sole. Secondo voi, tra un ora, quando ritorniamo, cosa vedremo?.... Indicatemi con il braccio teso, dove sarà, secondo voi, il Sole quando torneremo ad osservare.</i>

Localizzare la posizione del Sole nel cielo e rilevarla ad intervalli temporali regolari	Ad ogni bambino viene quindi chiesto di fare un disegno contenente l'ombrellone, il Sole e quello che pensano di vedere tra un'ora, quando torneranno ad osservare: Per le altre 6 rilevazioni si è proceduto in modo analogo, chiamando cioè per prima la bambina che avrà il compito di individuare la posizione del Sole, e poi, uno alla volta, tutti gli altri. Ogni volta si è chiesto ai bambini di indicare con il braccio la posizione del Sole che ritengono di trovare alla rilevazione successiva. A conclusione dell'attività, viene chiesto ai bambini di raccontare tutti assieme l'esperienza appena conclusa, in modo da creare un testo collettivo da attaccare sul quaderno. Il titolo da essi ideato è "Guardiamo il Sole. Il Sole si è spostato".
TERRA ANTICHE IPOTESI SULLA TERRA Confrontare le proprie concezioni con quelle degli antichi scienziati	Si leggono alcuni brani riguardanti le principali teorie sulla forma della Terra ed il ciclo di-notte come testimonianze del fatto che l'uomo si è sempre posto domande circa la Terra ed i fenomeni che osservava, ed ha da sempre cercato di trovare delle risposte a queste domande formulando teorie sempre più esaustive. Durante la lettura, vengono posizionate per terra, all'interno del cerchio, delle immagini riguardanti i modelli di Terra che si stanno via via descrivendo, per facilitare nei bambini la traduzione dal linguaggio iconico a quello grafico. A conclusione della lettura si invitano i bambini a riunirsi in gruppetti per colorare le concezioni di Terra ascoltate durante il racconto, e a commentare tali concezioni, mettendo in luce gli aspetti plausibili e quelli fallaci secondo il loro punto di vista. L'intervento dell'insegnante è stato solo marginale nei diversi gruppetti, con domande-stimolo del tipo: <i>R- Cosa pensate di questo modello di Terra e di Sole?... C'è qualcosa che secondo voi è vero?... Che cosa non vi convince?</i> Al termine dell'attività di gruppo è previsto un momento di condivisione nel quale ogni gruppo mostra al resto della classe l'immagine del modello sul quale ha lavorato e spiega quali sono gli elementi esatti e quali quelli sbagliati relativamente a tale modello. Viene quindi dato un foglio ad ogni bambino, scrivendo alla lavagna la seguente consegna <i>R- Come si fa a capire come è fatta la Terra?</i> Si invita ogni bambino a scrivere, aiutandosi eventualmente con un disegno, la sua ipotesi circa la forma della Terra.

