



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione
Facoltà di Psicologia

SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE PSICOLOGICHE
INDIRIZZO DI PSICOLOGIA DELLO SVILUPPO
E DEI PROCESSI DI SOCIALIZZAZIONE
XX CICLO

LE CONCEZIONI SULL'ORIGINE DELLE SPECIE IN BAMBINI DELLA SCUOLA PRIMARIA

Direttore della Scuola: Ch.mo Prof. Luciano Stegagno

Supervisore: Ch.ma Prof. Anna Emilia Berti

Dottoranda: Laura Toneatti

31 gennaio 2008

INDICE

Capitolo 1

Introduzione	5
1.1. Teorie dell'evoluzione	6
1.2. Misconcezioni dell'evoluzione	7
1.3. Le concezioni creazionistiche	15
1.4. Perché la teoria darwiniana è così difficile (da capire e da accettare) ?	18
1.5. Perché si formano e persistono le misconcezioni lamarckiane?	22
1.6. Lo sviluppo delle concezioni sull'origine delle specie	26
1.7. Conclusioni e piano delle mie ricerche.	33

Capitolo 2.

Studio 1. L'origine delle specie nei libri di testo per la terza elementare anteriori e posteriori alla "riforma Moratti".	35
2.1. Metodo	37
2.2. Risultati	37
2.3. Discussione	45

Capitolo 3.

Studio 2. Le concezioni sull'origine delle specie nei bambini in bambini di II e III elementare.	47
3.1. Metodo	48
Partecipanti	48
Procedura	48
Codifica delle risposte	49
Informazioni sull'insegnamento svolto	50
3.2. Risultati	53
L'origine degli animali	53
Quando sono comparsi i vari tipi di animali?	54
Pattern complessivi di risposta	56
L'origine dell'uomo	63
3.3. Discussione	66

Capitolo 4.

Studio 3. Le concezioni sull'origine delle specie nei bambini di terza elementare prima e dopo l'insegnamento	69
4.1. Metodo	70
Partecipanti	70
Procedura	70
Informazioni sull'insegnamento impartito ai bambini	70
Intervista	75
Codifica delle risposte	76
4.2. Risultati	77
L'origine degli animali	77
Quando sono comparsi i vari tipi di animali?	81
Pattern di risposta	84
Confronto tra bambini di città diverse	89
L'eredità dei tratti acquisiti	89
Consapevolezza del cambiamento	90
4.3. Discussione	90

Capitolo 5

5.1 L'insegnamento sull'evoluzione	93
5.1.1 Principi per un'istruzione efficace	93
5.1.2 Proposte per l'insegnamento della teoria evoluzione e della biologia evolucionistica .	95
5.1.3. I contenuti dei curricula	99
5.1.3.1 Curricolo per la classe II	99
5.1.3.2. Il curricolo di III	105
5.2. Studio 4. Lo studio-intervento in II elementare.	106
5.2.1. Metodo	
Partecipanti	106
Procedura	107
Strumenti	107
Insegnamento	108

Osservazioni	108
Codifica delle risposte	109
5.2.2 Risultati	109
Rappresentazioni degli organi interni	110
I raggruppamenti degli animali	111
Microevoluzione	113
5.2.2.1. Confronto pre- post-test	116
Indice di progresso complessivo	116
Classificazione degli animali	117
Rappresentazioni degli organi interni	121
Microevoluzione	122
5.2.3 Discussione	123
6. Conclusioni	125
Bibliografia	131
APPENDICE	
A: elenco sussidiari esaminati per lo studio 1.	137
B: traccia dell'intervista semistrutturata – studio 2.	141
C: figure presentate ai bambini durante l'intervista- studio 2.	142
D: traccia dell'intervista semistrutturata- studio 3.	143
E: disegni presentati ai bambini durante l'intervista – studio 3.	144
F: esempio di questionario per l'insegnante – studio 3	145
G: traccia dell'intervista semistrutturata- studio 4.	147
H: esempio di traccia di unità didattica – studio 4.	150
I: esempio scheda sulla tassonomia – studio 4	152
L: scheda <i>Biston Betularia</i>	154
M: esercitazione “I mammiferi”	156
N: esempio “Le mutazioni”	156
O: scheda per gli insegnanti su “adattamento”	158

Capitolo 1

Introduzione

Negli ultimi decenni sono state condotte miriadi di ricerche sulle concezioni che gli studenti hanno di vari fenomeni naturali e sociali, e sui modi in cui esse divergono dalle spiegazioni scientifiche, trasmesse dalla scuola. Queste ricerche sono basate sull'assunto che gli studenti si accostino all'istruzione con delle idee e delle spiegazioni dei fenomeni più o meno consolidate, diverse per le diverse discipline, e che queste idee possano influire in vari modi sull'apprendimento scolastico (Confrey 1990; Mason 2006). Gli autori di queste ricerche usano vari termini per designare le concezioni degli studenti. *Concezione* è quello più neutro, ed è per questo che lo ho deciso di usarlo nel presente lavoro. Espressioni contenenti il termine *teoria*, come *teorie ingenuae* (usate da Carey, 1985) *teorie intuitive*, *teorie popolari (lay theories)* implicano che queste concezioni condividano alcune caratteristiche delle teorie scientifiche, siano cioè formate da reti di proposizioni interconnesse, e usino concetti che si riferiscono a processi o entità non osservabili (Welman e Gelman, 1998). Il termine *misconcezione* viene usato per indicare concezioni non solo erronee in quanto in contrasto con quelle scientifiche, ma anche pervasive e resistenti al cambiamento, concezioni che rappresentano perciò una sfida particolarmente ardua per gli insegnanti, per chi progetta e costruisce progetti didattici. (Ferrari & Chi, 1998). Esse rappresentano poi una sfida anche per lo studioso che vuole capire dove risiedano le cause della persistenza di queste concezioni, cosa renda tanto difficile l'abbandonarle, trasformarle, o sostituirle con altre.

Anche le concezioni sull'origine delle specie di persone che non siano biologi di professione possono essere considerate delle misconcezioni: esse divergono dalla teoria scientificamente accreditata (la "sintesi moderna" di darwinismo e genetica), sono state trovate in studenti di diverse nazionalità, e vengono solo in parte modificate dall'istruzione.

Teorie dell'evoluzione

Prima di parlare di misconcezioni dell'evoluzione è necessario chiarire cosa vuol dire *evoluzione*. Con questa parola si possono intendere più cose diverse. Negli scritti dello stesso Darwin, secondo Ernst Mayr (2004), storico della biologia e fra i padri fondatori della moderna teoria dell'evoluzione, sono rinvenibili ben cinque teorie distinte e indipendenti. Darwin stesso non ha riconosciuto tale indipendenza, e ha sempre parlato della “sua teoria” come si trattasse di una formulazione unica. Anche gli autori che si sono richiamati al darwinismo in epoche diverse hanno parlato di “teoria di Darwin”, pensando in realtà a diverse combinazioni di alcune delle cinque teorie. Quelle più rilevanti per comprendere la letteratura sulle misconcezioni sono le tre sotto riportate e in particolare la terza.

1. *L'evoluzione in sé*. Questa teoria, che Mayr chiama anche “*non costanza delle specie*”, consiste nella pura e semplice affermazione che il mondo non è né costante (come sostenuto nella Bibbia) né soggetto a un'eterna ciclicità, come credevano alcuni filosofi greci. E' invece il prodotto di un cambiamento incessante e in parte direzionale.

2. *Discendenza comune*. Questa teoria sostiene che tutta l'enorme varietà degli esseri viventi deriva da un unico lontanissimo antenato.

3. *Selezione naturale*. E' questa la teoria introdotta da Darwin per spiegare le due precedenti. Essa si basa su una serie di principi, che riassumiamo seguendo la schematizzazione fattane da Ferrari e Chi (1998). Questa schematizzazione tiene conto non solo delle formulazioni di Darwin, ma anche di quelle successive alle scoperte della genetica, che hanno consentito di identificare nelle mutazioni genetiche e cromosomiche le cause, sconosciute al tempo di Darwin, delle differenze individuali. La sintesi fra le tre teorie di Darwin sopra esposte e la genetica costituisce la “sintesi moderna”, cui si richiamano i biologi evoluzionisti contemporanei.

- a. Variabilità casuale all'interno di una singola specie (variabilità individuale).
Gli individui di una particolare specie all'interno di una generazione differiscono tra loro per caratteristiche fisiche, mentali e comportamentali.
- b. Ereditarietà di certi tratti (determinazione genetica). Alcune caratteristiche sono geneticamente determinate (colore degli occhi), altre sono acquisite; solo le caratteristiche determinate geneticamente sono rilevanti per l'evoluzione.

- c. Differente tasso di sopravvivenza in un dato ambiente. Diverse caratteristiche della specie favoriranno o meno la sopravvivenza in un dato ambiente.
- d. Differenze nel successo riproduttivo (vantaggio riproduttivo). A causa delle loro particolari caratteristiche ereditarie, alcuni individui, all'interno di una popolazione, producono una maggiore discendenza rispetto ad altri.
- e. Accumulo dei cambiamenti attraverso molte generazioni. All'interno di una generazione avviene solo un piccolo cambiamento; ma poiché il processo è ripetuto attraverso molte generazioni, i cambiamenti accumulati possono portare a differenze sostanziali tra sub-popolazioni isolate o portare anche all'emergere di nuove specie.

La teoria della selezione naturale è stata la prima spiegazione plausibile dell'“evoluzione in sé”, tanto da suscitare vasti consensi (oltre che dissensi) verso la teoria darwiniana, a differenza di quanto era avvenuto con Lamarck, il primo a formulare, all'inizio dell'800, una teoria completa e sistematica dell'evoluzione. La teoria di Lamarck è basata su due principi: c'è una tendenza intrinseca negli organismi a diventare sempre più complessi nel corso delle generazioni; le modificazioni indotte negli organi dallo uso e disuso, a sua volta dettato da una sorta di bisogno o impulso interno all'organismo di agire in conformità alle richieste dell'ambiente, vengono ereditate dai figli e si accumulano nel corso delle generazioni.

Misconcezioni dell'evoluzione

Fin dalle sue prime formulazioni, la teoria dell'evoluzione è diventata un tema controverso anche nel campo dell'istruzione. Negli Stati Uniti, solo a partire dagli anni '60 del '900 essa è diventata un tema centrale nei libri di testo rivolti alla High school (Grose e Simpson 1982), per diventare, nel decennio successivo, oggetto di controversie tuttora in corso. I sostenitori del creazionismo negano lo statuto scientifico della teoria darwiniana, e chiedono perciò che nei programmi di scienze uguale spazio venga offerto ai punti di vista (creazionismo e disegno intelligente) che si propongono come ad essa alternativi (Grose e Simpson 1982).

Non stupisce perciò che una scala sull'evoluzione fosse compresa tra le scale per la misurazione degli atteggiamenti formulate da Thurstone già negli anni '30 (Thurstone & Chave, 1930), con items di cui i seguenti sono un'esemplificazione: “Comincio a

pensare che la teoria dell'evoluzione sia giusta. Solo gli ignoranti e i superstiziosi si oppongono alla teoria dell'evoluzione. L'idea di evoluzione non è più convincente della spiegazione della creazione offerta dalla Bibbia". Il primo studio pubblicato sugli atteggiamenti di studenti di college nei confronti dell'evoluzione risale al 1934 (Dudycha, 1934 in Grose & Simpson, 1982; in esso viene utilizzata una scala costruita dall'autore stesso). Può essere interessante notare che l'adesione al creazionismo da esso rilevata era inferiore a quella successivamente e ripetutamente attestata da ampi sondaggi effettuati sulla popolazione americana (per una rassegna di questi ultimi, si vedano Evans 2000a; Miller, Scott & Okamoto, 2006). La maggior parte degli studenti, infatti, non prese una posizione netta, pur manifestando un'inclinazione a credere all'evoluzione.

E' solo a partire dagli anni '70 del '900 che, in sintonia con l'interesse per le concezioni degli studenti sviluppatosi in quel periodo, che cominciano a venire esaminate le spiegazioni che gli studenti danno dell'evoluzione delle specie e la comprensione che essi hanno di varie altre nozioni connesse a quella di evoluzione (es: Jungwirth 1975, in Green 1990). Uno dei primi studi (e tra essi il più facilmente reperibile e il più citato) è quello condotto da Margaret Brumby (1984) su 155 studenti australiani del primo anno di medicina (circa 18 anni). Ciò che rende peculiare e di particolare interesse questo studio è la scelta deliberata di un campione non rappresentativo della popolazione studentesca di pari livello di età (circa 18 anni). Come dichiara l'autrice, accedere alla facoltà di medicina era particolarmente difficile, e perciò la preparazione nelle materie scientifiche degli studenti che vi erano riusciti era più elevata di quella dei loro coetanei, anche di pari livello di istruzione. Il metodo della ricerca consisteva nel sottoporre agli studenti una serie di problemi a cui essi dovevano dare una risposta scritta. Questi problemi sono stati ripresi pari pari in diverse ricerche successive, o hanno fornito lo spunto per formularne di analoghi, e vengono perciò riportati qui integralmente:

Antibiotici

Gli scienziati hanno avvisato i medici dei rischi che derivano dall'uso sempre più frequente di antibiotici (ad esempio, penicillina) per curare anche infezioni di lieve entità.

Qual è la principale ragione della loro preoccupazione?

Insetticidi

Quando hanno cominciato ad essere venduti, gli insetticidi spray erano molto efficaci contro le zanzare e le mosche. Adesso, a più di 20 anni di distanza, molti meno insetti muoiono quando vengono spruzzati con l'insetticida.

Prova a spiegare come mai le cose sono cambiate.

Ad integrazione dei dati ottenuti con le risposte scritte, fu intervistata una piccola parte del campione (32 volontari). A questi studenti veniva sottoposto il questionario da loro precedentemente compilato, con la richiesta di indicarne i concetti scientifici a cui rinviavano le due domande. Inoltre veniva loro presentato un nuovo scenario (popolazioni umane che vivono in posti del mondo diversi hanno la pelle di diverso colore, anche se tutti discendono dai primi Homo Sapiens evolutisi in Africa) e una serie di altre domande (come mai razze umane diverse hanno pelli diverse? Di che colore sarà la pelle dei figli di una coppia di neri trasferitasi in Scozia, o quella di una coppia bianca che rimane vivere in Africa?).

L'analisi delle risposte mise in luce che anche in un campione così particolare, con un livello elevato di conoscenze scientifiche, le risposte errate erano nel complesso numerose, sebbene la loro frequenza dipendesse dal quesito (33% in quello sull'insetticida, 86% in quello sugli antibiotici). Gli errori consistevano nell'affermare che i batteri o il corpo umano sarebbero diventati immuni agli antibiotici, o che le zanzare si sarebbero adattate all'insetticida, senza mai fare cenno alla selezione naturale. Nei quesiti sul colore della pelle, solo 1/3 degli studenti nominò la selezione naturale, mentre gli altri attribuirono una colorazione più o meno scura alla sua necessità, o agli effetti di radiazioni solari più o meno intense, una spiegazione quest'ultima che corrisponde al concetto di acquisizione o perdita di un tratto attraverso l'uso o disuso.

Brumby concluse che l'idea di evoluzione presente nella maggior parte degli studenti esaminati non corrispondeva a quella della teoria darwiniana, ma piuttosto a quella di Lamarck: i cambiamenti evolutivisti venivano considerati un risultato del bisogno, e non di variazioni casuali seguite da selezione naturale. “Gli studenti sembrano estrapolare dai cambiamenti (che essi chiamano “adattamenti”) che avvengono durante la vita di un individuo per spiegare quelli che avvengono in una popolazione nell'arco di molte generazioni. Nel loro ragionamento, gli insetti diventano più immuni, anziché più insetti diventare immuni” (Brumby, 1984, p. 499).

Un altro dei primi studi sulle concezioni dell'evoluzione che merita una trattazione dettagliata è quello condotto da Beth Bishop e Charles Anderson (1990) negli Stati Uniti. Assieme a quello di Brumby, esso ha segnato il tracciato seguito nelle ricerche successive, che hanno usato metodi simili e confermato, in Paesi e popolazioni studentesche diverse, i risultati. Bishop e Anderson, secondo la loro esplicita affermazione, si sono proposti di esaminare, diversamente da Brumby, un campione rappresentativo di una popolazione studentesca meno "sostanziosa", cioè composta di studenti universitari iscritti in corsi di Laurea in cui la biologia non aveva un ruolo centrale, ma che seguivano ugualmente uno o più corsi di questa materia. Gli studenti furono testati mediante un questionario che, diversamente da quello di Brumby, conteneva un certo numero di domande, alcune aperte altre chiuse sia all'inizio e che alla fine del corso, che includeva anche delle lezioni sull'evoluzione e la selezione naturale.

I risultati di questo studio hanno confermato quelli dello studio di Brumby; il maggior numero di domande ha inoltre consentito di disegnare una immagine più articolata delle concezioni ingenua dell'evoluzione, distinguendo quelle corrispondenti a tre temi (issues) distinti che si intrecciano nella teoria della selezione naturale. Questo a sua volta ha reso possibile formulare delle ipotesi sulla fonte delle difficoltà degli studenti.

1. *Origine e sopravvivenza di un tratto in una popolazione*; i biologi distinguono tra origine e sopravvivenza di un tratto, e spiegano ciascuna di esse con un processo distinto: l'origine con mutazioni casuali che avvengono alla formazione dei gameti; la sopravvivenza con i vantaggi offerti dal possesso del tratto nel risolvere problemi vitali (mangiare e non essere mangiato; resistere alle malattie, trovare un partner sessuale) e quindi di passare al vaglio della selezione da parte dell'ambiente. La concezione ingenua consiste nel non distinguere i due aspetti, attribuendo sia la comparsa di un tratto sia la sua sopravvivenza ad un unico processo, che provoca col tempo una graduale trasformazione del tratto.