TERRA LA FORZA DI GRAVITÀ, UNA CALAMITA CHE NON CI FA CADERE rendere esplicito il modello di Terra utilizzato per orientarsi Individuare la propria posizione sul globo	I bambini vengono fatti sedere per terra dopo aver spostato i banchi. Si pongono loro alcune domande-stimolo per verificare quali conoscenze e quali strumenti usano per orientarsi, del tipo: R- <i>Immaginate di camminare sempre dritto, per giorni e giorni, senza mai cambiare direzione...secondo voi, dove vado a finire?...</i> N- <i>La Terra non ha una fine...</i> G- <i>Arriviamo fino al mare...</i> A- <i>Facciamo tutto il giro e torniamo al punto di partenza.</i> R- <i>Che cosa c'è dall'altra parte del mondo?</i> N- <i>Le altre regioni</i> G- <i>Tutte le città lontane...</i> R- <i>Secondo voi, se cammino e cammino, posso arrivare al bordo della Terra, dove la Terra finisce?</i> BB- <i>Noooooo!!!!...</i> A questo punto vengono poste ai bambini delle domande di tipo generativo, volte a scoprire e a renderli consapevoli del modello implicito di Terra utilizzato per orientarsi. Le domande mirano ad individuare il tipo di conoscenze che i bambini usano per determinare le direzioni dello spazio e la propria posizione sulla sfera terrestre. R- <i>Indicatemi con il braccio la direzione in cui devo camminare per andare in Lapponia, a trovare Babbo Natale...</i> <i>Indicatemi con il braccio la direzione in cui devo camminare per andare in Egitto, a vedere le Piramidi</i> Viene sistemato un mappamondo libero da sostegno tra i bambini seduti per terra e si chiede loro di orientarlo in modo che si possa mettere su di esso un omينو che rappresenti un bambino sulla Terra. Tale attività risulta essere decisiva nel ricollegare l'esperienza sensoriale di stare in piedi su un piano (il pavimento, o comunque la parte di superficie terrestre che riusciamo a vedere e che ci appare piatta) e quella di immaginarsi in piedi su un pianeta sferico. R- <i>Cerchiamo di mettere il mappamondo come la Terra vera, quella su cui poggiamo i piedi. ... Proviamo a mettere un omينو sul mappamondo, proprio come noi ora stiamo sulla Terra.</i> Mentre si osservavano i vari tentativi dei bambini, sono state poste alcune domande finalizzate a facilitare il collegamento tra la posizione del bambino e quella dell'omينو (il primo perpendicolare rispetto all'orizzonte locale, il secondo rispetto alla superficie della sfera). R- <i>Proviamo a metterci anche noi come l'omينو:... Stiamo così noi, sulla Terra? ... Cerchiamo di mettere l'omينو in una posizione uguale a quella che noi abbiamo in questo momento.</i>
--	--

	Quando i bambini arrivano ad una soluzione condivisa circa la collocazione dell'omino, viene chiesto ai bambini di prendere le foto – appositamente fatte richiedere dall'insegnante all'inizio del percorso - che li ritraggono nei luoghi di vacanza in cui sono stati, o nei posti della Terra dai quali provengono, e di collocare degli omini in quei luoghi, individuandoli sul mappamondo. Guardando i diversi omini, i bambini osservano che, se viene posizionato "dritto" quello che si trova in Italia, a Latina, quello messo in Messico, luogo visitato da Alessandra, "sembrava pendere": eppure la bambina ricorda di aver camminato dritta quando era in Messico, esattamente come adesso in Italia. Sono poste alcune domande ai bambini in presenza del mappamondo, relative alle loro concezioni circa la possibilità che le persone possano vivere nell'emisfero sud: R- Secondo voi (indicando l'emisfero sud), le persone vivono anche qui o no? BB- Sì!!!!... R- ... <i>Quelle che vivono qui (sempre indicando l'emisfero sud), possono cadere?</i> B- <i>No, non cadono perché c'è la forza di gravità!</i> N- <i>Ci sono delle calamite... La Terra è una calamita gigante che ci fa stare in piedi.</i> A conclusione dell'attività, dopo aver riflettuto sulle osservazioni dei bambini circa la natura ed il significato dei termini "stare attaccati" alla Terra e "stare dritti" sulla Terra, viene loro chiesto di disegnare la Terra e di aggiungere un omino in corrispondenza dell'Italia ed un altro in corrispondenza del Messico.
CICLO DÌ-NOTTE INTERPRE TA-RE IL SOLE E LA TERRA Recuperare dalla memoria le conoscenze (o le inferenze) relative ai movimenti di Sole e Terra Riprodurre tali movimenti con il corpo LA NOTTE	I bambini vengono portati fuori dalla classe, in un luogo aperto in cui possano liberamente muoversi. Dopo averli fatti sedere per terra, è stato introdotto l'argomento del mimo sottolineando il fatto che si possono descrivere gli oggetti, non solo con le parole, ma anche con le mani, con i piedi, con il corpo. R- Sapete, bambini, ci sono tante cose che possiamo fare senza usare la nostra voce, senza usare le parole, usando solo il nostro corpo: oggi proviamo a fare le imitazioni delle cose. Per imitare le cose dobbiamo pensare a quello che fanno e poi dobbiamo farlo noi. Ad esempio, proviamo ad imitare una palla... Quando tutti hanno capito, dopo altri esempi, come funziona questo lavoro di imitazione delle cose, i bambini vengono divisi in coppie e viene data ad ogni coppia la consegna di imitare la Terra ed il Sole. Alcuni bambini rappresentano i due corpi celesti stando immobili, altri fanno girare solo la Terra, altri fanno girare il Sole attorno alla Terra. Si interviene solo quando si osserva che qualche bambino ha difficoltà ad immedesimarsi e a lasciarsi andare. Quando l'attività spontaneamente si affievolisce, si consegna a ciascuna coppia un foglio sul quale disegnare l'attività appena effettuata e scrivere che cosa faceva il bambino che rappresentava la Terra e cosa faceva quello che rappresentava il Sole. Dopo aver effettuato il disegno ed il testo sul mimo, i bambini vengono fatti sedere in

È L'OMBRA DELLA TERRA Individuare le zone di luce ed ombra sul globo e formulare ipotesi sul ciclo di-notte	cerchio: vengono letti i pensieri e mostrati i disegni realizzati da ciascun bambino, e poi si pongono loro alcune domande-stimolo sui movimenti reciproci di Sole e Terra, dicendo loro: R- <i>Possiamo accorgerci che la Terra si muove?... Come facciamo ad accorgerci che la Terra si muove?</i> Viene a questo punto introdotto di nuovo il mappamondo sul quale i bambini hanno precedentemente lavorato per il concetto di Terra, che viene ora utilizzato al posto del corpo: i bambini fanno fare a tale modello di Terra i movimenti ad essa attribuiti, utilizzando la luce che proviene dal Sole. Si suggerisce ai bambini di fare un esperimento per vedere se l'omino che essi avevano posizionato sull'Italia effettivamente rappresentava la nostra posizione sulla Terra: R- <i>Proviamo a fare un esperimento: vediamo se è vero che l'omino che abbiamo messo sulla Terra sta proprio come stiamo noi ora... Da noi adesso è giorno, possiamo vedere il Sole qui nel cielo, quindi anche l'omino deve vedere il Sole. prendiamo il Sole vero come punto di riferimento.</i> L- <i>È illuminata solo una parte della Terra... Qui sotto c'è l'ombra!</i> R- <i>Secondo te, dove c'è l'ombra, è notte o giorno?</i> G- <i>è notte...</i> R- <i>Proviamo a cercare un posto della Terra in cui sia notte in questo momento, perché quest'altro omينو ha già il pigiama e vuole andare a letto. Cerchiamo i luoghi della Terra in cui ora è notte e mettiamoci questo omينو addormentato.</i> Inizia Lorenzo a collocare l'omino nella parte del mappamondo in cui egli ritiene che sia notte, e, dopo di lui, gli altri compagni ripetono lo stesso esperimento. Un gruppetto di bambini è impegnato a capire quali siano i movimenti che causano il dì e la notte. Lorenzo e Cristiano avanzano la loro ipotesi: L,C- <i>Da una parte c'è la Luna, dall'altra il Sole, la Terra gira su se stessa, quando l'Italia è rivolta verso il Sole è giorno, quando è rivolta verso la Luna è notte.</i> La loro idea sembra convincere il resto della classe meno una bambina, Giulia, che sostiene invece che la Terra gira anche attorno al Sole oltre che su se stessa, ma siccome non viene creduta dal resto del gruppo, si offende e se ne va in un angolo imbronciata. Le si avvicina un'altra bambina, Federica, dicendole: F- <i>Io sono convinta che la Terra non gira intorno al Sole, ma forse sono vere tutte e due... così</i> (imitando con il corpo i movimenti della Terra). Al ritorno in classe, i bambini sono invitati a completare un disegno nel quale sono rappresentati la Terra ed il Sole, aggiungendo un omينو rosso nella parte della Terra in cui è giorno, ed un omينو verde nella parte in cui è notte. Viene quindi posta al gruppo la seguente domanda: R- <i>Proviamo ad immaginare che la Terra non si muove, ma che rimane sempre ferma... Cosa accadrebbe?</i> - <i>Secondo me se la Terra non girasse su se stesso il Sole non riuscirebbe ad illuminare e la Luna non riuscirebbe a fare buio e non ci sarebbe vita sulla</i>
--	---