Come nello studio di Brumby, alcuni studenti identificarono questo meccanismo di cambiamento nel bisogno, altri nell'uso e disuso, e altri ancora nell'"adattamento". I primi due tipi di "meccanismi" (termine usato tra virgolette perché riporta le parole degli autori, anche se sembra eccessivo, dato che gli intervistati non dicono nulla sul modo in

cui essi opererebbero) coincidono con quelli descritti da Brumby. Il terzo così viene descritto da Bishop e Anderson:

“Molti studenti usano la parola adattarsi (*adapt*) nel suo contesto quotidiano (cambiamenti negli individui in risposta all’ambiente) per spiegare il cambiamento evoluzionistico. Ad esempio: “I biologi direbbero che la pelliccia dell’orso ha cambiato colore fino a diventare bianca attraverso un lento processo di adattamento prodotto da fattori ambientali” (Bishop e Anderson 1990, p. 422).

2. *Il ruolo della variazione all’interno di una popolazione*; la variazione (differenze individuali) è una condizione essenziale per l’evoluzione, gli studenti invece non pensano che sia importante, e immaginano che l’evoluzione operi trasformando gradualmente tutti i membri di una popolazione. Questa concezione rinvia al terzo tema: 3. *L’evoluzione intesa come cambiamento nella proporzione di individui con un tratto discreto*. Mentre l’evoluzione, nel breve periodo, consiste nell’aumento, nel corso delle generazioni, della proporzione di individui in cui è presente un tratto vantaggioso, molti studenti pensavano che a cambiare nel tempo fosse l’intensità con cui un tratto è presente in tutti gli individui.

All’origine delle concezioni ingenuie, c’è, secondo Bishop e Anderson, almeno in parte la loro minore complessità: gli studenti danno risposte basate su un singolo processo perché

“non comprendono l’alternativa, più complessa, basata su due processi. Un’altra ragione, forse, per l’attrattiva che questa idea esercita sugli studenti, è la loro incapacità di distinguere le spiegazioni causali da quelle funzionali. Per molti studenti, una spiegazione della funzione che un certo tratto ha per un individuo è di per sé sufficiente a spiegare in che modo il tratto si è evoluto.” (ibidem, p. 422)

Bishop e Anderson aggiungono che le “concezioni ingenuie” degli studenti sono rafforzate dal significato che termini *fitness* e *adaptation* hanno nel “linguaggio quotidiano”. Per quanto riguarda il secondo (le considerazioni su fitness sono simili, ma vengono qui tralasciate perché non trasponibili alla lingua italiana):

“Adattarsi” vuol dire come cambiare in risposta a condizioni ambientali. Quando è usata nel suo contesto di vita quotidiana, la parola si riferisce a degli *individui* che modificano, con i propri sforzi, la forma, la funzione, o il comportamento, come il cane che “si adatta” alla sua nuova casa. I biologi che usano le parole “adattarsi” e “adattamento” nel contesto dell’evoluzione si riferiscono invece ad un fenomeno popolazionale, in cui la popolazione nel suo

complesso cambia nel corso delle generazioni attraverso l'azione della selezione naturale. Il processo evolutivistico è guidato dalla riproduzione e la morte degli individui, non da cambiamenti che si verificano nel corso delle loro vite. Tuttavia gli studenti che sentono la parola "adattarsi" nel contesto dell'evoluzione, possono interpretarne il significato nei termini del suo uso quotidiano. Questo tende a rinforzare la concezione degli studenti [...] di un'influenza diretta dall'ambiente sulla comparsa e lo sviluppo dei tratti" (p. 423). (virgolette e corsivi nel testo)

Queste concezioni sono risultate, nel campione di studenti "non sofisticati" esaminato da Bishop e Anderson molto diffuse: per ciascuno dei tre "temi", esse sono state espresse all'inizio del corso di biologia da circa il 70% degli studenti (anche se gli autori avevano usato un criterio piuttosto lasco nel valutare le concezioni complessivamente espresse dagli studenti su un certo tema come "scientifiche" piuttosto che "ingenua").

Altre ricerche, condotte da allora con studenti di Paesi ed età diverse, hanno dimostrato la diffusione di concezioni ingenua simili a quelle descritte da Brumby e da Bishop e Anderson, e hanno consentito di caratterizzarle meglio (Ferrari e Chi, 1998; Green, 1990; Jiménez Aleixandre, 1996; Settlage, 1994; Shtulman, 2006). Ad esempio, Dianne Anderson, Kathleen Fisher e Gregory Norman (2002) hanno recentemente costruito un Inventario concettuale della selezione naturale (Conceptual inventory of Natural Selection) da proporre agli insegnanti di biologia di scuola media superiore e università come strumento standardizzato per valutare le concezioni degli studenti universitari prima e dopo aver seguito un corso di biologia. Nelle varie fasi di costruzione e verifica dello strumento sono stati coinvolti circa 400 studenti universitari. La versione finale, testata su 200 studenti, ha messo in evidenza che circa la metà di loro credeva nell'eredità dei tratti acquisiti, era convinta che solitamente le risorse a disposizione di una popolazione fossero sufficienti ad assicurarne la sopravvivenza, pensava che le differenze individuali tra membri di una popolazione avessero effetti trascurabili, che le mutazioni insorgessero in risposta ai bisogni di un organismo o di cambiamenti intervenuti nel suo ambiente, e che i cambiamenti nel tempo in una popolazione consistessero in una graduale trasformazione di tutti i suoi membri.

In una indagine condotta in Italia con l'Inventario concettuale della selezione naturale, gli studenti degli ultimi due anni del liceo e del primo anno della facoltà di Psicologia hanno dato risposte simili a quelle degli studenti americani. In più, un item

sulle cause delle mutazioni genetiche ha messo in evidenza che quasi tutti gli studenti avevano delle concezioni errate, annoverando tra le cause delle mutazioni l'uso o il disuso di una parte del corpo, la necessità di adattarsi all'ambiente, o negando che tra esse rientrassero eventi casuali (Berti 2006).

Dato che tutte le ricerche sopra citate sono state condotte con studenti di scuola media superiore (high school) o università che nella loro carriera scolastica avevano già seguito uno o più corsi di biologia, oltre alla diffusione di concezioni errate sull'evoluzione esse attestano anche la loro relativa impermeabilità all'istruzione. Questa impermeabilità risalta in modo ancora più netto negli studi che si sono proposti esplicitamente di valutare gli effetti dell'insegnamento. Nella ricerca di Bishop e Anderson (1990) descritta in precedenza è stata esaminata la correlazione tra le conoscenze scientifiche possedute dagli studenti e il numero di corsi di biologia da seguiti in precedenza. L'assenza di correlazione messa in luce da tale analisi è una prova del fallimento dell'insegnamento scolastico tradizionale o del fatto, attestato almeno per gli stati uniti da Lerner (2000) che l'evoluzione non viene adeguatamente insegnata.

Se e quando (a che livello scolare) l'evoluzione viene insegnata dipende dai programmi scolastici (o dagli "standard) proposti in un Paese dalla preparazione degli insegnanti e dal materiale didattico a loro disposizione. Del materiale didattico parlerò nel prossimo capitolo. Per quanto riguarda gli insegnanti di biologia, alcune ricerche mettono in luce che diversi di loro, oltre a non essere consapevoli delle difficoltà che gli studenti incontrano nello studiare la teoria darwiniana, condividono, a loro volta, almeno in una certa misura, le stesse misconcezioni dei loro studenti. Rosana Tidon e Richard Lewontin (2004) hanno condotto un'indagine su un gruppo di insegnanti di biologia nella scuola secondaria di Brasilia. Pochissimi di essi hanno segnato la differenza tra la teoria di Darwin e quella di Lamarck tra i temi (elencati in una lista) che risultavano difficili ai loro allievi. Inoltre una notevole percentuale di essi (indicata tra parentesi) ha risposto affermativamente ai seguenti quesiti: L'evoluzione biologica produce sempre dei miglioramenti? (34%). L'evoluzione ha una direzione? (48%). L'evoluzione biologica ha luogo negli individui? (41%).

Maria Pilar Jiménez Aleixandre (1994), nel corso di una ricerca su docenti di biologia in cui si proponeva di indagare la loro consapevolezza delle difficoltà degli studenti si rese conto che alcuni di essi ne condividevano le misconcezioni. Uno dei

compiti che gli insegnanti dovevano svolgere consisteva nel valutare con un voto da 1 a 10 e un commento due risposte ad un quesito sul perché gli insetticidi non sono più tanto efficaci nell'uccidere i pidocchi che periodicamente infestano alcune scuole. Una risposta era darwiniana, ed espressa succintamente, l'altra era lamarckiana, ma conteneva alcuni termini tipici della biologia. Nel complesso le due risposte ottennero lo stesso punteggio medio, indice questo che gli insegnanti rimanevano catturati da aspetti superficiali delle loro risposte, più che dal loro contenuto. In un compito successivo, che consisteva nel dire come essi avrebbero insegnato agli studenti la risposta al problema, solo una piccola minoranza di insegnanti formulò una spiegazione darwiniana. Gli altri proposero spiegazioni finalistiche, lamarckiane, o non diedero alcuna risposta.

La scarsa comprensione della teoria dell'evoluzione tuttavia non può essere attribuita solo a deficienze nel modo in cui viene solitamente insegnata. Anche interventi espressamente progettati e condotti per aiutare gli studenti a superare le difficoltà concettuali messe in evidenza dalle ricerche sulle concezioni dell'evoluzione hanno avuto un successo limitato. Bishop e Anderson (1990), come si ricorderà, avevano testato gli studenti sia all'inizio che alla fine di un corso di biologia che includeva una unità sull'evoluzione accuratamente costruita in base ai principi del cambiamento concettuale (Strike e Poisner 1985). Questo insegnamento risultò efficace, perché al post-test il numero di studenti che manifestava concezioni scientifiche era salito di circa il 25% in ognuno dei temi su cui verteva il questionario. Ma per quanto significativo, si trattava comunque di progresso limitato, perché avvenuto solo in una minoranza degli studenti. Risultati simili sono stati ottenuti anche da altri interventi.

John Settlage (1994) ha esaminato le spiegazioni di un gruppo di studenti statunitensi di scuola media superiore sui cambiamenti avvenuti in alcune specie nel corso dell'evoluzione (es.: aumento della velocità di corsa nel ghepardo; aumento della quantità di tempo che una foca può stare sott'acqua senza respirare; cambiamento del colore della pelliccia da scuro a chiaro negli orsi insediatisi nelle zone polari) prima e dopo aver seguito una ciclo di lezioni sulla teoria darwiniana. Prima delle lezioni la maggior parte degli studenti dava spiegazioni basate sull'uso, sul bisogno, o sull'adattamento del tipo delle seguenti: “ (Ghepardo) Col passare degli anni e delle generazioni c'era sempre bisogno di correre velocemente, e così ogni generazione

successiva era sempre più veloce.” “ (Orso) Hanno adattato il colore del pelo in modo che si confondesse con quello della neve”. Dopo le lezioni sull’evoluzione, la frequenza delle risposte corrette aumentava, ma non al punto da eliminare le risposte scorrette.

Anton Lawson e William Wornshop (1992), applicando un curriculum sull’evoluzione a studenti statunitensi di high school (età 16 anni circa) della durata di 3 settimane, a conclusione di un corso di biologia generale, non hanno riscontrato alcun significativo progresso. Una rassegna delle ricerche sugli effetti di appositi curricula, condotta nel 1992 (Deamastes, Trowbridge & Cummins 1992, in Passamore & Stewart 2002) metteva in evidenza che in ognuno degli studi esaminati un considerevole numero di studenti aveva delle concezioni scorrette dell’evoluzione sia prima che dopo l’insegnamento.

Le concezioni creazionistiche

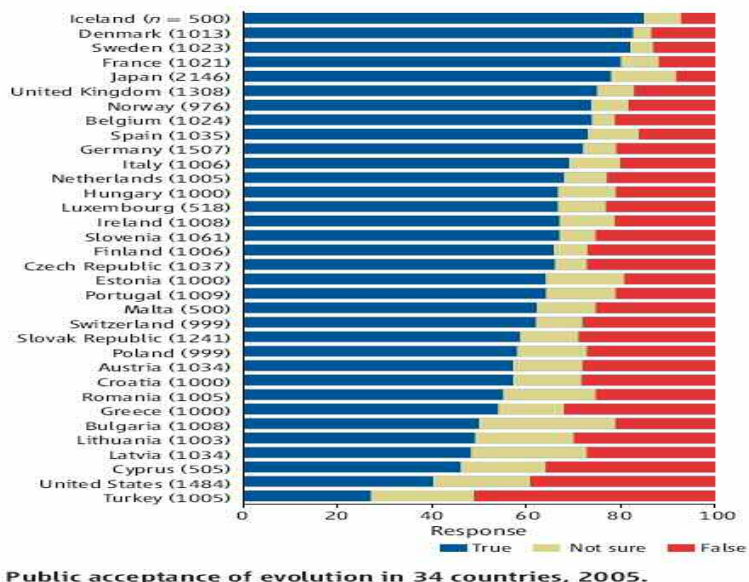
Le ricerche esaminate nei paragrafi precedenti potrebbe suggerire l’idea che tutti gli studenti che vi hanno preso parte aderissero ad un aspetto della teoria dell’evoluzione, quello che Ernst Mayr (2004) chiama “l’evoluzione in sé “ o la “*non costanza delle specie*”, discostandosi dalle concezioni scientifiche solo riguardo ai meccanismi che producono il cambiamento. In realtà le cose non stanno così, e l’apparente adesione all’evoluzionismo dipende dal tipo di domande a cui gli studenti dovevano rispondere. Quando si è chiesto loro di dire se credevano nell’evoluzione, come hanno fatto Bishop e Anderson (1990), solo la metà degli studenti ha dato una risposta positiva; il 30% si è detto insicuro, e gli altri hanno affermato di non crederci. L’accettazione o meno dell’evoluzione non era associata al fatto di aver compreso la teoria darwiniana o di avere concezioni “lamarckiane”.

L’adesione a una visione evoluzionistica o a quella creazionistica proposta nella Bibbia, e prevalente nel mondo occidentale fino alla metà dell’800, è stata rilevata periodicamente nella popolazione statunitense a partire dal 1985 e più recentemente sono state condotte delle rilevazioni anche in altri Paesi (Miller, Scott & Okamoto, 2006). Le domande proposte di solito non riguardano l’evoluzione in generale, ma quella degli esseri umani. Ad esempio, in un sondaggio Gallup effettuato nell’autunno del 2005 su un campione rappresentativo della popolazione statunitense,

si proponevano tre spiegazioni dell'origine dell'uomo, chiedendo ai partecipanti di indicare quale di esse era più vicina al loro pensiero. Una spiegazione corrispondeva alla teoria darwiniana ("Gli esseri umani si sono evoluti da altre forme di vita nel corso di milioni di anni e Dio non ha avuto alcuna parte in questo processo"); una spiegazione corrispondeva ad un evolucionismo teistico conciliabile con forme di cristianesimo, come quello cattolico e quello protestante non fondamentalista, che ammettono una lettura metaforica della Genesi ("Gli esseri umani si sono evoluti da altre forme di vita nel corso di milioni di anni e Dio ha guidato questo processo"); una spiegazione proponeva una lettura letterale della Bibbia ("Dio ha creato gli esseri umani nella loro forma attuale esattamente come viene descritto nella Bibbia"). Fu questa terza spiegazione a ottenere i consensi più numerosi, pari al 53% del campione, con una lieve crescita rispetto a rilevazioni precedenti in cui la percentuale di accordo con questa spiegazione oscillava tra il 44% e il 47%. L'evoluzione guidata da Dio venne indicata dal 31% degli interpellati, e quella darwiniana dal 12% (Jones 2005).

Tra i Paesi in cui sono stati condotti sondaggi di questo tipo (oltre agli Stati Uniti, diverse nazioni europee, Turchia, e Giappone) gli Stati Uniti sono al penultimo posto nell'accettazione dell'evoluzione umana, con una percentuale del 40% (quella della Turchia è di circa il 25%) contro l'80% o più di Islanda, Danimarca, Svezia e Francia), e circa il 70% del Giappone. In Italia l'evoluzione dell'uomo è accettata da circa il 60% della popolazione (vedi fig. 1.1, Miller, Scott & Okamoto, 2006).

Fig. 1.1 L'accettazione dell'evoluzione della specie umana in 34 paesi nel 2005



Public acceptance of evolution in 34 countries, 2005.

Fonte: Miller, Scott & Okamoto, 2006

Differenze così grandi tra gli Stati Uniti e altri paesi occidentali suggeriscono che siano in azione fattori culturali e politici specifici. Il principale fattore ipotizzato Miller, Scott & Okamoto, e confermato applicando modelli di equazioni strutturali, è il fondamentalismo, una corrente del protestantesimo evangelico che si attiene ad una lettura letterale del Genesi. Un altro fattore è dovuto alla politicizzazione dell'evoluzione, attuata nella seconda metà del '900 dall'ala destra del partito repubblicano, e che ha portato all'inserimento dell'insegnamento della "scienza creazionista" nelle piattaforme elettorali repubblicane per gli Stati a più forte presenza fondamentalista. Influyente, anche se in misura inferiore ai due precedenti, è risultato un terzo fattore, cioè l'"alfabetizzazione genetica", intesa come conoscenza della moderna genetica. In sintesi, l'accettazione dell'evoluzione è più probabile nelle persone che hanno qualche conoscenza di genetica, non sono né fondamentaliste dal punto di vista religioso né conservatrici da quello politico. I fattori di tipo culturale non sono però sufficienti a spiegare in modo esaustivo né la formazione, né la diffusione delle concezioni creazionistiche.