	<i>Terra</i> - Secondo me, se la Terra fosse sempre ferma sarebbe sempre giorno e dall'altra parte sempre notte, poi se non girasse su se stessa cadrebbe perché è la forza di gravità che la sostiene - Non esisterebbero il caldo e il freddo, non esisterebbero il giorno e la notte, non esisterebbero le stagioni, non esisterebbero i giorni - Secondo me, se la Terra si ferma sarebbe o sempre giorno o sempre notte oppure potrebbe succedere che noi non staremmo in piedi
--	---

PERCORSO DIDATTICO 2 (metodo espositivo)	
ATTIVITÀ ED OBIETTIVI	DESCRIZIONE
LA TERRA NEL SISTEMA SOLARE Discriminar e i corpi celesti che compongono il Sistema Solare Apprendere il significato di alcuni termini astronomici: orbita, pianeta, satellite, asteroide Attribuire alla Terra la nozione di	Prima di iniziare a parlare del Sistema Solare, si pongono ai bambini alcune domande su cosa sia l'astronomia, di cosa si occupi tale scienza e cosa facciano gli astronomi: tali domande in questo caso sono finalizzate a catturare l'attenzione dei bambini verso i contenuti oggetto della lezione. Dopo che I bambini hanno copiato dalla lavagna la definizione del termine astronomia, viene loro indicata la sequenza delle attività che svolgeranno durante l'incontro e gli obiettivi dell'unità didattica: R- <i>Oggi parleremo del pianeta Terra, quello sul quale abitiamo noi, e del posto in cui questo pianeta si trova nello spazio. Questo posto si chiama sistema solare. Si chiama così perché al centro c'è il Sole, e intorno ci sono otto pianeti che gli girano intorno.</i> <i>Sapete che prima questi pianeti erano nove, ma gli scienziati nel 2006 hanno deciso che uno di questi, che si chiama Plutone, era troppo piccolo per essere un pianeta?</i>²⁹ Alcuni bambini si incuriosiscono riguardo a Plutone fraintendendo la notizia: credono infatti che gli scienziati lo abbiano eliminato facendolo esplodere. Chiarito l'equivoco si procede alla lettura del testo "La Terra nel Sistema Solare", a conclusione della quale i bambini sono invitati a ripetere verbalmente quanto letto per verificarne la comprensione. Successivamente viene consegnata ai bambini una scheda di consolidamento, raffigurante il Sistema Solare, che i bambini devono completare colorando ciascun elemento (Sole, Mercurio, Terra, ecc.) con il colore indicato. Dopo aver spiegato ai bambini che cosa sia un documentario, si procede alla visione

²⁹ A seguito della risoluzione approvata dall'I.A.U. (International Astronomical Union) nella seduta del 24 Agosto 2006 i corpi celesti che ruotano attorno al Sole sono stati così suddivisi:

- Pianeti (Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano e Nettuno);
- Pianeti nani (Ceres, Plutone ed Eris);
- Corpi minori (satelliti dei pianeti, asteroidi, meteoriti e comete).

pianeta	di alcune parti di un filmato intitolato "Viaggio intorno al Sole", al cui termine si è proceduto ad evidenziare le nozioni riguardanti la collocazione del Sole, il percorso dei pianeti intorno ad esso, e la posizione della Terra nel Sistema Solare. Viene poi avviato un secondo filmato, dal titolo "La Terra nello spazio". Durante una pausa nella visione, Alessandra chiede: <i>A- Ma come fanno ad andare nello spazio e a vedere che la Terra è rotonda?</i> La risposta a questo quesito arriva dall'insegnante di classe che spiega ai bambini la funzione dei satelliti artificiali che, posti ad una grande distanza dalla Terra, osservano e fotografano il nostro pianeta dallo spazio. Dopo aver commentato assieme le immagini del filmato, viene consegnata ai bambini una scheda di verifica finalizzata a rilevare se i bambini abbiano memorizzato i nomi dei pianeti mediante la richiesta di scrivere correttamente il nome del pianeta nello spazio vuoto sottostante l'immagine. Ai bambini viene consegnata un'altra scheda da compilare per l'incontro successivo, costituita da un elenco di affermazioni che devono essere classificate come vere o false.
----------------	---