Perché la teoria darwiniana è così difficile (da capire e da accettare) ?

Se mettiamo tra parentesi il supporto che il creazionismo riceve da diverse tradizioni religiose (e da organizzazioni politiche), esso può essere considerato una delle diverse teorie sull'origine del mondo in generale e degli esseri viventi in particolare che sono state formulate nel corso della storia. Nei suoi confronti, come nei confronti dell'evoluzionismo "lamarckiano", ci possiamo porre lo stesso interrogativo che gli studiosi delle "teorie ingenuie" si pongono. Cosa fa sì che esse (o meglio le loro versioni "ingenuie" e poco sofisticate) vengano preferite alle teorie scientificamente accreditate? Capovolto, l'interrogativo diventa: cosa rende la teoria darwiniana così difficile da capire (e da accettare)?

Darwin per primo ha sollevato questo interrogativo, chiedendosi cosa abbia indotto i naturalisti del passato a formulare la credenza che le specie siano immutabili, e molti di quelli a lui contemporanei a persistere nella loro adesione ad essa, nonostante le prove del contrario da lui portate. Una prima serie di cause che Darwin ha individuato hanno a che fare con la difficoltà a rappresentarsi una serie quasi infinita di piccoli cambiamenti che si accumulano nel corso di periodi di tempo di una durata che travalica le capacità dell'immaginazione umana:

“La credenza che le specie fossero produzioni immutabili fu quasi inevitabile finché si ritenne che la storia del mondo fosse di breve durata. [...] Ma la causa principale della nostra naturale riluttanza ad ammettere che una specie abbia dato origine ad altre e distinte specie, dipende dal fatto che siamo sempre lenti ad ammettere grandi cambiamenti di cui non vediamo i gradi. La stessa difficoltà fu avvertita da tanti geologi, quando Lyell dimostrò per la prima volta che le lunghe catene di scogliere interne erano state formate e grandi vallate scavate dagli stessi agenti che ancora vediamo operanti. La mente invero non può afferrare in pieno il significato dell'espressione “un milione di anni”, non può sommare e percepire gli effetti complessivi di molte lievi variazioni, accumulate nel corso di una serie quasi infinita di variazioni” (Darwin 1872/1976, 546).

Un secondo tipo di causa, di natura completamente diversa, sta secondo Darwin nella difficoltà ad abbandonare delle idee a lungo coltivate, che giungono ad occupare la mente non lasciando posto ad idee diverse:

“Pur essendo completamente convinto della verità delle idee esposte in questo volume in forma di compendio, non nutro la minima speranza di poter

convincere naturalisti sperimentati la cui mente è ingombra da una moltitudine di fatti contemplati tutti, per anni e anni, da un angolo visuale direttamente opposto al mio” (ibidem).

Pur aspettandosi che alcuni naturalisti “dotati di una notevole elasticità mentale” (ibidem, 547) potessero essere influenzati dal suo volume, Darwin era così convinto della forza di questo secondo tipo di causa da riporre le sue speranze nei naturalisti ancora in formazione, e perciò con la mente ancora libera: “[...] guardo con fiducia al futuro, ai giovani ed esordienti naturalisti, che potranno esaminare entrambi i lati della questione imparzialmente” (ibidem).

Altri biologi, dopo Darwin, si sono posti gli stessi interrogativi. Ernst Mayr, uno degli autori della “sintesi moderna” tra darwinismo e genetica che costituisce la teoria dell’evoluzione attualmente accreditata, si è chiesto come mai la nozione di evoluzione costituisca una conquista recente nella storia, ovvero quali fossero le “opinioni e le ipotesi principali che hanno ostacolato la nascita più precoce dell’evoluzionismo” (Mayr 1981/82, 63). Mayr ha identificato “tre cause principali dell’opposizione al pensiero evoluzionista:

1- innanzitutto l’adesione all’idea della creazione annunciata nella Genesi; 2- conseguentemente, la diffusa credenza in un mondo di comparsa recente, un mondo di non più di seimila anni, periodo assolutamente troppo breve per permettere trasformazioni evolutive; 3- infine, la filosofia dell’essenzialismo, secondo la quale le realtà del mondo sono costituite da essenze fisse e discontinue. Ognuno di questi concetti che, quando sono presi in considerazione congiuntamente, si rafforzano l’un l’altro, ha ostacolato la nascita dell’idea di evoluzione o reso impossibile il crederci. (ibidem, 63-64).

Mayr intende per essenzialismo una dottrina filosofica che ha le sue radici nel pensiero di Pitagora e di Platone:

Fin dai tempi dei Pitagorici e di Platone, per spiegare l’eterogeneità del mondo vivente si ricorreva al concetto tradizionale che postulava l’esistenza di un numero ridotto di generi naturali, *eide*, o essenze, nettamente distinti e immutabili. Questa corrente di pensiero fu chiamata tipologia o essenzialismo. La varietà apparentemente infinita di fenomeni, si diceva, era composta, in realtà, da un numero limitato di specie naturali (essenze o tipi), ciascuna delle quali formava una classe. I membri di ogni classe, inoltre, erano ritenuti identici tra di loro, immutabili e nettamente distinti dai membri di ogni altra classe. La variazione, perciò, era ritenuta inessenziale e accidentale. Gli essenzialisti illustrano tale concetto ricorrendo all’esempio del triangolo:

sottolineavano il fatto che tutti i triangoli possiedono fondamentalmente le stesse caratteristiche, e che sono nettamente diversi dai quadrati o da ogni altra figura geometrica. Una figura dotata di caratteristiche intermedie fra un triangolo e un quadrato era assolutamente inconcepibile (Mayr, 2004/2006, 27).

La diffusione dell'essenzialismo spiega dunque per Mayr sia la tardiva comparsa delle teorie dell'evoluzione (prima quella di Lamarck, e poi quella di Darwin), sia la resistenza che esse hanno incontrato, mentre apre un nuovo problema: come ha fatto Darwin stesso, soggetto a propria volta all'influenza di questo pensiero, a liberarsene o formulare una teoria che ne negava tutti i presupposti:

“Con questo postulato [il gradualismo], Darwin si schierava contro Platone e gli essenzialisti che discernevano ovunque nella natura nette discontinuità. Effettivamente, la concezione dell'éidos, da questi filosofi inteso come archetipo costante e strettamente delimitato, non permetteva di ammettere alcuna trasformazione graduale da un éidos ad un altro, da un'essenza ad un'altra. Nell'Inghilterra di Darwin dominava l'essenzialismo e quasi tutti i suoi amici e collaboratori (tranne gli allevatori di animali e i naturalisti) aderivano a questa ideologia. Per un essenzialista l'idea di sviluppo evolutivo è semplicemente inconcepibile. Uno degli argomenti più decisivi di Charles Lyell contro Lamarck era l'affermazione che nessuna specie (e ogni specie era la manifestazione di un'essenza distinta) poteva variare oltre i propri limiti. Come ha dunque potuto proprio Darwin convertirsi al gradualismo? Le ricerche su questo argomento sono incomplete. Un biografo di Darwin, Howard Gruber, attira l'attenzione sul trattato di teologia di J.B. Summer (1824), letto e analizzato da Darwin durante gli anni di studio a Cambridge, in cui l'autore sosteneva che fosse necessario stabilire una distinzione fra i fenomeni naturali e quelli soprannaturali, perché tutti i processi naturali sono gradualmente mentre le manifestazioni improvvise nella natura devono avere origine soprannaturale ed essere dovute all'intervento di Dio. Siccome Darwin cercava di trovare una spiegazione naturale alla diversità della natura, sorgeva per lui la necessità di tentare di formulare una teoria del gradualismo. ...” (Mayr, 1981/1982, 71-72).

La tesi di Mayr sul ruolo dell'essenzialismo nell'ostacolare la formulazione e la diffusione dell'idea di evoluzione ha avuto una grande risonanza tra gli studiosi delle concezioni ingenue dell'evoluzione, perché essa si accorda con un punto di vista sulla formazione dei concetti formulato più di vent'anni fa, e che da allora ha ricevuto numerosi supporti empirici. Secondo questo punto di vista, l'essenzialismo non è semplicemente una dottrina filosofica (cioè un prodotto culturale, che in quanto tale potrebbe avere una durata storica circoscritta, e la cui sopravvivenza come credenza

viva dipende dalla continuità della sua trasmissione) ma una tendenza intrinseca della mente umana, che induce ad attribuire a certe categorie (es.: animali) una “natura” non osservabile, un’“essenza” permanente da cui derivano le proprietà osservabili che accomunano i membri della categoria (Evans 2001). Si tratta di una tendenza che si manifesta in tanti modi, sia nei bambini che negli adulti. Essa ad esempio sarebbe alla base dell’idea che le persone che appartengono ad uno stesso gruppo sociale condividono altre caratteristiche più importanti di quelle più facilmente osservabili, come ad esempio il colore della pelle (Hirschfeld, 1995),

Un altro biologo, le cui riflessioni sulle ragioni della difficoltà della teoria darwiniana hanno influito sulla ricerca psicologica è Richard Dawkins che, nella prefazione de “L’orologiaio cieco”, un libro che rappresenta uno dei grandi best-sellers della divulgazione scientifica, dopo essersi chiesto perché la teoria darwiniana dell’evoluzione, a differenza di altre teorie scientifiche del XX secolo, come la teoria delle relatività o la teoria quantistica, sia divenuta bersaglio di critiche da parte di persone prive di alcuna seria conoscenza in materia, propone che “il guaio del darwinismo” risieda nel fatto che” tutti *credono* di capirlo” (Dawkins, 1986/2003, 11, corsivo nel testo). Dawkins prosegue poi sostenendo che in effetti, rispetto alla quasi totalità della fisica e della matematica, la teoria darwiniana appare semplice, “addirittura infantile” (ibidem), poiché consiste in sostanza nella tesi che in presenza di variazioni ereditarie, e di una riproduzione non casuale, cioè in cui alcune variazioni sono avvantaggiate e altre svantaggiate, queste variazioni se hanno modo di accumularsi nel tempo producono cambiamenti di vasta portata.

Questa semplicità è però ingannevole, e a suggerirlo non sono soltanto che difficoltà che essa incontra a venire capita e accettata dal largo pubblico, ma anche il fatto che essa sia stata formulata solo nell’800, dopo più di due millenni di storia del pensiero occidentale, in cui si sono succeduti pensatori di immensa statura, a partire da Aristotele, per arrivare a Newton o Galileo. Dawkins conclude perciò “E’ quasi come se il cervello umano fosse stato specificamente progettato per fraintendere il darwinismo e per giudicarlo difficile da credere” (ibidem, 12). Riprendendo e dettagliando una delle spiegazioni avanzate, come abbiamo visto sopra, dallo stesso Darwin, Dawkins propone che una delle fonti di difficoltà risieda nella differenza tra la scala temporale in cui avvengono i processi dell’evoluzione, e quella che il nostro

cervello, un prodotto anch'esso dell'evoluzione, è attrezzato a considerare come sfondo dei propri ragionamenti e dei propri giudizi sulla probabilità di un certo evento:

Il nostro cervello è costruito per far fronte a eventi su scale temporali radicalmente diverse da quelle che caratterizzano il mutamento evolutivo. Noi siamo equipaggiati a valutare processi che richiedono, per completarsi, secondi, minuti, anni, o, al massimo, decenni. Il darwinismo è una teoria di processi cumulativi così lenti da richiedere, per completarsi, da migliaia a milioni di decenni e cerca le ragioni di tale difficoltà. [...]. Per evadere la prigione della scala del tempo che ci è familiare si richiedono grandi sforzi di immaginazione” (ibidem, 12-13).

Un'altra fonte di difficoltà sembrerebbe derivare più da abitudini acquisite che a modi di pensare connaturati al nostro cervello:

Il nostro mondo è dominato dai grandi lavori di ingegneria e da opere d'arte. Noi siamo del tutto abituati all'idea che una complessa eleganza presupponga un progetto, frutto di abilità e intenzionalità. Questa è probabilmente la ragione più forte a sostegno della fede, condivisa dalla grande maggioranza delle persone, in passato come oggi, in una qualche sorta di divinità soprannaturale” (ibidem, 13).

Anche questa tesi è stata ripresa dagli studiosi delle concezioni ingenuie, ma, a differenza di quella di Mayr sull'essenzialismo da lui formulata, come abbiamo visto sopra, già negli anni '80, quando questa nozione era estranea alla psicologia, la nozione di una tendenza a dare spiegazioni basate sul progetto o “artificialistiche” era già patrimonio della psicologia, grazie all'opera di Piaget (1926; 1927) che agli inizi del '900 aveva ben illustrato come i bambini a partire da 6-7 anni, costruissero miti di creazione per spiegare l'esistenza degli esseri animati e inanimati, di fenomeni meteorologici, di fiumi, montagne ed entità astronomiche.

Perché si formano e persistono le misconcezioni lamarckiane?

Le spiegazioni proposte dai biologi per le difficoltà cognitive a comprendere e accettare l'evoluzione sono state fatte proprie anche dagli psicologi che hanno studiato le concezioni degli studenti. L'essenzialismo, l'artificialismo, e la tendenza a dare spiegazioni teleologiche sono state chiamate in causa da Margaret Evans (2000a, 2000b, 2001) per spiegare la genesi di concezioni creazionistiche nei bambini e la persistenza di queste concezioni anche in molti adulti in una serie di ricerche che descriverò in dettaglio più avanti. Resta da spiegare perché nella maggior parte degli

adulti che hanno un'idea di evoluzione (indipendentemente dal fatto che la condividano o meno) questa sia più vicina a quella di Lamarck che a quella di Darwin.

Una serie di spiegazioni convincenti proposte da Bishop e Anderson (1990) sono state già presentate all'inizio di questo capitolo parlando della loro ricerca. La teoria "lamarckiana" è più semplice di quella darwiniana perché postula l'intervento di un solo processo anziché di due, e consente di pensare alla specie in cui avviene il cambiamento come ad un unico individuo, dato che essa rappresenta i suoi membri come tutti simili e il cambiamento come un processo che li coinvolge tutti allo stesso modo. Gli studenti inoltre tendono a non distinguere tra spiegazioni causali e spiegazioni funzionali.

E' stato suggerito dal paleontologo Stephen Gould, e ripreso dallo psicologo Andrew Shtluman (2006) che l'essenzialismo possa contribuire non solo alla visione statica delle specie propria del creazionismo, ma anche alle concezioni di tipo "lamarckiano". Queste sono, infatti, caratterizzate da "la fallacia della variazione reificata" cioè "la tendenza ad astrarre una singola media o ideale come essenza di un sistema e quindi svalutare o ignorare la variazione tra gli individui che costituiscono l'intera popolazione" (Gould 1996, p. 40, citato in Shtluman, 2006, 170).

Infine, Michel Ferrari e Michelene Chi (1998) hanno proposto che le misconcezioni lamarckiane presentino profonde somiglianze con altri tipi di misconcezioni, emerse studiando le spiegazioni che gli studenti danno di fenomeni fisici, come quelli relative all'elettricità o alla diffusione di un colore disciolto in un liquido. Tutte queste misconcezioni avrebbero perciò una base comune, identificata da Chi (1992; 2005) nel corso di numerosi studi, nel fatto che gli studenti compiono degli "errori categoriali" assegnando un concetto alla categoria ontologica (cioè a una di quelle categorie fondamentali come oggetto rispetto ad evento, essere vivente rispetto a non vivente, che formano l'ossatura portante dei sistemi concettuali) diversa da quella a cui appartiene:

"Gli errori categoriali sono estremamente seri quando gli studenti assegnano un concetto ad una categoria che è *ontologicamente distinta* da quella cui esso effettivamente appartiene. Per ontologicamente distinte intendiamo categorie che non condividono attributi ontologici (in opposizione a categorie gerarchicamente distinte) [come avviene ad esempio, quando si attribuisce ad un oggetto prodotto dall'uomo le proprietà tipiche di un organismo vivente] Sarà molto difficile comprendere la vera natura di un oggetto se viene

classificato scorrettamente, dal momento che il concetto classificato in modo errato erediterà tutte le proprietà scorrette della sua ontologia)” (Ferrari & Chi, 1998, 1235).

Poiché l’evoluzione non è un oggetto, ma un processo, le categorie ontologiche la riguardano sono quelle relative ai processi. Secondo Chi, i processi possono essere suddivisi in due basilari categorie ontologiche: gli eventi e l’equilibratura. Gli eventi si caratterizzano per il fatto di avere un inizio e una fine ben definiti e di essere costituiti da una serie di azioni che si susseguono in un ordine preciso e che sono tra loro collegate, come avviene ad esempio in una partita di football. Invece l’equilibratura manca di queste proprietà. Essa è il risultato emergente di un insieme di azioni indipendenti le une dalle altre, uniformi e simultanee, come avviene quando le molecole di un gas si diffondono da un’area di maggior concentrazione ad una di concentrazione minore, in un modo che sembra seguire una direzione precisa, ma che è invece l’effetto di un insieme di movimenti molecolari casuali. Secondo Ferrari e Chi, le misconcezioni dell’evoluzione derivano dal fatto che essa viene considerata un evento anziché un processo di equilibratura. Il modo di aiutare gli studenti a comprendere come opera la selezione naturale (e altri processi biologici, fisici o sociali che appartengono alla categoria dell’equilibratura) è quello di insegnare prima la nozione di equilibratura e aiutare quindi gli studenti ad applicarla in tutti i casi in cui è appropriata.

A questi fattori cognitivi, o “intrinseci” agli individui (per utilizzare una terminologia introdotta da Evans, 2000a) vanno aggiunti quelli esterni o “estrinseci”, relativi alla disponibilità e accessibilità di informazioni sull’evoluzione altri temi ad essa connessi, e al modo in cui esse sono presentate. Rientrano sotto questa voce i rilievi di Bishop e Anderson (1990) circa i differenti significati che termine *adattamento* assume quando è usato nel linguaggio quotidiano oppure all’interno di un discorso sull’evoluzione, e circa il fatto che se queste differenze non vengono adeguatamente sottolineate gli studenti sono indotti ad attribuire al termine che trovano in un contesto scientifico il significato ad essi più familiare.

Altre possibili fonti estrinseche di confusione, dovute al modo in cui si parla o si scrive dell’evoluzione o di temi ad essa connessi, sono state indicate anche da altri studiosi, e sintetizzate da Anderson, Fisher e Norman (2002). Una prima difficoltà risiede nella genericità del significato che i nomi di animali assumono nel linguaggio

quotidiano, e che si presenta con caratteristiche proprie in lingue diverse. Un esempio che si può fare per la lingua italiana è il termine *scimmia*, che può essere usato in riferimento a insiemi di animali di diversa estensione. Quello più vasto corrisponde al sottordine di primati degli Aplozzini (*Haplorhini*), che include 242 specie di scimmie, comprese quelle antropomorfe (che in inglese vengono distinte, con il nome di *apes*, dalle altre, chiamate *monkeys*). Quelli di estensione intermedia possono andare dall'insieme delle specie di cui una persona ha una qualche idea, fino a una singola specie, vista allo zoo o in televisione. Quando le parole si riferiscono ad animali presenti nell'habitat del parlante (ad esempio, *passero*) esse possono indifferentemente indicare una varietà locale, una specie o un'intera famiglia (*Passeridae*).

Capita poi di frequente, leggendo testi sull'evoluzione, di trovare espressioni simili a quelle usate dagli studenti e riferite come esempi nella letteratura sulle misconcezioni.

Gli esempi includono (senza limitarsi ad essi) l'uso di espressioni antropomorfe (i batteri hanno “mostrato una notevole *ingegnosità* nello sviluppare una resistenza agli antibiotici”), teleologiche (“il cactus ha sviluppato una scorza spessa *per* minimizzare la perdita di acqua”), e il parlare dell'evoluzione come se essa progredisce in modo regolare verso un ideale punto finale (“gli esseri umani sono *più in alto* degli scimpanzé nella scala dell'evoluzione (Jungwirth, 1975, Halldén, 1988, Pedersen & Halldén 1994).

Jungwirth (1975) ha dimostrato che non solo i principianti ma anche gli esperti ricorrono con frequenza a questi tipi di discorso. Presumibilmente, gli esperti non stanno parlando letteralmente ma metaforicamente, ma in questo modo possono qualche volta confondere loro stessi, e certamente confondono i loro allievi” (Anderson, Fisher & Norman, 2002, 953-4).

Queste espressioni, quando ricorrono nei testi di autori di indubbia competenza sono senza dubbio metaforiche, e vengono probabilmente usate come modi convenzionali di evitare lunghe e pesanti spiegazioni in termini di mutazioni casuali e selezione naturale. Esse tuttavia sono probabilmente fraintese non solo da molti studenti, ma anche dagli autori di testi divulgativi che le riportano, o ne formulano diverse altre di tono analogo, contribuendo alla diffusione di misconcezioni. E' questa un'ipotesi che cercheremo di verificare nel prossimo capitolo.

Le ricerche sulle misconcezioni che abbiamo passato in rassegna finora si sono tutte concentrate su studenti adolescenti o adulti, senza porre interrogativi sul quando

le misconcezioni compaiono per la prima volta. La diffusione di misconcezioni nella popolazione adulta (a volte, abbiamo visto prima, perfino tra gli insegnanti di biologia) e il modo fuorviante in cui i testi parlano dell'evoluzione suggerisce che le misconcezioni possano essere trasmesse dagli adulti (genitori, programmi televisivi, libri divulgativi) ai bambini, così che delle credenze potrebbero formarsi e radicarsi prima della scuola media superiore, quando questo argomento viene di solito insegnato. Una delle fonti del radicamento di una credenza è dato dal fatto di essere frequentemente confermata. La conferma, in questo caso, verrebbe non dall'esperienza diretta, dato che l'evoluzione avviene in natura a scale temporali non accessibili all'esperienza umana, ma da quella indiretta, cioè dall'incontrare ripetutamente lo stesso tipo di spiegazioni. Prima di approfondire questa ipotesi è necessario esaminare i pochi studi dedicati alle idee dei bambini sull'origine delle specie.

Lo sviluppo delle concezioni sull'origine delle specie

Gli studi sulle idee dei bambini riguardo all'origine delle specie sono, a mia conoscenza, quello di Samarapungavan & Wiers (1997), condotta su 35 bambini olandesi dai 9 ai 12 anni e quelli di Evans (2000a; 2000b; 2001), che hanno complessivamente coinvolto circa 200 bambini americani dai 5 ai 12 anni. Lo studio di Samarapungavan & Wiers era finalizzato a verificare se le idee dei bambini sull'argomento sono frammentarie e prive di collegamenti, oppure se rispecchiano delle cornici esplicative ("explanatory frameworks") coerenti, senza interrogarsi sull'origine di tali idee e sul ruolo che potrebbe essere giocato dall'ambiente. Gli studi della Evans sono invece diretti proprio ad individuare la genesi di queste idee e il ruolo che in essa hanno fattori di tipo intrinseco ed estrinseco.

Pur nelle differenze che intercorrono tra queste ricerche, alcune delle domande rivolte ai bambini riguardano gli stessi argomenti, e anche le formulazioni verbali sono molto simili, ad esempio quelle sull'origine: "Gli animali ci sono sempre stati sulla terra fin dall'inizio?", "Come sono comparsi i primi animali/uomini?", "Sai cosa sono i dinosauri?". "Come pensi che il primo dinosauro sia comparso sulla terra?", "Si possono trovare dei dinosauri da qualche parte anche oggi?". Inoltre, sia Samarapungavan e Wiers che Evans hanno esplicitamente affermato che i bambini da loro esaminati non avevano incontrato questi argomenti nel loro percorso scolastico.

Anche i risultati di queste ricerche sono in parte convergenti: le concezioni sull'origine delle specie identificate da Evans corrispondono a tre delle "cornici esplicative" descritte da Samarapungavan e Wiers. La prima è il "Generazionismo spontaneo", secondo cui le specie non esistono da sempre, ma sono comparse in modo improvviso e spontaneo ad un certo punto della storia della terra, ("viene dalla terra", "appare", "cresce"). La seconda è il "Creazionismo" che attribuisce l'origine delle specie all'azione creatrice di Dio. In entrambe queste concezioni i tipi di animali, una volta posti in essere, secondo i bambini sono rimasti immutati. La terza è l'"evoluzionismo", e corrisponde alle concezioni "lamarckiane" ampiamente documentate dalle ricerche sugli studenti descritte all'inizio di questo capitolo.

Due specifiche concezioni sull'origine della specie, entrambe, secondo gli autori, espressione di essenzialismo, sono state individuate solo da Samarapungavan e Wiers (1997): l'Essenzialismo puro, e l'"Essenzialismo dei dinosauri". Secondo la prima concezione, le specie sono sempre esistite e non sono mai cambiate; i bambini cioè negano esplicitamente che ci siano animali che vivono adesso e che non c'erano all'inizio. La seconda concezione invece sostiene che la terra fosse inizialmente popolata dai progenitori (che i bambini chiamano a volte "dinosauri") dei tipi di animali attualmente esistenti, nei quali questi progenitori si sono gradualmente trasformati (ad esempio i mammut diventando elefanti, gli uomini primitivi diventando quelli moderni). Queste trasformazioni sarebbero avvenute in risposta ai cambiamenti dell'ambiente attraverso una graduale diminuzione (ad esempio, delle dimensioni, della quantità di pelo). Questa concezione nelle sue linee generali comporta dunque una evoluzione, ma solo di tipo micro-evolutivo, cioè all'interno di linee di discendenza già definite fin dall'inizio, e non la moltiplicazione delle specie (per usare una espressione estranea a linguaggio dei bambini, prevede l'anagenesi ma non la cladogenesi)

Nella ricerca di Samarapungavan e Wiers non è emersa alcuna differenza significativa tra le età nei vari tipi di risposte (forse, anche se gli autori non ne parlano, in conseguenza dell'esiguo numero di bambini intervistati, 35 in tutto come abbiamo visto sopra). Evans invece ha individuato una sequenza di sviluppo, con differenze significative tra tutte le coppie di età adiacenti. La maggioranza dei bambini più piccoli (cinque-sette anni) ha fornito risposte miste, in parte di "Generazionismo spontaneo" e

in parte creazioniste; quelli di otto nove anni invece hanno espresso quasi esclusivamente idee creazioniste; infine quelli di dieci-dodici anni hanno dato spiegazioni evoluzionistiche, quasi sempre di tipo lamarckiano, in proporzioni simili a quelle dei loro genitori. Questi dati hanno confermato l'ipotesi da cui era partita Evans (2000a; 2000b; 2001) che i bambini siano prima creazionisti e che si volgano verso l'evoluzionismo attorno ai 10/12 anni, quando secondo Piaget c'è una diminuzione dell'artificialismo e secondo Carey (1995) uomini e animali sono considerati membri di una stessa classe.

I risultati di Evans derivano da una serie di studi condotti sottoponendo ad interviste semistrutturate dei bambini che non avevano ricevuto un'istruzione formale sull'evoluzione. Nel primo studio sono stati intervistati 50 bambini dai 5,8 ai 12,8 anni suddivisi in tre gruppi: piccoli (M= 6.9 anni, range 5.8-7.7 anni), medi (M= 8.8 anni, range 7.9-10.4), e grandi (M= 11.7 anni, 10.8-12.8.), provenienti da una città universitaria. La prima parte dell'intervista era volta a comprendere come i bambini si rappresentassero la comparsa delle prime specie con delle domande che riguardavano esseri umani, dinosauri, e lo "spiggle", un mammifero immaginario ideato appositamente per ottenere spiegazioni non influenzate dalla familiarità. La seconda parte dell'intervista esaminava le conoscenze della "storia naturale", cioè di fossili, dinosauri e "adattamento".

Con il termine *adattamento*, o *adattamento dinamico* la Evans si riferisce all'idea che un animale possa modificarsi in seguito a cambiamenti intervenuti nell'ambiente. Per esaminare se i bambini la possedevano veniva raccontato che l'isola in cui viveva lo spiggle veniva sommersa dal mare, tanto che tutto ciò che si essa alla fine rimaneva erano le sue parti più elevate, ma senza la vegetazione che le ricopriva. Il racconto proseguiva dicendo che molto tempo dopo degli scienziati scoprivano che c'erano ancora degli spiggles nell'isola. A questo punto si chiedeva ai bambini se secondo loro questi spiggles avevano lo stesso aspetto di quelli che vivevano nell'isola prima che venisse sommersa, cosa mangiavano e come si muovevano, e, se i bambini descrivevano dei cambiamenti rispetto alla situazione precedente, come potevano essere avvenuti.

I risultati di questa ricerca hanno consentito di delineare la sequenza di sviluppo sopra anticipata, dal generazionismo spontaneo al creazionismo,

all'evoluzionismo, e hanno anche mostrato una correlazione tra concezioni evoluzionistiche (dato che l'intervista prevedeva domande su tre animali, per ogni tipo di concezione i bambini potevano ricevere un punteggio complessivo da 0 a 3) e conoscenze naturalistiche. Le concezioni sull'origine delle specie correlavano inoltre con quelle relative all'adattamento: mentre i bambini creazionisti nominavano soprattutto meccanismi di cambiamento "volizionali-comportamentali" (vuole, impara), quelli evoluzionisti nominavano invece meccanismi "lamarckiani" (cambiamenti fisiologici, come la comparsa di pinne, successivamente ereditati).

L'esistenza di differenze tra le età ha portato Evans a concludere che le concezioni manifestate dai bambini non possono essere semplicemente il riflesso di quelle che circolano nel loro ambiente:

E' difficile sostenere che le credenze dei bambini riflettono semplicemente quelle che si trovano nel loro ambiente immediato, perché è ragionevole ritenere che l'ambiente fosse simile per i bambini dei diversi gruppi di età (almeno per quanto riguarda le credenze diffuse nella loro comunità), mentre le idee dei bambini differivano in base all'età (Evans 2000b (235)).

Le differenze tra le età derivano, secondo la Evans, o da un processo di costruzione da parte dei bambini, o da una scelta che essi fanno tra le concezioni presenti nel loro ambiente, in base alla loro concordanza con strutture cognitive già presenti nella loro mente.

Per convalidare ulteriormente i risultati di questo primo studio, e verificare in che modo i genitori influiscono sulle credenze dei figli, Evans ha condotto un secondo studio, con bambini degli stessi livelli di età di quello precedente (6-7, 8-9, 10-12), ma di ambiente rurale e le loro madri, ai quali veniva chiesto di dire in forma scritta come avrebbero risposto a un/una bambino/a di 10-12 anni, di loro conoscenza, che ponesse la seguente domanda "Come è comparso sulla terra il primo?" (sun-bear, orso asiatico, e tatuara, una specie di lucertola, gli stessi proposti ai bambini). Un'altra importante variazione rispetto allo studio precedente è consista nell'includere nello studio bambini (e rispettivi genitori) con retroterra religiosi diversi: una parte di essi infatti seguiva una chiesa fondamentalista, gli altri una chiesa non fondamentalista o nessuna chiesa. Sono state introdotte anche delle variazioni nel modo in cui era

condotta l'intervista. Questa volta infatti iniziava con una premessa che richiamava l'attenzione sul fatto che quello che esiste attualmente non c'è sempre stato : “Prova a pensare alle prime cose che sono comparse sulla terra. Tantissimo tempo fa sulla terra non c'era niente. Poi hanno cominciato a esserci le prime cose...”. Gli animali diversi dall'uomo su cui vertevano le domande erano questa volta tutti e due realmente esistenti, anche se poco noti (sun-bear, orso asiatico, e tatuara, una specie di lucertola), per evitare che i bambini potessero dare risposte imparate a memoria in precedenza. I quesiti di storia naturale sono stati proposti in una versione abbreviata rispetto a quelli dello studio precedente, e le domande sull'“adattamento dinamico” sono state formulate in modo più esplicito, chiedendo di esprimere il proprio accordo su affermazioni come la seguente: “se un animale nuota tanto, tra le dita dei suoi piedi potrebbe formarsi una membrana, e questa caratteristica viene trasmessa ai figli”.

I risultati di questa seconda indagine hanno confermato sia la sequenza emersa da quella precedente, sia la correlazione che essa aveva messo in luce tra concezioni sull'origine delle specie e nozioni di storia naturale. La conoscenza dei fossili e dell'adattamento hanno infatti mostrato correlazioni positive con l'evoluzionismo e negative con il creazionismo. Questa ricerca ha inoltre fornito nuove importanti informazioni, grazie ad un'analisi dei pattern individuali di risposta, dalla quale è emerso che a certi livelli di età prevalgono concezioni “miste” e ad altri livelli di età concezioni esclusivamente di un tipo. In particolare, la maggioranza dei bambini di 6-7 anni piccoli aveva credenze miste di generazione spontanea e creazionismo; la maggioranza dei bambini di 8-9 anni aveva credenze esclusivamente creazionistiche e la maggioranza sia dei bambini più grandi sia degli adulti aveva credenze o esclusivamente creazionistiche o esclusivamente evoluzioniste. Il confronto tra le risposte dei bambini e quelle dei loro genitori ha inoltre indicato la presenza di correlazioni significative, ma solo per il gruppo dei bambini più grandi. I genitori più coerentemente evoluzionisti avevano i figli più evoluzionisti e quelli più creazionisti avevano figli più creazionisti.

E' dunque tra i 10 e i 12 anni che le concezioni dei bambini sull'origine delle specie diventano uguali a quelle degli adulti della comunità a cui essi appartengono, cioè a quelle “misconcezioni” che la letteratura che abbiamo passato in rassegna nei paragrafi precedenti si propone di identificare, prevenire e cambiare. Il fatto che solo

tra i 10 e i 12 anni le concezioni dei bambini correlino con quelle dei loro genitori, suggerisce, secondo Evans, l'azione di un meccanismo interattivo: i bambini sono in grado di appropriarsi di concezioni diffuse nel loro ambiente quando possiedono le strutture cognitive o i meccanismi inferenziali necessarie a comprenderle.

Ritenendo che le informazioni sull'evoluzione e più in generale sull'origine delle specie disponibili nell'ambiente in cui vive un bambino non varino con il variare della sua età, Evans identifica la fonte principale dei cambiamenti nelle concezioni sull'origine delle specie in cambiamenti cognitivi che hanno luogo nei bambini in conseguenza di processi che sembrano indipendenti dall'ambiente, o almeno da quella specifica parte dell'ambiente costituita dalle disponibilità di informazioni su questi argomenti. Il generazionismo spontaneo deriverebbe così dalle prime conoscenze biologiche dei bambini (ad esempio, circa uova e semi), unite alle loro capacità inferenziali, e alla loro tendenza ad interrogarsi spontaneamente solo sulle cause vicine e non sull'origine ultima di un essere. Il passaggio dal generazionismo spontaneo al creazionismo avverrebbe con la comparsa dei primi interrogati sull'origine delle cose, in coincidenza con gli inizi dell'artificialismo mitologico studiato da Piaget (1926). Infine l'arricchimento delle conoscenze biologiche, e soprattutto la nozione di adattamento avrebbero un ruolo determinante nel passaggio da questo all'evoluzionismo.