SOLE IL SOLE, LA STELLA PIÙ VICINA A NOI Discriminar e le caratteristiche del Sole Attribuire al Sole la nozione di stella Conoscere la posizione del Sole nel sistema solare ed il suo moto di rotazione.	Dopo aver salutato gli alunni ed aver risposto ad eventuali domande circa il precedente incontro, si rendono espliciti gli obiettivi e le attività che saranno svolte nel corso dell'unità didattica: <i>R- Oggi parleremo del Sole. Per prima cosa scopriremo le sue caratteristiche: che forma ha, di che cosa è fatto, ... se si muove oppure no, come mai scalda e illumina, ...</i> <i>La prossima volta invece vedremo un filmato che ci mostrerà il Sole dallo spazio e compilerete delle schede che vi aiuteranno a memorizzare queste notizie.</i> <i>Si torna sulle informazioni apprese durante l'incontro precedente, ripassando assieme ai bambini le caratteristiche del Sole:</i> <i>R- Che cosa è il Sole?</i> <i>BB- Una stella!</i> <i>A- Tutte le stelle sono come tanti soli!!!</i> <i>B- Sd</i> <i>R- Perché noi vediamo il Sole più grande delle altre stelle?</i> <i>L- Perché è più grande!...</i> <i>G- No, ... non è più grande... è più vicino alla Terra!</i> <i>Si procede quindi a far copiare ai bambini un testo, dal titolo "Il Sole, la stella più vicina a noi", che sintetizza le nozioni presentate circa il Sole. Mano a mano che i bambini procedono nella trascrizione del brano, vengono loro poste altre domande, del tipo:</i> <i>R- Che forma ha il Sole?</i> <i>BB- È tondo!</i> <i>R- Lo sapete perché il Sole illumina?</i> <i>A- Perché è pieno di fuoco!</i> <i>R- È fatto di una miscela di gas che si chiama Plasma.</i> <i>R- Secondo voi il Sole gira o rimane fermo?</i> <i>BB- Rimane fermo!</i> <i>R- Si muove, ... gira su se stesso... Secondo voi come l'hanno scoperto?</i> <i>C- Attraverso il telescopio...</i> <i>D- Attraverso le macchie solari (mostrando un immagine del Sole e indicando le macchie). Perché hanno notato che queste macchie solari più scure si spostavano.</i> La seconda parte dell'attività didattica inizia come di consueto, con il ripasso dei contenuti appresi durante l'incontro precedente, mediante delle domande-stimolo (tipo quelle sopra descritte). Analogamente a quanto avvenuto prima della visione del filmato relativo al sistema solare, la visione di brani scelti del filmato sul Sole - dal titolo "Viaggio intorno al Sole" - viene preceduta da una breve introduzione sui contenuti in oggetto, tesa a
--	---

	focalizzare maggiormente l'attenzione dei bambini soprattutto sulle immagini. Alla visione segue una discussione collettiva su alcune notizie, che prende le mosse da domande del tipo: R- ... Il Sole è una stella, come tutte le stelle del cielo, ma noi la vediamo più grande delle altre perché è molto vicina al nostro pianeta. Anche le stelle hanno una vita ed il Sole, pensate, è esattamente a metà della sua vita... B- Ma il Sole non può morire! Mica è un uomo! R- Il Sole si spegnerà quando avrà esaurito tutta la sua energia. L- Ma, ... rinascerà un altro Sole, ... no? C- Forse vicino a Marte, andremo lì! Viene quindi ripresa la visione del filmato seguita da una sintesi esplicativa delle informazioni più importanti in esso contenute. R- ... Il filmato ci ha detto che è nato da una nube di polveri e gas che si è addensata talmente tanto da far accendere il Sole. Il Sole è formato da plasma, un insieme di gas illuminanti. È grazie a questi gas che il Sole riesce a scaldarci e ad illuminarci! Nella prossima ripresa vediamo, grazie alle riprese di strumenti potentissimi, com'è fatto il Sole da vicino, quanto è grande, cosa succede sulla sua superficie e se sta fermo oppure si muove. Viene quindi avviato nuovamente il filmato, interrotto ogni volta per introdurre e semplificare, dal punto di vista linguistico, le conoscenze che saranno via via trattate. Al termine della visione i bambini sono invitati a compilare una scheda di valutazione, nella quale compaiono i contenuti presentati nell'unità di apprendimento appena conclusa. La correzione della scheda avviene in classe, a voce alta, uno legge la propria risposta, l'insegnante eventualmente lo corregge e gli altri controllano a loro volta la risposta da essi fornita.
TERRA LA TERRA, IL PIANETA NEL QUALE VIVIAMO individuare la forma e la posizione della terra nel Sistema Solare	Dopo aver salutato gli alunni ed aver risposto ad eventuali domande circa il precedente incontro, si rendono espliciti gli obiettivi e le attività che saranno svolte nel corso della giornata. R- Oggi parleremo della Terra, il pianeta nel quale abitiamo noi. Vedremo, attraverso un nuovo filmato, le cose che hanno scoperto gli scienziati sulla Terra. I bambini sembrano colpiti dalle immagini degli astronauti, in particolar modo di quelle che li raffigurano mentre cercano di bere l'acqua, impresa non facile dal momento che essa galleggia all'interno della navicella spaziale. Sono poste allora ai bambini alcune domande-stimolo: R- Perché gli astronauti galleggiano? Avete visto?... galleggiava anche l'acqua... C- Per la forza di gravità! A- Perché sugli altri pianeti non c'è la forza di gravità...

apprendere il concetto di gravità	<i>Dopo aver spiegato ai bambini che non è corretto parlare di assenza di gravità, dal momento che anche sugli altri pianeti tale forza esiste in misura diversa rispetto a quella che conosciamo sulla Terra, si torna a porre domande ai bambini:</i> R- A cosa serve la gravità? A- A non farci cadere nello spazio! N- La Terra è come una calamita gigante, noi abbiamo delle piccole calamite sotto i piedi che ci fanno stare attaccati per terra! R- Quindi la forza di gravità è una specie di calamita che attrae l'uomo, ma solo l'uomo? BB- Noooooo!!!!... A- Anche il tavolo, le sedie, la lavagna... R- Avete visto nel filmato che la forza di gravità tiene insieme il Sistema Solare costringendo i pianeti ad orbitare intorno al Sole...? (...) E- Perché sulla Luna pesiamo di meno? R- Perché la Luna ha una massa molto più piccola della Terra, e quindi ha anche meno gravità! Perché è la forza di gravità che, attraendo il nostro corpo, ci fa pesare. G- Quindi se vado in un altro pianeta come Mercurio... quanto peso?... Pochissimo!... perché Mercurio è piccolo! <i>A conclusione del dibattito sulla gravità, si distribuisce ai bambini una scheda contenente un testo scritto sulla forma, la gravità ed i moti della Terra. Essi leggono a turno il brano in essa contenuto a voce alta e rispondono ad alcune domande finalizzate alla verifica della comprensione di quanto letto.</i> <i>Dopo aver fissato le idee ai bambini viene consegnata una scheda di valutazione che consiste nel collegare le affermazioni corrispondenti circa la Terra e la gravità, mentre una seconda scheda, che implica il riconoscimento di frasi corrette, viene assegnata come compito a casa.</i>
CICLO DI- NOTTE EPPUR SI MUOVE... memorizzar e il concetto di rotazione terrestre riconoscere che lo spostamento del Sole nel	<i>Dopo aver corretto la scheda assegnata per casa ed essersi accertati che ogni bambino non avesse dubbi o domande circa l'incontro precedente, si comunicano ai bambini gli obiettivi e le attività che saranno svolte nel corso dell'unità di apprendimento:</i> R- Oggi parleremo proprio di come il pianeta Terra si muove nello spazio. Sì, perché la Terra si muove velocissima nello spazio anche se noi non ce ne accorgiamo e ci sembra che sta ferma. Leggeremo alcune notizie scientifiche sul movimento della Terra e sul moto apparente del Sole nel cielo. Poi andremo in cortile a fare un gioco! <i>Si inizia a leggere ai bambini un brano riguardante il moto di rotazione terrestre, dal titolo "Un pianeta in continuo movimento", interrompendo la lettura per chiarirne meglio alcuni passaggi utilizzando il mappamondo:</i> R- La Terra è molto veloce a girare: ci mette solo un giorno a fare un giro completo ... Ma la Terra gira solo su se stessa? L- ...così, maè? (inizia a girare velocemente su se stesso)