Le correlazioni tra spiegazione evoluzionistica e altre conoscenze biologiche, pur non potendo essere considerate il risultato di un rapporto di causa-effetto, indicano secondo Evans che in ogni caso "tale spiegazione non è una credenza isolata e *ad hoc*, come potrebbe suggerire un'ottica non costruttivistica, ma fa parte di una struttura di conoscenza complessa e specifica" (Ibidem, 247). Per quanto riguarda la relazione tra l'idea d'evoluzione e quella di adattamento, Evans suggerisce che queste idee sull'adattamento possano costituire una condizione per la comparsa delle credenze evoluzionistiche, poiché, assieme alla conoscenza dei fossili esse mostrano in modo inequivocabile che una specie può cambiare, confutando così la convinzione essenzialistica sull'immutabilità delle specie:

Una possibilità è che i bambini siano tenacemente legati ad una credenza essenzialistica che le specie sono inviolabili (sacrosante) e non possono cambiare. Se le cose stanno così, ci vuole ben di più della pura e semplice esposizione a idee evoluzionistiche per convincerli del contrario.

Le credenze essenzialistiche sono ritenute un importante strumento causale, che fornisce la spiegazione della evidente stabilità degli esseri viventi, anche quando le loro apparenze superficiali cambiano, come avviene nel corso delle stagioni, o durante le fasi della vita di un animale. Un'approfondita conoscenza dei fossili o dell'adattamento offre la prova inequivocabile che un animale può cambiare e che l'ambiente può giocare un ruolo in questo cambiamento. Queste informazioni dovrebbero mettere in crisi le idee, fortemente radicate nei bambini, della inviolabilità della natura essenziale di un animale. Io sostengo che è questa base di conoscenza a spiegare in larga misura il passaggio dal creazionismo all'evoluzionismo. A motivare questo passaggio è un cambiamento di prospettiva, da una prospettiva in cui le specie sono considerate come entità atemporali con un'essenza ricevuta da Dio, a una prospettiva in cui le specie hanno una collocazione storica definita (ibidem, 248).

Come spiega più avanti, Evans ritiene che l'essenzialismo sia particolarmente radicato nei bambini più piccoli, e ciò li rende relativamente (ma non del tutto, come suggerisce l'ultima frase della citazione) impermeabili all'idea che le specie possano cambiare:

A causa del loro forte essenzialismo, è poco probabile che i bambini in età prescolare e negli anni della scuola elementare accettino una spiegazione naturale che implichi una qualche trasformazione delle specie. Ci si potrebbe però chiedere se ci sono delle circostanze che possono indurli a rivedere le loro idee sulla immutabilità delle specie (ibidem).

Questi risultati e le conclusioni generali da essi ricavate, sono stati confermati da uno studio successivo, in cui bambini di provenienza da una comunità fondamentalista e una non fondamentalista e uno dei genitori, sono stati non solo inclusi nel campione, ma anche confrontati tra loro. La sequenza identificata nelle ricerche precedenti è stata riscontrata di nuovo solo tra i bambini del gruppo non fondamentalista, mentre tra quelli del gruppo fondamentalista sono prevalse, a tutte e tre le età, le risposte creazioniste. Questo vuol dire, secondo Evans, i bambini possono acquisire credenze creazionistiche prima di cominciare a porsi spontaneamente domande sulle origini. Anche questo studio ha confermato la correlazione positiva delle conoscenze sui fossili e sull'adattamento con le credenze evoluzionistiche e quella negativa con le credenze creazionistiche, indipendentemente dalle credenze dei genitori. Questo ha confermato l'idea della Evans, che questo tipo di conoscenze siano dei predittori attendibili di spiegazioni evoluzionistiche, e esse (specie quelle sull'adattamento) possano essere

addirittura una condizione per la loro comparsa. delle credenze evoluzionistiche, poiché, indicano che una specie può cambiare, confutando la convinzione essenzialistica sull'immutabilità delle specie.

Conclusioni e piano delle mie ricerche.

Le ricerche condotte su bambini indicano, come abbiamo visto, che le “misconcezioni” identificate in popolazioni di adolescenti e adulti fanno la loro comparsa molto prima: quelle creazionistiche già dai 5/6 anni, se i bambini vivono in comunità in cui esse sono molto diffuse anche tra gli adulti; quelle evoluzionistiche lamarckiane tra i 10 e 12 anni, in ambienti in cui non vengono insegnate formalmente ma neppure osteggiate. La precoce comparsa di queste credenze potrebbe essere una delle cause del loro radicamento e quindi anche della loro resistenza al cambiamento (Chinn & Brewer 1993).

Se si accetta questa possibilità, occorre considerarne anche un'altra: e cioè che per favorire una corretta comprensione della teoria darwiniana la strada da percorrere non sia quella di ideare varie strategie o programmi didattici per modificare le misconcezioni di studenti di scuola media superiore o di università, ma sia quella di anticipare l'insegnamento della teoria darwiniana, in modo da prevenire, per quanto possibile, la formazione di misconcezioni, o di relegarle a ruolo di fasi di pensiero brevi e transitorie, che servono come base momentanea per costruzioni più complesse.

Le tesi della Evans, la studiosa che più di tutti ha investigato il pensiero dei bambini su questi temi, e su cui mi sono a lungo soffermata, scoraggiano da questa impresa: esse danno un ruolo preponderante al pensiero e allo sviluppo cognitivo spontaneo del bambino, relegando i sistemi di credenze disponibili nell'ambiente a repertori da cui i bambini scelgono le spiegazioni più in sintonia con le proprie strutture mentali. Sembra, per la Evans, che le informazioni dirette sull'evoluzione non possano essere accolte, se prima non ci sbarazza dell'essenzialismo attraverso esperienze così improbabili come quelle, da essa suggerite, sull'adattamento: un fenomeno che in natura non esiste nelle modalità implicate dagli interrogativi con cui è stato esaminato (non esiste né la possibilità che il nuoto renda le dita palmate, né che caratteristiche acquisite vengano trasmesse ai figli).

Il ruolo preponderante attribuito dalla Evans a fattori intrinseci si basa, a mio avviso, su una tesi poco plausibile circa il ruolo l'ambiente e il suo variare o meno con l'età dei bambini. Se è vero che le credenze degli adulti (su qualsiasi tema, non solo sull'evoluzione) non cambiano al crescere di bambini, è anche vero che cambia l'accesso che i bambini hanno a vari tipi di informazioni, attraverso discorsi di adulti, libri, film, e soprattutto la scuola. Anche se i bambini che hanno partecipato alle indagini sopra descritte non avevano studiato formalmente l'argomento, possono aver avuto occasioni crescenti, con l'età, di accedervi in altro modo. Il fatto di vivere in Italia offre comunque un'occasione unica di verificare questa ipotesi, perché in Italia, a differenza dell'Olanda e gli USA, i bambini imparano qualcosa dell'evoluzione (è cioè che essa è avvenuta) già nella scuola elementare. L'esame di bambini italiani potrà quindi servire da test ad alcune importanti tesi delle Evans: che l'essentialismo impedisce ai bambini di accettare l'idea di una trasformazione delle specie prima dei 10-12 anni; che l'idea di adattamento precede quella di evoluzione e costituisce addirittura un requisito. Alla verifica dell'effetto dell'insegnamento ho dedicato due studi, uno condotto con bambini che avevano (III elementare) e non avevano ancora (di II elementare) studiato l'evoluzione; l'altro con uno stesso gruppo di bambini di III prima e dopo l'insegnamento.

Gli studi con i bambini sono stati preceduti da un esame di una vasto campione di libri di testo della scuola elementare, condotto per esaminare in che modo l'evoluzione viene insegnata nelle scuole italiane, e verificare se l'insegnamento stesso può contribuire alla formazione di misconcezioni. L'ultimo studio riguarda la prima fase di una sperimentazione, di cui la seconda fase è iniziata nel corrente anno scolastico ed è tuttora in corso, volta a introdurre correttamente la teoria dell'evoluzione già nella scuola elementare.

Capitolo 2.

Studio 1. L'origine delle specie nei libri di testo per la terza elementare anteriori e posteriori alla "riforma Moratti".

I programmi per la scuola elementare in vigore dal 1985 al 2004-5 (D.P.R. 12-02.85, n. 104) non contenevano alcuna indicazione più o meno esplicita, di parlare di evoluzione. Non c'è alcun riferimento a questa nozione né nei paragrafi dedicati alle scienze, né in quelli dedicati alla storia, materia nel cui ambito essa è stata però spesso trattata. Nella sezione dedicata alla Storia, i programmi indicavano tra gli Obiettivi e contenuti per il primo ciclo l'acquisizione da parte degli alunni delle coordinate spazio-temporali. Per il secondo ciclo, essi affermavano:

In sostanza, si introdurrà l'alunno nel mondo della storia, guidandolo alla ricostruzione storica del suo ambiente di vita. Accertata la possibilità, in questo ambito, di cogliere il significato degli avvenimenti storici, a partire dal terzo anno della scuola elementare, si avvierà uno studio che progressivamente porti il fanciullo dall'interpretazione della storia del suo ambiente di vita alla storia dell'umanità e, in particolare, alla storia del nostro Paese.

Tale studio porrà peculiare attenzione ai momenti di promozione e trasformazione delle civiltà, colti nel tessuto di una periodizzazione essenziale. In seno a questa periodizzazione si fisseranno cronologicamente i più rilevanti avvenimenti civili, sociali, politici, religiosi di cui sono stati protagonisti i popoli, personalità e forme di organizzazione sociale, che nel tempo hanno contraddistinto l'evolversi della società umana.

E' evidente che in nessun punto questi programmi delinea una concezione della Storia così ampia da includere non solo la preistoria, ma anche l'evoluzione della vita. Tuttavia, come risulta dalla nostra esperienza con insegnanti e testi scolastici, l'evoluzione della vita era un tema spesso toccato agli inizi della III elementare, prima della storia (e preistoria) umana.

Nonostante le proteste e le prese di posizione sollevate dalle iniziative del ministro Moratti per eliminare l'insegnamento dell'evoluzione dalla scuola media inferiore (MicroMega, 2005), questo argomento è invece stato inequivocabilmente, anche se non esplicitamente, introdotto alle elementari dalle Indicazioni Nazionali per i

Piani di Studio Personalizzati nella Scuola Primaria (D.L. 19.02.2004) (ovvero i “programmi Moratti”, entrati in vigore a partire dall’anno scolastico 2004-2005.)¹, probabilmente senza che nessuno se ne accorgesse. Queste indicazioni sono molto più dettagliate dei programmi che le hanno precedute ed elencano in modo piuttosto minuzioso i temi da trattare nelle varie classi. Tra gli obiettivi di apprendimento per l’insegnamento della storia in II-III elementare essi danno uno spazio considerevole alla conoscenza della preistoria e prevedono che venga trattata anche “la terra prima dell’uomo”:

“indicatori temporali; rapporti di causalità tra fatti e situazioni; trasformazioni di uomini, oggetti, ambienti connesse allo trascorrere del tempo; concetto di periodizzazione; la terra prima dell’uomo e le esperienze umane preistoriche: la comparsa dell’uomo, i cacciatori delle epoche glaciali, la rivoluzione neolitica, l’agricoltura, lo sviluppo dell’artigianato e primi commerci; passaggio dall’uomo preistorico all’uomo storico nelle civiltà antiche; miti e leggende delle origini”.

Questi programmi² non solo prescrivono di parlare de “la terra prima dell’uomo e le esperienze umane preistoriche”, ma riducendo il periodo temporale da affrontare in terza (facendolo concludere con la nascita delle prime civiltà lo circoscrivono alla sola preistoria), consentono di dedicare molto più tempo che in passato a questi argomenti. Come i programmi precedenti, le Indicazioni non precisano in alcun modo in quali termini gli argomenti debbano essere affrontati e, di conseguenza, lasciano un ampio spazio all’iniziativa degli insegnanti e degli autori di libri di testo e di altri materiali didattici per la scuola primaria.

Attraverso l’analisi di due gruppi di sussidiari di III elementare, uno antecedente e uno posteriore alla “riforma Moratti”, mi sono proposta di mettere in luce come questo argomento viene trattato, e in quale misura questa trattazione può contribuire alla formazione delle misconcezioni documentate dalle ricerche. Mi aspettavo che informazioni sull’origine delle specie presentate dai sussidiari per la classe III si limitassero a descrivere la comparsa successiva di specie diverse, attribuendo tutt’al

¹ Il percorso educativo della scuola primaria è stato suddiviso in primo anno, primo biennio (classi II e III) e secondo biennio (classi IV e V), mentre in precedenza (D.P.R. 12.2.1985, n. 104) la scuola elementare era organizzata in primo (I e II) e secondo ciclo (classi III, IV e V).

² Ora sostituiti dalle “Indicazioni per il curricolo per la scuola dell’infanzia e per il primo ciclo d’istruzione” (settembre 2007).

più la causa dei cambiamenti alla necessità degli animali di adattarsi ad un particolare ambiente o fornendo altre spiegazioni “lamarckiane”.

Metodo

Sono stati esaminati 41 sussidiari pubblicati prima della Riforma Moratti e 19 pubblicati successivamente (D.L. n.59 del 19.02.04), scegliendo tra quelli più utilizzati all'interno della scuola primaria e pubblicati dalle Case Editrici italiane più importanti del settore. Si è innanzitutto rilevato se era trattata la “la terra prima dell'uomo” e in particolare la comparsa degli animali, e se veniva presentata una “linea del tempo” per illustrare le principali tappe dell'evoluzione. Si è osservato se nei testi ricorrevano i termini *evoluzione* e *adattamento* e se e come venivano definite. Si è quindi esaminato se e in rapporto a quali tipi di esseri viventi veniva affermato che essi derivavano da altri e quali cause venivano suggerite per queste trasformazioni. Le Indicazioni Nazionali per i Piani di Studio Personalizzati nella Scuola Primaria prevedevano, tra gli obiettivi specifici di apprendimento per le classi II e III nell'ambito della storia: “Miti e leggende delle origini. Distinguere e confrontare alcuni tipi di fonte storica orale e scritta. - Riconoscere la differenza tra mito e racconto storico”. Si è perciò esaminato se e quali miti delle origini venivano presentati nei testi. L'esame dei libri di testo è stato effettuato da due giudici indipendenti, che hanno codificato tutti i brani esaminati, è stato quindi calcolato il grado di accordo (dall'84% al 100%), i casi dubbi sono stati discussi con un terzo giudice.

Risultati

I risultati principali dell'analisi dei libri di testo sono sintetizzati nella tabella 2.1. Come si può vedere, fatta eccezione per la linea del tempo, che compare più o meno nella stessa proporzione nei due gruppi di libri di testo, per tutti gli altri punti analizzati sono emerse differenze significative. La prima riguarda la presentazione di miti delle origini, pressoché assente nei libri anteriori alla riforma Moratti, e presente nella maggior parte di quelli successivi. Dopo aver proposto una definizione di mito simile alla seguente “Racconti fantastici inventati dagli uomini delle civiltà antiche per spiegare perché accadevano fatti e fenomeni a loro sconosciuti” (Testo D 3), i testi

presentano narrazioni provenienti per lo più da civiltà lontane nel tempo (mesopotamiche, Pellirossa, Maya, India o Cina antiche) o a popolazioni “primitive” contemporanee lontane come quella dei Masai (Africa orientale), o della tribù Yoruba (Nigeria). Solo due dei 19 sussidiari post-riforma analizzati propongono come mito la narrazione della creazione secondo la Bibbia .

Tabella 2.1. Numero di sussidiari precedenti e posteriori la riforma Moratti che trattano vari temi connessi all’evoluzione degli esseri viventi.

Argomento	Testi			
	Precedenti		Posteriori	
	N	%	N	%
Miti delle origini ^a	2	5	14	70
Linea del tempo	17	41	7	37
"Vita prima dell'uomo" ^b	25	61	19	100
Usa parola evoluzione ^c	27	66	17	89
Usa parola comparvero ^d	22	54	16	84
Usa parola adattamento ^e	10	25	10	53

^a $\chi^2 (3, N = 61) = 20,102; p < .001$; ^b $\chi^2 (1, N = 60) = 10.1, p = .001$; ^c $\chi^2 (1, N = 60) = 3.7, p = .054$; ^d $\chi^2 (1, N = 60) = 5.2, p = .022$; ^e $\chi^2 (1, N = 60) = 4.7, p = .031$.

Il fatto che la “terra prima dell'uomo” fosse prevista esplicitamente nei programmi Moratti ha fatto sì che tutti i libri di testo ad essa posteriori ne parlassero. E' interessante tuttavia che anche prima, quando l'argomento non era espressamente previsto, esso fosse presente in più della metà dei testi. Le altre differenze quantitative tra i testi pre- e post-Moratti sono una conseguenza di questa, dal momento che "la vita prima dell'uomo" offre il contesto in cui parlare di evoluzione, adattamento, e sviluppo. L'analisi del modo in cui questi temi sono toccati è servita a verificare se ci sono tra i due gruppi di testi anche delle differenze qualitative, cioè relative al modo in cui questi temi sono affrontati.