cielo è solo apparente collegare il moto di rotazione terrestre al ciclo dì-notte	A- <i>No, anche intorno al Sole... quindi deve girare così (inizia a girare su se stesso camminando)</i> R- <i>Mentre la Terra gira di giorno, noi vediamo il Sole nel cielo che sorge, si sposta e tramonta, perché la parte di Terra dove siamo noi è ancora rivolta verso il Sole, poi ad un certo punto non riusciamo più a vederlo, perché la Terra si è girata e, da dove siamo noi, il Sole non si vede più. Però la mattina dopo lo rivediamo di nuovo, perché la Terra gira sempre, e così via.</i> G- <i>Ma quando siamo andati fuori abbiamo visto che il Sole sale e poi scende formando un arco... fino a finire dietro alle montagne!</i> M- <i>Non è il Sole che va via... è la Terra che si muove.</i> Alcuni bambini si mostrano dubbiosi, altri non riescono a capire: pertanto si rende necessario effettuare una simulazione che chiami in causa una bambina per interpretare la Terra e l'insegnante per il Sole. si fa notare alla bambina che, ruotando su se stessa, quando è di spalle e non vede il Sole, in quella posizione è notte per alcune persone sulla Terra; al contrario, quando è di fronte al Sole e lo vede, allora è giorno. Dopo aver fatto leggere ai bambini il brano a voce alta, vengono fornite spiegazioni circa i termini difficili come "moto apparente", "asse della Terra", ecc.. i bambini riflettono sulla lettura: G- <i>Quindi... a noi ci sembra che il Sole si muove mentre siamo noi che ci muoviamo, però è vero che noi vediamo il Sole che disegna un arco nel cielo.</i> M- <i>Sì, ma è solo un movimento apparente, ha detto la maestra, siamo noi che giriamo!</i> S- <i>Quando da noi è giorno dall'altra parte della Terra è notte.</i> C- <i>Quindi dall'altra parte del mondo adesso è notte.</i> Per promuovere il consolidamento delle conoscenze viene fornita ai bambini una scheda costituita da un crucipuzzle nel quale i bambini sono invitati a riconoscere una serie di parole dedicate alla Terra. Successivamente i bambini vengono condotti all'esterno della scuola per eseguire un gioco motorio a quiz, finalizzato al riepilogo ed al ripasso dei contenuti ed alla valutazione degli apprendimenti.
TERRA COSTRUIAMO LA NOSTRA TERRA costruire un modello tridimensionale di terra	L'incontro ha previsto la costruzione di un modello tridimensionale di Terra, che i bambini hanno utilizzato nell'incontro successivo, per effettuare la simulazione del ciclo dì-notte. Si è reso necessario lo spostamento dei banchi in modo da permettere loro di lavorare agevolmente in coppia, e questo spostamento ha generato curiosità nei bambini al loro rientro dalla ricreazione in giardino. dopo aver invitato i bambini a prendere posto, vengono illustrate loro le attività che si svolgeranno durante quell'incontro: - <i>Oggi costruiremo un modello del pianeta Terra, cioè costruiremo una Terra proprio uguale a quella dove siamo noi ora, ma molto più piccola, così possiamo vederla tutta intera. per fare questa attività dobbiamo lavorare a coppie, quindi ogni bambino lavorerà con il suo compagno di banco. Vi daremo una sferetta di polistirolo blu, che rappresenta la Terra, un bastoncino di legno, della carta stampata ed una basetta di legno.</i>