L’evoluzione degli animali è prevalentemente trattata elencando semplicemente la comparsa in successione di vari taxa (solitamente le classi dei vertebrati) senza accompagnarla con spiegazioni, come nel seguente esempio:

“L’evoluzione della vita continuò: 500 milioni di anni fa comparvero i pesci, quindi gli animali cominciarono a vivere fuori dall’acqua : prima gli anfibi, poi insetti e rettili (come i dinosauri). Infine comparvero mammiferi e uccelli. Oltre agli animali anche le piante cominciarono a diffondersi sulla Terra... Circa 65 milioni di anni fa, al momento della scomparsa dei dinosauri, comparve una specie di mammiferi diversa dalle altre, la più evoluta di tutte: erano i primati... è la specie alla quale appartengono le scimmie e anche ... l’uomo.” (Testo n.6).

Tuttavia, in vari punti dell'esposizione i testi affermano che un tipo di animali ha origine da un altro, sia attraverso l'espressioni come "si svilupparono da" o "si evolsero da" o "furono gli antenati di", sia attraverso il suggerimento di specifici meccanismi di trasformazione. Questo è avvenuto in media 1.5 volte per testo, senza differenza tra i due gruppi di sussidiari. Le occasioni in cui ciò è avvenuto più di frequente sono illustrate nella tab 2.2.

Tabella 2.2. Numero di sussidiari anteriori e posteriori alla riforma Moratti che parlano di derivazione di un tipo di animale da un altro, in riferimento a diversi argomenti.

Argomento	Testi			
	Precedenti		Posteriori	
	N	%	N	%
microrganismi	7	17	8	42
Anfibi	16	39	6	32
rettili	8	19.5	5	26
uomo o ominidi	37	88	16	84

Nota. E' risultata significativa la differenza tra i due gruppi di libri solo riguardo a microrganismi. Chi Quadrato (1, N = 60) = 4,4, $p = .037$.

Sotto la voce microrganismi vengono raggruppati i riferimenti alle prime forme di vita, che i testi indicano con varie espressioni, come batteri, esseri unicellulari, "esseri viventi molto piccoli formati di una sola cellula" (Testo F), "esseri microscopici", (Testo 29) Quando i testi affermano che da essi sono derivati gli altri esseri viventi, lo fanno senza suggerire come ciò possa essere avvenuto:

“Fanno la loro comparsa le prime forme di vita, esseri unicellulari che faranno da capostipiti del mondo vegetale e animale” (Testo 1).

“Le prime forme di vita si svilupparono nel mare circa 3500 milioni di anni fa: le acque si popolarono molto lentamente di batteri. Da questi

piccolissimi organismi si svilupparono poi tutti gli esseri viventi” (Testo 3).

“Le prime forme di vita si sono sviluppate nel mare circa 3500 milioni di anni fa: le acque molto lentamente si popolarono di batteri. Da questi piccolissimi organismi si sono sviluppati tutti gli esseri viventi. Le forme di vita più antiche, dopo i batteri, furono le alghe, le meduse, i ricci e le stelle di mare” (Testo 21).

Lo stesso avviene quando i testi parlano dell'evoluzione dei rettili: "Dagli anfibi si svilupparono i piccoli e grandi rettili " (Testo 3). "Dagli anfibi si evolvono i rettili" (Testo 5).

Invece possibili meccanismi di cambiamento vengono suggeriti in modo più o meno esplicito nel caso degli anfibi e dell'evoluzione dell'uomo a partire dagli ominidi. Dei 22 testi che hanno parlato dell'evoluzione degli anfibi dai pesci, 10 si sono limitati ad enunciare questa evoluzione con espressioni come "Alcuni pesci si evolvono e diventano anfibi” (Testo 24). Gli altri 12 hanno suggerito che questa evoluzione sia stata provocata dal un cambiamento di comportamento, cioè l'abbandono dell'acqua per la terraferma, e dai processi psicologici ad esso concomitanti (come “imparare”, “abituarsi” o “conquistare”), senza dire nulla sulle caratteristiche morfologiche che hanno reso possibili questi nuovi comportamenti, e i processi da cui sono state a loro volta prodotte.

“Alcuni pesci hanno lasciato l'acqua e si sono abituati a vivere sulla terra” (Testo 20).

“Durante l'Era Archeozoica nei mari vivevano organismi molto semplici: batteri, spugne e alghe azzurre. Poi nel mare comparvero i primi pesci. Sulla Terra si svilupparono le piante, come le felci, grazie alle quali aumentò sensibilmente l'ossigeno nell'atmosfera. Alcuni animali si spinsero fuori dall'acqua e impararono a respirare con i polmoni; nacquero i primi anfibi.” (Testo 7).

“Alcuni animali divennero anfibi, cioè uscirono dall'acqua adattandosi a vivere anche sulla terraferma.” (Testo 2).

“In seguito, alcuni di questi pesci cominciarono a vivere anche sulla terraferma. Con il trascorrere del tempo il loro corpo si modificò, per adattarsi alla vita fuori dall'acqua... si formarono così prima gli anfibi, poi i rettili.” (Testo 14).

Queste spiegazioni corrispondono a quelle che nelle ricerche sulle teorie ingenuo dell'evoluzioni vengono considerate "misconcezioni" di tipo lamarckiano.

L'argomento che ha offerto più spesso l'occasione di parlare di evoluzione è l'origine dell'uomo. Come si è visto nella tab. 2.2 , la grande maggioranza dei testi

antecedenti e posteriori alla riforma Moratti (53 in tutto) contengono dei cenni sulla derivazione dell'uomo moderno da antenati più antichi, e/o della derivazione di questi dalle scimmie.

“Questi esseri [gli Australopitechi] che, come noi, sapevano camminare su due piedi e usare le mani, vengono chiamati ominidi, gli scienziati li considerano i nostri più lontani antenati. Erano già molto diversi dalle scimmie, ma non erano ancora uomini” (Testo 37).

“L'uomo è il risultato di una lenta evoluzione che dalle scimmie superiori è passata attraverso gli ominidi ed è arrivata all'uomo come oggi lo conosciamo” (Testo 39).

“Compaiono i primi ominidi, cioè quelli che gli scienziati considerano i progenitori dell'uomo” (Testo 1).

“I mammiferi si evolvono. Tra questi, ci sono le scimmie antropomorfe, dalle quali discendono i nostri più lontani antenati, gli ominidi [...] dall'evoluzione degli ominidi ha poi origine l'uomo” (Testo 9).

“Circa 4 milioni di anni fa da una lenta e graduale evoluzione delle scimmie ebbero origine gli ominidi, i più lontani antenati dell'uomo”. (Testo 18)

Dei 53 testi che hanno parlato dell'evoluzione dell'uomo, poco più della metà (n = 28) si sono limitati ad una elencazione di successive comparse, come era avvenuto nella trattazione delle classi dei vertebrati. Gli altri (n = 25 testi) contengono invece dei suggerimenti di tipo Lamarckiano, in cui l'uso o la necessità hanno portato a cambiamenti funzionali e morfologici. I più frequentemente nominati sono l'acquisizione della stazione eretta negli Australopitechi grazie all'apprendimento o alla necessità di adattarsi alla savana, e il successivo sviluppo del cervello stimolato dall'uso delle mani.

“Alcune [scimmie] impararono a camminare su due zampe anziché su quattro e questo fu un bel vantaggio, perché usando solo i piedi per spostarsi restavano loro libere le mani per fare tutto il resto. Non erano ancor uomini come noi, ma con il tempo lo sarebbero diventati. Per questo vengono chiamati ominidi. Iniziando a usarle, le mani cambiarono, il dito pollice si spostò sempre più dalle altre dita, e i nostri antenati poterono afferrare sempre meglio gli oggetti [...] Ma soprattutto, più cose facevano, più diventavano intelligenti, e più il loro cervello si sviluppava” (Testo 6).

“La storia dell'uomo ha inizio in Africa, dove alcune scimmie antropomorfe (cioè simili all'uomo), per adattarsi a vivere nelle pianure, cominciarono a camminare sugli arti posteriori, usando le mani per raccogliere il cibo e afferrare pietre e bastoni: erano i primi ominidi” (Testo 10)

“I primi uomini erano molto diversi da noi anche nell'aspetto fisico e nelle abitudini di vita. Poi, pian piano, hanno scoperto modi diversi e

sempre più efficaci per rispondere ai loro bisogni più importanti: trovare il cibo, procurarsi un riparo, difendersi...e si sono modificati anche nell'aspetto fisico" (Testo 20. Puntini nel testo).

"Milioni di anni fa un gruppo di scimmie scese dagli alberi per vivere a terra. Poco per volta quelle scimmie persero l'abitudine di camminare a quattro zampe e cominciarono a star dritte. Diventarono ominidi, i nostri antenati" (Testo 27).

"Con il tempo, il diverso ambiente di vita [savana rispetto a foresta] provocò in loro grandi cambiamenti: prima **impararono ad alzarsi in piedi**, per vedere da lontano i predatori, poi riuscirono a camminare su due zampe; così anche quando si spostavano, avevano sempre le mani libere per raccogliere il cibo e afferrare un sasso o un bastone. **L'uso delle mani stimolò lo sviluppo del cervello**; con il tempo le dimensioni di questo aumentarono, e *l'homo habilis* riuscì sempre di più a **pensare**, a ricordare, a fare progetti" (Testo 38) (grassetto e corsivi nel testo)

Un possibile modo di parlare dei meccanismi dell'evoluzione è quello di dedicare all'argomento un paragrafo o una sezione specifica, in cui definire il termine *evoluzione*, raccontare come è nata la teoria che ne porta il nome e presentarne i punti essenziali, come fanno alcuni testi divulgativi sull'argomento (ad esempio Gamlin 1993). Con una sola eccezione (che merita di essere riportata per il carattere strabiliante delle affermazioni che contiene, vedi tabella 2.4) nessun sussidiario l'ha fatto. Alcuni hanno usato il termine, a volte anche solo in un titolo, senza mai definirlo (vedi tabella 2.3), come nel seguente esempio:

"Homo Sapiens dette vita agli uomini di oggi, a noi che ci siamo evoluti ulteriormente nella specie di Homo Sapiens-Sapiens, cioè dell'uomo che sa e sa di sapere. Questa specie è comparsa in Africa circa centomila anni fa." (Testo n.7).

Tabella 2.3. Numero di sussidiari anteriori e posteriori alla riforma Moratti, in cui compare o meno il termine *evoluzione*.

	precedente		Posteriore	
	N	%	N	%
Termine assente	14	34	3	16
Presente ma non definito	16	39	5	26
Presente con definizione	11	27	11	58

Tabella 2.4 La teoria di Darwin sull'origine dell'uomo secondo il testo L

"Qual è l'origine dell'uomo? ti proponiamo due diverse teorie sulle quali potrai discutere in classe, con gli insegnanti e con i tuoi genitori. Sarà interessante!. I due scienziati, studiosi di biologia, affermano che....

1. La teoria di Darwin

L'uomo ha subito un'evoluzione sostanziale dalle sue origini a oggi.

Nelle foreste africane vivevano scimmie che, nel corso di milioni di anni, cambiarono il loro aspetto: diventarono **ominidi**, cioè una specie diversa di scimmia, non ancora uguale all'uomo.

Dagli ominidi, circa 4 milioni di anni fa, si passò agli australopitechi, con caratteristiche più umane, perché camminavano eretti (bipedi) e potevano usare le mani per afferrare e trasportare oggetti.

La lotta per la sopravvivenza modificò anch'essi (..).

Lo scienziato Darwin ha cercato di dimostrare la **teoria dell'evoluzione** della specie umana, sostenendo che l'uomo ha avuto origine dalla lenta trasformazione di un "antenato" molto simile alla scimmia; secondo questa teoria, la "preistoria" non è altro che la quantità di tempo impiegata dall'uomo per diventare così com'è oggi. (p. 25, grassetto nel testo)

2. La teoria contraria

Abbiamo visto che i Primati, o scimmie, sono i primi ad annunciare l'esplosione dei mammiferi moderni, all'inizio dell'era Cenozoica (terziaria) circa sessanta milioni di anni fa. Si dice che l'uomo "deriva" dai primati. Non tutti, però, la pensano così.

Secondo alcuni scienziati l'uomo "è" un primate. Da quale forma di primate l'uomo sia stato creato non lo sappiamo. Certamente non da scimmioni come scimpanzé o gorilla, che sono comparsi molto dopo di lui. Gli studiosi dei fossili hanno trovato, soprattutto nelle cave africane, ossa di tanti scheletri simili a quelli umani, dai quali hanno ricostruito figure umanoidi, a cui hanno dato strani nomi. Ogni volta annunciarono di aver trovato il nostro progenitore, e ogni volta hanno dovuto riconoscere che quelle forme erano solo i nostri lontani cugini. Appena comparso sulla terra, l'uomo aveva già tutte le capacità dell'uomo attuale, salvo che non aveva sviluppato la tecnologia moderna". (p. 26)

Maggiori delucidazioni vengono date subito dopo, nelle rubrica Per saperne di più, dove si parla dei "bambini lupo di Midnapore", cresciuti tra gli animali e trovati un'ottantina di anni fa nella jungla da un missionario. Dopo aver raccontato che i bambini non sapevano parlare il testo conclude:

"Da questo drammatico esempio, gli studiosi ebbero una conferma: il nostro linguaggio si apprende soltanto vivendo insieme ad altri esseri umani.

Ma compresero anche un'altra cosa: è vero che l'uomo può evolvere, cioè svilupparsi e migliorare, ma è anche vero che può regredire, cioè peggiorare fino allo stato animalesco. Alcuni scienziati cominciarono a considerare la possibilità che certi uomini primitivi siano regrediti fino allo stato scimmiesco." (p. 27)

Un'altra parte dei testi ne ha dato una breve definizione, come inciso nel testo, o in appositi riquadri dedicati a questo termine. La definizione prevalente è quella di

trasformazione con alcune specificazioni: graduale, lenta, avvenuta in un lungo periodo di tempo. Di rado viene suggerito che essa comporti anche un miglioramento

“L’uomo è il risultato di una lunga serie di cambiamenti, cioè di un’evoluzione.” (Testo 15).

“L’evoluzione è lo sviluppo lento e graduale di un essere vivente. Può trattarsi di un vegetale, di un animale o dell’uomo.” (Testo 35)

“Evoluzione: lento cambiamento degli esseri viventi” (Testo 41).

“L’evoluzione è la lenta trasformazione degli esseri viventi nel corso del tempo. [...] Gli ominidi sono l’evoluzione di alcune scimmie antropomorfe, cioè dall’aspetto simile all’uomo, che smisero di vivere sugli alberi e scesero a terra quando un cambiamento di clima trasformò la foresta in savana.” (Testo D).

“Evoluzione: serie di cambiamenti e trasformazioni delle specie viventi, compreso l’uomo, avvenute nel corso di milioni di anni” (Testo M).

“evoluzione vuol dire cambiamento, miglioramento” (Testo G).

Spesso in termine *evoluzione* viene definito in termini di adattamento: vengono chiamati adattamento l’evoluzione stessa, i suoi risultati, oppure lo scopo che l’evoluzione cerca di raggiungere.

“In origine la Terra non era come la vedi oggi: gli esseri viventi l’hanno popolata in tempi diversi e hanno dovuto adattarsi ai continui cambiamenti dell’ambiente. Questo lento processo di adattamento si chiama evoluzione: è durato milioni di anni e prosegue anche oggi.” (Testo 2).

“Si mise così in moto il processo che gli scienziati chiamano evoluzione, e che avrebbe condotto, nel corso di centinaia di milioni di anni, alla grande varietà e complessità degli organismi vegetali e animali che oggi popolano la Terra. Anche la vita, infatti, cambia nel tempo: sopravvivono e si sviluppano le specie che meglio si adattano alle condizioni dell’ambiente.” (Testo 29).

“Evoluzione. E’ il lento, ma continuo cambiamento degli esseri viventi. Deriva dalla necessità e capacità di adattarsi a vivere in un ambiente. I microrganismi sono stati i primi a “mettere in atto” questa tecnica di sopravvivenza.

Gli animali e poi l’uomo, nel corso dei millenni, hanno sviluppato le parti del corpo che meglio permettevano loro di sopravvivere, di procurarsi cibo, di difendersi e adattarsi alle variazioni del clima e dell’ambiente in cui vivevano.” (Testo I)

Quando la parola *adattamento* non viene esplicitamente connessa ad *evoluzione*, essa viene collegata con altri termini che vengono usati con analogo significato, come e trasformazione:

"L'uomo, come molti animali, è cambiato nel tempo, si è evoluto per adattarsi meglio all'ambiente in cui viveva" (Testo O)

"Nel corso della sua lunghissima storia, la terra ha cambiato molte volte aspetto. Allo stesso modo, gli esseri viventi che l'hanno popolata si sono dovuti adattare alle diverse situazioni climatiche e si sono trasformati per poter sopravvivere" (Testo B).

"I pezzi esposti [in un museo di storia naturale] documentano i grandi cambiamenti avvenuti nel corso del tempo nell'aspetto del pianeta Terra, nel mondo delle piante, degli animali e degli uomini. Queste trasformazioni sono adattamenti che hanno permesso agli esseri viventi di continuare a vivere sul nostro pianeta. Le specie animali e vegetali che non hanno saputo adattarsi si sono estinte". (Testo n.34);

A differenza di *evoluzione*, il termine *adattamento* non è mai stato accompagnato da una esplicita spiegazione, dando per scontato il suo significato. Il quale in effetti un significato di cui si può presumere la conoscenza negli adulti non specialisti in biologia e presumibilmente anche nei bambini di terza elementare ce l'ha, ma quel significato, proprio della lingua comune, confligge con quello che questo termine ha nella biologia, e in particolare nella teoria dell'evoluzione.

Discussione.

L'analisi dei libri di testo ha confermato che l'evoluzione era spesso trattata in III elementare già prima che i programmi ministeriali inserissero "la terra prima dell'uomo" e "la comparsa dell'uomo" tra gli obiettivi di apprendimento nell'ambito della storia. Dopo la "Riforma Moratti", che prevede esplicitamente questi temi, essi sono presenti in tutti i libri. Il modo prevalente di parlare dell'evoluzione è attraverso l'enumerazione di vari gruppi di animali "comparsi" in periodi successivi. Solo una parte dei testi accenna ad una discendenza comune affermando che i primi minuscoli organismi sono progenitori di tutta la varietà dei viventi ad essi succeduta.

In che modo siano avvenuti i cambiamenti che hanno prodotto la moltiplicazione delle specie è stato suggerito da molti testi in riferimento ad esempi specifici (i più frequenti riguardano la comparsa degli anfibi e l'ominazione), e i suggerimenti rispecchiano quel linguaggio finalistico e antropomorfo già documentato e denunciato in alcune ricerche sulle misconcezioni degli studenti come possibile fonte di fraintendimenti (Anderson, Fisher & Norman, 2002.).

L'analisi ha anche mostrato che la parola *evoluzione* compare con frequenza maggiore di *adattamento*, e che la seconda viene spesso usata per definire la prima. Questo dà sostegno alle critiche avanzate nel capitolo precedente al punto di vista della Evans (2000b, 2001), secondo la quale la nozione di adattamento viene acquisita prima di quella di evoluzione (e, sembrerebbe, non per via scolastica e libresco, ma tramite osservazioni dirette) e ne porrebbe le basi. L'analisi dei testi suggerisce invece che, almeno in Italia, i bambini sentano parlare sia di evoluzione che di adattamento, ma più spesso della prima che della seconda.

Infine, abbiamo visto che *adattamento* a differenza di *evoluzione*, non viene definito. I bambini quindi non possono fare altro che interpretare il termine in base al significato che essi conoscono, che è quello della vita quotidiana. E' così che iniziano quei fraintendimenti che, come abbiamo visto, sono una fonte riconosciuta di misconcezioni (Alters & Nelson, 2002; Bishop & Anderson, 1990).

E' degno di nota che, nonostante i considerevoli cambiamenti introdotti dai "programmi Moratti", le differenze tra i libri di testo nel modo in cui sono stati trattati gli argomenti esaminati siano esigue. Indipendentemente dallo spazio riservato a questo o quel gruppo di animali, i libri sembrano richiamarsi a un comune modello relativamente impermeabile al susseguirsi delle riforme scolastiche.

Resta ora da chiedersi in quale misura ciò che viene insegnato a scuola corrisponde ai contenuti emersi dall'analisi dei libri di testo, e cosa imparano i bambini. Questo è l'argomento dei prossimi due capitoli.

Capitolo 3.

Studio 2. Le concezioni sull'origine delle specie nei bambini in bambini di II e III elementare.

I bambini tra gli 8 e i 10 anni sono stati riuniti dalla Evans in un unico livello di età (quello dei bambini “medi”), e l’omogeneità delle loro risposte, tutte prevalentemente creazionistiche, aveva dato ragione a questa scelta. In Italia invece, se si attribuisce un ruolo non periferico ai “fattori estrinseci”, ci si possono aspettare notevoli differenze tra i bambini di 8 e quelli di 9 anni, corrispondenti alla II e alla III elementare, perché (alla fine dell’anno scolastico) i primi non hanno ancora sentito parlare dell’evoluzione (almeno a scuola) e gli altri invece sì. La prima ipotesi del presente studio era che, come nei loro coetanei americani, nei bambini di seconda fossero presenti prevalentemente idee creazionistiche, corrispondenti sia al pensiero artificialistico tipico di questa età che alla tradizione religiosa tuttora molto diffusa in Italia.

Nei bambini di terza, lo studio de “la vita prima dell’uomo” dovrebbe invece aver provocato la formazione le prime idee evoluzionistiche (misconcezioni lamarckiane), o cambiamenti più o meno periferici (Chinn & Brewer, 1993) di concezioni creazionistiche, a meno che l’essenzialismo non costituisca un filtro insormontabile all’assimilazione di queste nozioni. La mia ipotesi era che l’essenzialismo non costituisse un ostacolo, dal momento che una cosa è attribuire una essenza a un singolo essere vivente nel corso della sua vita individuale, o ad un’intera specie nel breve periodo, un altro non ammettere che possano avvenire dei cambiamenti nel corso di migliaia o milioni di anni. La mia ipotesi era perciò che tra i bambini di terza prevalessero le concezioni evoluzionistiche, o un miscuglio di creazionismo ed evoluzionismo.

Esaminare le differenze tra età connesse all’influenza normativa della scolarizzazione era il primo obiettivo del presente studio. Il secondo obiettivo era quello di confrontare le idee dei bambini sull’origine dell’uomo con quelle sull’origine degli animali. In classe terza elementare generalmente l’evoluzione dell’uomo è trattata più ampiamente rispetto a quella degli animali; anche se i bambini di seconda

non hanno ancora affrontato questo argomento a scuola, essi possono ricevere informazioni sull'uomo primitivo come sugli animali primitivi, tramite libri o la televisione. Per i bambini creazionisti probabilmente queste informazioni costituiscono le prime anomalie rispetto alle loro concezioni creazionistiche. Si ipotizza che le concezioni dei bambini sull'origine dell'uomo siano simili o un po' più avanzate rispetto a quelle manifestate sugli animali, diversamente da quanto trovato dalla Evans (2000b) nei bambini americani.

Metodo

Partecipanti.

Hanno partecipato all'indagine 39 bambini, 21 di II (12 maschi e 9 femmine, età compresa tra 7 anni e 1 mese e 8 anni e 4 mesi; $M= 7,9$ anni; $DS=0,5$), e 18 di III elementare (6 maschi e 12 femmine, età compresa tra 8 anni e 1 mese e 9 anni e 3 mesi; $M= 8,8$ anni; $DS= 0,5$), frequentanti una scuola primaria in una cittadina in Provincia di Varese (Istituto Comprensivo di Castiglione Olona, una struttura che include scuole elementari e medie, facente capo ad un unico dirigente). Ad eccezione di due bambini nati in Italia da genitori tunisini, tutti gli altri erano di cittadinanza italiana. Le interviste sono state condotte dopo autorizzazione da parte dell'istituzione scolastica.

Procedura.

I bambini sono stati sottoposti individualmente a un'intervista semistrutturata sulle seguenti aree tematiche: origine delle specie; loro cambiamento nel tempo; estinzione di alcune specie; origine dell'uomo primitivo e moderno. La traccia di intervista è stata costruita prendendo spunto dalle domande utilizzate da Samarpungavan e Wiers (1997) e dopo aver condotto un'indagine pilota su alcuni bambini di età compresa tra i 7 anni e 10 mesi e gli 8 anni e 9 mesi che non hanno poi preso parte alla ricerca vera e propria. Durante il colloquio, dopo la fase introduttiva di familiarizzazione, durante la quale i bambini sono stati coinvolti e motivati, sono state poste domande del tipo: "Mi dici il nome di qualche animale che conosci?"; "Gli animali ci sono sempre stati sulla terra, fin dall'inizio?"; "Come hanno cominciato ad essere sulla terra i primi animali?"; "Come erano i primi animali?"; "I primi animali erano diversi da quelli che esistono oggi?"; (Se diversi) "Che tipi di animali erano?";

“Perché i primi animali erano diversi: com’è avvenuto?”; ”Gli animali che esistono adesso sono comparsi tutti insieme oppure un po’ alla volta?”. Sono state presentate ai bambini nove figure di animali (pesce, mosca, lucertola, tartaruga, dinosauro, uccello, mucca, uomo primitivo, uomo moderno) poste sul tavolo in ordine casuale, quindi è stato chiesto di disporle lungo una linea del tempo, in ordine di comparsa, e di spiegare i criteri del loro ordinamento. Le figure dell’uomo primitivo e di quello moderno hanno permesso di conoscere le idee dei bambini sull’origine dell’uomo (cfr. Appendice B: Schema di intervista). L’intervista è stata condotta in modo flessibile: sono stati affrontati gli stessi argomenti con tutti i bambini ma l’ordine delle domande poteva cambiare e, quando necessario, sono state poste domande di approfondimento e di chiarimento. Tutti i bambini si sono dimostrati attenti e interessati. I colloqui sono stati tutti audioregistrati e interamente trascritti.

E’ stata condotta, inoltre, un’intervista con l’insegnante di storia della classe terza per conoscere le informazioni da lei fornite ai bambini riguardo l’origine delle specie.

Codifica delle risposte

Analogamente a Samarapungavan e Wiers (1997) sono stati condotte due diverse analisi delle risposte, una su specifici argomenti, l’altra su pattern complessivi di risposta.

Al primo livello di analisi, le idee dei bambini sugli animali sono state classificate in categorie costruite a posteriori, in base ad un’analisi preliminare dei protocolli e aver costruito un apposito manuale di codifica; le informazioni codificate nelle varie categorie sono state individuate attraverso una o più domande. Questa valutazione è stata condotta da due giudici indipendenti, il cui grado di accordo è variato dal 85% al 100%. I casi di disaccordo sono stati risolti attraverso una discussione tra i due giudici. Al secondo livello, la totalità delle risposte sugli animali fornite da ciascun bambino sono state codificate in quattro “strutture esplicative” (descritte in seguito nel testo). Le risposte sull’origine dell’uomo sono state valutate separatamente analizzando la loro concordanza con le strutture esplicative usate per gli animali.

Informazioni sull'insegnamento svolto

L'intervista condotta con l'insegnante di storia di terza elementare ha avuto lo scopo di conoscere il modo in cui essa aveva affrontato il tema dell'evoluzione in classe, ed in particolare di ottenere alcune specifiche informazioni sugli argomenti trattati (ordine di presentazione e strumenti) e il tempo dedicato a ciascuno. Si è chiesto inoltre all'insegnante di poter prendere visione del materiale da essa utilizzato (schede e brani presi da altri libri di testo e a guide didattiche.)

La sintesi delle informazioni ottenute in questo modo è presentata in tabella 3.1.

In seconda elementare temi attinenti all'origine delle specie erano stati trattati solo dall'insegnante di religione con la presentazione del brano sulla Creazione della Genesi in due lezioni di due ore ciascuna.

In classe terza l'insegnante, dopo aver introdotto il tema dell'origine della terra e degli esseri viventi attraverso gli interrogativi posti dagli stessi bambini, ha presentato le spiegazioni religiose, mitologiche e scientifiche, dedicando poi due mesi (circa 32 ore) alla spiegazione scientifica dell'origine della terra e della vita; dopo aver riferito che la vita è iniziata nell'acqua, in cui si sono formati i primi esseri viventi (microrganismi) l'insegnante ha presentato la comparsa di pesci, anfibi rettili e mammiferi. Anche se il materiale utilizzato (schede e letture) suggerisce fortemente che l'idea di comparse indipendenti e successive, l'insegnante ha affermato di aver sottolineato i cambiamenti evolutivi, proponendo esempi di trasformazione di alcuni tipi di animali in altri (alcuni pesci si sono trasformati in anfibi e alcuni anfibi in rettili) e di aver specificato che ogni specie deriva dai primi microrganismi acquatici, antenati comuni a tutti gli animali. L'insegnante ha utilizzato una linea del tempo sulla quale ha fatto disporre ai bambini i vari eventi geologici e biologici. La nozione di evoluzione è stata proposta come un lento cambiamento nel tempo, e quella di adattamento è stata messa in relazione ai cambiamenti del clima. L'insegnante ha detto genericamente che gli animali hanno sviluppato, nel corso delle ere, parti del corpo che avrebbero loro permesso di sopravvivere meglio, ha affermato che questo processo si chiama "adattamento", ma non si è soffermata nella descrizione dei meccanismi di cambiamento.

Alcune lezioni hanno riguardato i dinosauri (12 ore); le informazioni hanno riguardato i principali tipi di dinosauri, l'epoca in cui sono vissuti, quando e perché si

sono estinti, ma non sono state date spiegazioni sulla loro comparsa. La maestra ha riferito di aver detto che i dinosauri mostrati nelle schede si erano estinti perché non si erano ben adattati, ma che altre linee di rettili, con caratteristiche anche simili a quelle dei dinosauri, avevano proseguito la loro evoluzione. La visita al “Parco della Preistoria” (Rivolta d’Adda CR) ha permesso ai bambini di ripercorrere la successione evolutiva delle specie, dai primi microrganismi nati nell’acqua fino all’uomo.

Ampio spazio è stato dedicato all’uomo e alla sua evoluzione (24 ore di lezione): il materiale utilizzato ha offerto una panoramica completa dell’evoluzione dell’uomo (scimmie, scimmie antropomorfe, chiamate “Ramapitechi”, Australopitechi, Homo habilis, Homo erectus, Homo Neanderthaliensis, and Homo sapiens). Nei brani proposti venivano sottolineate le differenze fisiche tra gli esseri umani moderni e i loro antenati, e venivano descritte le diverse abilità caratterizzanti vari ominidi. Dall’analisi del materiale usato è emersa una “evoluzione” intesa esclusivamente come cambiamento nel corso del tempo, senza alcun accenno alla selezione naturale. Per quanto riguarda l’evoluzione umana, è stato messo l’accento sull’acquisizione di nuove abilità e sulla capacità dell’uomo di usare la propria intelligenza, ma non sull’aumento della dotazione cognitiva e le sue connessioni con cambiamenti nel cervello.

Si può dunque concludere che i bambini di terza elementare avevano ricevuto molte informazioni sull’ordine di comparsa di varie classi di vertebrati e degli antenati più prossimi dell’Homo sapiens nei mesi precedenti l’intervista, ma poche e fuorvianti spiegazioni sui meccanismi dell’evoluzione. Il termine “adattamento”, usato in queste spiegazioni sembra inteso come “imparare qualcosa di utile” e non come “casualità nell’ereditare una combinazione di caratteri ben adattati sulla quale va ad agire il principio di *selezione naturale*” (cfr. Mayr, 1994, pag 50).

Tabella 3.1. Sintesi degli argomenti relativi all'origine delle specie trattati in classe III.

Argomenti	
Domande a cui rispondono scienza e religione e mitologia	“La terra è sempre esistita?” “Da dove viene l’uomo” “Perché?” “Come e quando è iniziata la vita?”
Miti sull’origine dell’uomo	Mito babilonese, indiano, buddista, maya.
Teoria religiosa; Lettura del passo della genesi	La Creazione Genesi (1, 1-5)
Teoria del big - bang e origine della vita nell’acqua	I primi esseri viventi: microrganismi di vario genere
Linea del tempo a partire dal big - bang fino all’uomo	Serie di esseri viventi presenti nei vari periodi
Evoluzione (discendenza comune)	Comparsa vari animali (pesci, anfibi, rettili, dinosauri, uccelli, mammiferi). Ogni specie deriva dai primi organismi acquatici. Alcuni pesci trasformati in anfibi, alcuni anfibi in rettili.
Sequenza di comparsa dei vari animali	pesci, anfibi, rettili, dinosauri, uccelli, mammiferi, uomo
Adattamento	Adattamento in relazione al clima. “Gli animali hanno sviluppato le parti del corpo che avrebbero loro permesso di vivere meglio”.
Estinzione dei Dinosauri	I dinosauri “estinti perché non ben adattati”
Uscita didattica al “Parco della Preistoria”	Successione evolutiva della specie, dai primi microrganismi nati nell’acqua all’uomo.
Evoluzione dell’uomo	Scimmie, Scimmie antropomorfe (Ramapitechi), Australopiteco, Homo habilis e successive evoluzioni. Modifiche del corpo. Acquisizioni di nuove abilità nel tempo e capacità di usare la propria intelligenza. Cambiamento abitudini alimentari.

Analisi dei dati

L’analisi statistica dei dati è stata condotta con il Pacchetto Statistico per le Scienze Sociali (SPSS Inc., 2006), calcolando le statistiche descrittive (frequenze e percentuali), mettendo a confronto le differenze tra le classi e il genere con test non parametrici (Chi quadro, Friedman, McNemar). Dato che non è emersa alcuna differenza di genere, vengono presentati solo i risultati dei confronti tra le classi.

Risultati.

Nell'esporre i risultati emersi saranno presentati i due livelli di analisi delle risposte dei bambini, prima i risultati relativi ai singoli argomenti affrontati e successivamente i pattern di risposta.

L'origine degli animali

Le idee dei bambini delle due classi non hanno mostrato differenze significative sul modo in cui i primi animali hanno iniziato la loro esistenza. La maggioranza dei bambini ha detto che gli animali sono stati "creati da Dio" (n = 22, 56%), circa un terzo (n = 11, 28%) ha nominato processi naturali, come l'emergere della vita dalla terra o dall'acqua, l'evoluzione di microrganismi o semplicemente la comparsa degli animali. Alcuni bambini (n = 6, 15%) hanno dato risposte contraddittorie, nominando sia la creazione che i processi naturali. Nonostante la prevalenza di risposte creazionistiche, la maggioranza dei bambini (n = 24, 61%) ha anche affermato che i primi animali (tutti o alcuni di essi) erano diversi da quelli attualmente esistenti. Queste risposte sono state fornite da 9 (43%) bambini di seconda, vs 15 (83%) di terza, con una differenza significativa, $\chi^2(1, N = 39) = 6,7 p < .01$.