individuare la nostra posizione sul globo	Dopo aver distribuito le sferette e i bastoncini di legno, vengono mostrati ai bambini i vari passaggi necessari alla costruzione del modello di Terra: R- <i>Adesso io e Alessandra/Sara vi facciamo vedere quello che bisogna fare e poi lo farete voi assieme al vostro compagno: (mentre compiono l'azione) uno di voi due prende in mano la sfera, mentre l'altro prende in mano il bastoncino. Il bambino che ha la sfera la poggia sul banco, sempre tenendola ferma, mentre l'altro infila delicatamente il bastoncino in uno dei due buchi della sfera. Poi alzate la sfera dal banco e fate uscire un pezzettino di bastone anche dall'altra parte della sfera.</i> Vengono ora distribuiti dei fogli di carta con dei disegni che rappresentano i cinque continenti della Terra³⁰; su ogni continente c'è scritto il nome. I bambini devono ritagliare e colorare i continenti come il modello che è stato posizionato in modo ben visibile, sulla cattedra. Quando tutti i continenti sono stati attaccati sulla sfera, viene chiesto ai bambini di indicare con il dito quello nel quale ci troviamo noi, cioè l'Europa, e di cercare al suo interno l'Italia. La collocazione dell'Italia sul globo viene quindi segnata dai bambini con una X. Il modello viene poi sistemato su una basetta di legno nella quale trova alloggiamento l'asse della sfera, mantenendosi in tal modo inclinato rispetto al piano dell'Eclittica. Al termine del lavoro è stato effettuato un riepilogo dell'attività appena conclusa, sfociato in un testo collettivo scritto alla lavagna, accompagnato da un disegno, che è stato trascritto dai bambini nel loro quaderno.
CICLO DI-NOTTE ESPERIMENTO DEL DI E DELLA NOTTE riprodurre il ciclo di-notte utilizzando il modello di Terra costruito Individuare la posizione dell'Italia sul	Come di consueto, dopo aver salutato i bambini ed aver risposto ad eventuali domande circa l'incontro precedente, vengono esposti ai bambini obiettivi ed attività del lavoro di quel giorno: R- <i>Oggi faremo un esperimento utilizzando, al posto della Terra, il modellino di Terra che abbiamo costruito, e al posto del Sole una lampadina accesa. Sapete perché usiamo la lampadina invece di costruire un modellino di Sole?</i> BB- <i>Nei filmati che abbiamo visto che il Sole, rispetto alla Terra, è gigantesco.</i> N- <i>Sì! Infatti, se noi volessimo costruire il modellino del Sole, dovremmo costruire una palla alta 6 metri, alta quasi il doppio del soffitto della nostra classe, quindi non sarebbe possibile!</i> Viene fornito ad ogni coppia un bastoncino ed un foglietto prestampato da ritagliare e colorare con i colori della bandiera italiana, che servirà a costruire una piccola bandiera da sistemare sulla sfera per indicare il luogo in cui viviamo. Sulla cattedra viene sistemata una fonte luminosa, la stanza viene oscurata e due bambini sono chiamati a fare la simulazione del ciclo di-notte, mentre gli altri rimangono

³⁰ Vedi Didattica- allegato ---

globo Individuare le zone illuminate (di) e quelle non illuminate (notte) sul modello di Terra	seduti ad osservare. <i>Si interviene per dirigere l'attenzione dei bambini verso gli aspetti rilevanti della simulazione:</i> <i>R- Osservate bene. Il Sole illumina solo la parte della Terra che è rivolta al Sole, mentre l'altra parte rimane al buio. Abbiamo visto nei filmati che la Terra ci mette un giorno a fare un giro su se stessa, fino a che il Sole torni cioè ad illuminare la stessa parte. Se mettiamo una bandierina sopra l'Italia, girando la Terra, possiamo vedere che quando la bandierina è illuminata da noi è il di e quando non è illuminata da noi è notte.</i> <i>Ad ogni coppia poi si chiede di posizionare la Terra in modo che sia di o notte in qualche luogo:</i> <i>R- Adesso in America è notte.</i> <i>Quando tutti i bambini hanno effettuato l'esperimento, si pone loro il seguente problema:</i> <i>R- Osservate bene. Se la Terra non ruotava su se stessa...</i> <i>N- Da una parte c'era sempre la notte e dall'altra parte c'era sempre il giorno.</i> <i>R- Però la Terra ruota su se stessa, e così abbiamo il di quando siamo nella parte rivolta verso il Sole, e la notte quando siamo dalla parte opposta.</i> <i>A conclusione della simulazione viene consegnato a ciascun bambino un foglio contenente un testo da leggere ed attaccare sul quaderno.</i> <i>per casa vengono assegnati due disegni: nel primo i bambini devono rappresentare l'esperimento appena concluso, nel secondo un particolare dell'esperimento che mostra la Terra illuminata solo per metà.</i>
--	--