I bambini hanno spiegato in due modi diversi le differenze tra i primi animali e quelli attuali: con l'estinzione di primi seguita dalla creazione dei secondi da parte di Dio, o attraverso la trasformazione dei primi nei secondi. Le trasformazioni sono state nominate da 9 (43%) bambini di seconda, vs 15 (83%) di terza, $\chi^2(1, N = 39) = 6,7 p < .01$. L'origine indipendente degli animali attuali è stata nominata da 25 bambini (67%), senza alcuna differenza significativa tra le classi. Sembra che i bambini non abbiano percepito alcun conflitto tra questi due tipi di spiegazioni: il 61% di coloro che descritto origini indipendenti ha parlato anche di trasformazioni.

Le trasformazioni descritte dai bambini sono state di abbellimento, aumento o diminuzione di dimensione, aggiunta o perdita di parti. La spiegazione di come questo sia avvenuto, che è stata espressa più di frequente, si è richiamata al trascorrere del tempo o la gradualità delle trasformazioni ed è stata fornita da 15 bambini (62% di coloro che hanno parlato di trasformazioni), che hanno usato termini come "col tempo", "a poco a poco", "pezzo per pezzo", "un po' alla volta". Cinque bambini (21%) hanno attribuito le trasformazioni all'intervento di Dio o della natura; solo quattro bambini (4%) si sono richiamati all'"adattamento" nominando l'uso e il disuso

di alcune parti del corpo. Questi bambini hanno affermato che il continuo utilizzo di alcune parti del corpo ne ha provocato una modifica/riduzione (ad esempio: le tigri non avevano più i denti a sciabola “*perché si sono consumati pian piano.. forse perché prima mangiavano cose troppo dure!*”), oppure che la mancata utilizzazione di una parte del corpo ne ha provocato la scomparsa (ad esempio: “.. *quei dinosauri la coda non la usavano e ha cominciato a rimpicciolirsi perchè non la usavano e poi non ce l’avevano più*”), o infine un’intensa attività ha provocato la comparsa o nuove parti del corpo (ad esempio: “... *ad alcuni pesci pian piano gli è cambiato un po’ il corpo, sono venute le zampe e sono usciti... (Ah, e com’è successo che gli sono venute le zampe?) – boh. a forza di nuotare!*”).

Parlando della trasformazione degli animali i bambini hanno usato i termini *evoluzione* (o *evolvere*) e *adattamento* (o *adattare*); *evoluzione* è stato usato da 13 (77%) di terza e da 3 (14%) di seconda, $\chi^2(1, N = 39) = 13,5 p < .001$ ed *adattamento* è stata usato da 9 (50%) bambini di terza e da nessuno di seconda, $\chi^2(1, N = 39) = 13,7 p < .001$. Tutti i bambini che hanno usato la parola *adattamento* hanno parlato anche di *evoluzione*, mentre sette bambini hanno usato il termine *evoluzione* senza parlare di *adattamento*, una differenza significativa al test di McNemar ($p = .016$). Sembra che i bambini abbiano incontrato queste parole in terza, e che abbiano sentito parlare più di *evoluzione* che di *adattamento*.

Quando sono comparsi i vari tipi di animali?

Il 56% dei bambini di terza vs il 5% di quelli di seconda hanno sostenuto che i primi esseri viventi sono comparsi “milioni di anni fa”; mentre l’81% di quelli di seconda, vs il 39% di quelli di terza hanno utilizzato termini generici come “pochi, tanti, tantissimi anni fa”. Gli altri hanno affermato di non saper definire quando possa essere successo. Le differenze tra i bambini delle due classi nel definire il periodo di tempo in cui sono comparsi i primi animali sono significative $\chi^2(2, N = 39) = 12,4; p < .005$.

Nessun bambino ha raggruppato gli animali al punto iniziale della linea del tempo, diversamente dai risultati presentati da Samarapungavan & Wiers (1997). La maggioranza di essi ($n = 28, 72\%$) li ha distribuiti uno dopo l’altro, lungo tutta la linea; sette bambini hanno disposto talora due animali nello stesso punto ($n = 7, 18\%$); soltanto 4 bambini (10%) hanno riunito sei animali insieme. Queste risposte sono state

codificate assegnando ad ogni animale un punteggio corrispondente alla posizione nella linea, che poteva andare da 1 (estremo sinistro) a 9. Quando due o più animali erano raggruppati insieme, il loro punteggio era rappresentato dal rango medio. Mi aspettavo che la maggior parte dei bambini, indipendentemente dalla classe frequentata, avrebbero collocato l'uomo moderno nel punto finale della linea, poiché questo è previsto sia dal punto di vista creazionistico che evolucionistico. Mi aspettavo invece delle differenze tra le classi riguardo a dinosauro e l'uomo primitivo. Prevedevo cioè che i bambini di seconda li avrebbero collocati prime posizioni, come suggerito dalle informazioni ampiamente disponibili sul fatto che gli uomini primitivi e dinosauri vivevano in un remoto passato e ora non esistono più: dinosauri come esseri estinti; prevedevo invece che i bambini di terza avrebbero messo pesce e lucertola nelle prime due posizioni, poiché avevano imparato a scuola che la vita è iniziata nel mare e che i rettili sono stati i primi animali a vivere sulla terra. I risultati, illustrati nella tabella 3.2, hanno confermato solo parzialmente queste ipotesi.

Tabella 3.2. Media e mediana dei ranghi (posizioni) dei diversi animali sulla linea del tempo

Animali	II classe		III classe	
	media (sd)	mediana	media (sd)	mediana
pesce	5,5 (2,4)	6,0	2,6 (2)	1,5
mosca	4,8 (1,9)	5,0	6,2 (1,6)	6,2
lucertola	5,0 (2,1)	4,5	3,3 (1,9)	3,0
dinosauro	2,3 (2,1)	1,5	2,8 (2)	2,0
tartaruga	6,1 (2,1)	6,0	4,6 (1,7)	4,5
uccello	5,5 (1,8)	5,0	5,9 (1,4)	6,0
mucca	6,0 (1,9)	6,5	6,9 (1,7)	7,2
uomo primitivo	3,3 (2,5)	2,0	5,0 (2,5)	6,0
uomo moderno	6,3 (2,8)	7,0	7,5 (2,5)	9,0

Il test di Friedman ha messo in evidenza che ci sono differenze significative nelle posizioni assegnate ai diversi animali lungo la linea del tempo, sia dai bambini di seconda, $\chi^2(8, n = 21) = 42,8; p < .001$, che da quelli di terza $\chi^2(8, n = 18) = 64,6, p < .001$. Il post hoc per confronto a coppie (vedi Siegel & Castellan, 1988) ha mostrato che in seconda il rango dei dinosauri era significativamente più basso di quello degli altri tipi di animali (cioè pesce, tartaruga, uccello, mucca e uomo moderno) e che l'uomo primitivo differiva da uccello, mucca, mosca e uomo moderno. In terza il dinosauro era preceduto dal pesce, ed entrambi avevano un rango significativamente più basso della maggior parte degli altri animali (uccello, mucca, mosca e uomo

moderno). La prima posizione era condivisa da pesce e dinosauro poiché alcuni vi avevano collocato il pesce ($n = 9, 50\%$) e altri il dinosauro ($n = 6, 33\%$).

Le giustificazioni che i bambini hanno dato del modo in cui avevano collocato gli animali lungo la linea del tempo aiutano a capire il loro pensiero più che le collocazioni in sé. La giustificazione più frequente ($n = 21$) si richiama alla catena alimentare affermando che i primi animali costituivano il cibo per quelli venuti dopo, ed è stata fornita da 15 bambini di seconda (71%) e 6 di terza (33%), $\chi^2(1, N = 39) = 5,6; p < .05$. Seconda per frequenza è la giustificazione evuzionistica, ($n = 14$) con la quale il bambino o la bambina hanno affermato di aver messo un animale prima di un altro ritenendolo (a torto o a ragione) evoluto da esso o dopo di esso. Questo tipo di giustificazione è stato dato da 4 bambini di seconda (19%) e 10 di terza (56%), $\chi^2(1, N = 39) = 5,6; p < .05$. Infine, 10 bambini (7 di seconda e 3 di terza, rispettivamente 33% e 17%, NS) hanno parlato di somiglianze tra animali (es. lucertola e dinosauro), o relazioni tematiche, come il fatto di vederli insieme (es. mucca e mosca).

Nell'insieme, l'analisi dei dati a livello dei singoli temi ha indicato che sebbene più o meno la stessa proporzione di bambini di seconda e di terza avesse dato risposte creazionistiche alla domanda su come sono cominciati gli animali, i bambini di terza hanno mostrato di possedere un'idea più precisa di quando e iniziata la vita, una maggior conoscenza delle differenze tra i primi animali e quelli odierni, e del fatto che sono il risultato di una serie di trasformazioni avvenute nei tipi di animali nel corso di un lungo periodo di tempo. Inoltre i bambini di terza hanno manifestato maggiori conoscenze sui tipi di animali apparsi per primi e sull'evoluzione.

Pattern complessivi di risposta

A differenza di Samarapungavan & Wiers (1997), che si aspettavano di trovare diverse cornici di riferimento (*frameworks*) simili alle prime teorie biologiche sulla speciazione, mi aspettavo di trovare solo le due *strutture* (cioè creazionista ed evuzionista) presenti nella nostra cultura, e una terza mista, risultata della loro mescolanza. Tuttavia, l'esame dei protocolli ha messo in luce l'esistenza di un quarto pattern, in cui non veniva nominata né creazione né l'evoluzione, se non in termini di abbellimento, e che può essere denominato "naturalistico". In tabella 3.3 è

presentata la descrizione delle caratteristiche dei pattern, mentre, per ciascuno di essi, sono stati riportati qui di seguito alcuni esempi.

Pattern Creazionistico

Omar (cl.II). Alla domanda su come abbiano cominciato ad essere sulla terra i primi animali ha risposto “*. dall’uovo penso.. cioè.. da dove nascono di solito.*” (E l’uovo?) “*.. per me.. forse i primi li ha fatti Dio.. e poi loro hanno fatto l’uovo*”. (Com’erano i primi animali?): “*.. per me Dio il primo leone l’ha fatto uguale a quello di oggi... credo che li ha fatti tutti uguali a ora.*” Ha messo il dinosauro per primo sulla linea del tempo spiegando: “*li ha fatti prima uno.. poi un altro ...per me Dio ha creato prima di tutto il dinosauro, ho sentito dal mio papà che prima degli animali c’erano i dinosauri ... Dio l’ha creato (l’uomo) subito dopo gli animali.. l’ha fatto un po’ peloso perché così poteva essere amico degli animali.. ...dopo un po’ Dio ha tolto il primitivo e ha creato quello normale. . lui era brutto. gli piaceva poco, era anche un po’ storto!*”

Riccardo (cl.II). (Come hanno cominciato ad essere sulla terra i primi animali?): “*Eh.. li ha creati Dio (e come ha fatto?) eh, ha fatto una grande magia e.. sono nati tutti...un po’ di tempo fa... tanto tempo fa*”. Ha proseguito dicendo che i primi animali “*erano fatti nello stesso modo di ora*” e che “*Li ha creati in momenti diversi*”. Nel compito di ordinamento degli animali pone per primi il dinosauro che “*E’ una specie di animale che vivevano tantissimo tempo fa e mangiavano l’erba e.. provavano anche a mangiare l’uomo primitivo ma lui li uccideva*”. Ha messo i dinosauri per primi sulla linea del tempo spiegando: “*allora Dio ha creato prima il dinosauro e dopo, quando è morto, l’uomo primitivo ... Perché sennò i dinosauri mangiavano tutti gli uomini. Erano rimasti pochi dinosauri e quei pochi poi sono morti. li ha uccisi l’uomo primitivo perché non aveva da mangiare.. c’era solo qualche radice*” Quindi ha spiegato che “*l’uomo primitivo dopo è diventato un uomo. ... Dio lo ha fatto trasformare. c’è voluto un po’ di tempo*”. Dopo l’uomo primitivo ha messo l’uomo moderno e gli altri animali, che, ha spiegato sono stati creati da Dio per fornire agli uomini una grande varietà di cibo.

Sara P. (cl.II): I primi animali sono stati “*Nella preistoria i dinosauri. Li ha creati Gesù. ... e ha creato tutti gli altri animali anche. l’uomo e la terra. (Come ha fatto secondo te?) boh.. con le mani e la terra.. poi l’ha fatta vivere*”. Secondo lei, i

primi animali erano diversi da quelli di attualmente viventi “C’erano i dinosauri! Ma anche gli altri animali erano un po’ diversi.. allora certi erano più grandi e più cicciotti, più bruttini”. Erano diversi “.. perché erano stati appena creati e allora li ha fatti un po’ diversi”. (Come mai ora sono così?) “.. che.. .. Gesù ne ha creati molti altri meglio. ... gli altri li ha fatti scomparire Gesù perché doveva preparare quelli nuovi, più belli”. Nel compito di ordinamento degli animali ha posto per primo il dinosauro, seguiti da uomo primitivo e moderno e infine da tutti gli altri animali insieme, ella ha spiegato “allora prima Gesù ha fatto i dinosauri, tantissimo tempo fa”. Poi è passato tantissimo tempo “il dinosauro non c’era più perché Gesù l’aveva fatto sparire perché sennò uccideva tutto l’uomo sulla terra.. poi l’uomo pleistolico (sic) che faceva il mangiare da solo, con la frutta e le verdure.. poi è cambiato perché Gesù l’ha fatto cambiare ... sulla terra ci doveva essere l’uomo per fare nascere il mondo, cioè Gesù aiutava l’uomo a fare tante persone nel mondo, i bambini.. così l’uomo di oggi poteva vivere meglio nel mondo con le città”. Poi Gesù ha fatto tutti gli altri animali “per il cibo, il latte.. l’uomo mangia il pesce... per abbellire la natura con altri animali che.. che riempivano un po’ la terra.. poi gli animali erano pronti e Gesù li ha messi sulla terra”

Pattern Naturalistico

Sofia (cl. III). “Dopo un po’ di anni.. sono apparsi...con la natura sono apparsi.. cioè la natura è apparsa con i semi, è apparsa da sola, e gli animali secondo me hanno fatto come la natura.. dal nulla sono apparsi. Però perché avevano il cibo. Non so cosa faceva succedere questa apparizione.. Dio forse.. o la Natura... l’importante è che apparivano, sennò ora.. non c’era niente.” Ha affermato che i primi animali, come i dinosauri, erano diversi, ed ha spiegato come è accaduto: “Dopo tanto tempo c’è stata l’evoluzione, ... allora l’evoluzione è quando.. no scusa ho sbagliato, volevo dire l’estinzione!.. che sono scomparsi i dinosauri più una parte degli altri animali... cioè sono scomparsi i dinosauri e sono apparsi degli altri animali, quelli che ci sono adesso in giro ... un giorno è apparso.. tipo il gatto.. però dopo un po’ di anni che erano morti i dinosauri”. Quindi ha messo gli animali lungo la linea del tempo, ed ha detto che sono apparsi o arrivati.

Alessia (cl. II) : “penso che è la natura che li ha fatti, i primi animali.. Cento anni fa. (E’ tanto tempo fa o poco?) tantissimo.Erano un po’ diversi.. i primi

animali.. (i primi cani) un po' brutti, con il pelo.. i denti più lunghi... hanno iniziato a cambiare la faccia.. pezzettini per volta (...) li ha cambiati la natura ... perché erano troppo brutti.. bruttissimi.. e la natura ha voluto cambiarli".

Pattern Evoluzionistico

Arianna (cl. III). Ha detto che i primi animali *"si sono creati da soli... Parecchi anni fa.. diciotto milioni di anni fa"*, erano diversi da quelli attuali *"tipo più selvatici ma.. non lo so bene... con un lungo pelo e le unghie lunghe, brutti...(...) col tempo si sono formati gli animali di ora, sono apparsi gli animali di ora"* mentre gli altri *"si sono estinti tutti, sono scomparsi"*. Ha affermato che gli animali che esistono adesso sono comparsi un po' alla volta. Inoltre nel compito di ordinamento delle figure ha sostenuto che *"per primo.. è comparso il dinosauro e poi è apparsa la lucertola. Poi è apparsi.. i pesci.. perché.. poi la tartaruga perché sta fuori dall'acqua, in terra... cioè anche le lucertole stavano in terra, però sono tipo i dinosauri (...) il pesce poi ha imparato ad uscire dall'acqua, come la tartaruga che è anfibio e sta in tutte e due"*. Quando le viene chiesto come i pesci *"hanno imparato"* ad uscire dall'acqua ha risposto *"ehm. non tutti, alcuni sono rimasti nell'acqua, a quelli che sono usciti pian piano gli è cambiato un po' il corpo, sono venute le zampe e sono usciti"*. Non sa dire come gli siano venute le zampe, ma azzarda: *"Boh. a forza di nuotare!"*

Ilaria (cl.III). *"Eh.. i primi organismi sono nati nell'acqua, erano piccolissimi, trasparenti tipo plancton, quelle cose lì. Poi col passare degli anni.. il tempo, si sono risultati questi pesci un po' più grossi"*, i pesci *"potrebbe essere che si sono evoluti dai microrganismi"*. (Evoluti?) l'evoluzione *"è un cambiamento nel tempo che succede quando un animale.. qualcuno si adatta a quel clima, riesce a difendersi dai nemici e trova il cibo"*. Quando le si chiede come hanno iniziato ad esserci i microrganismi afferma *"si son creati da soli, col passare del tempo l'acqua avrà sviluppato qualcosa.. non so.. (...) mi sembra, che i microrganismi si sono creati con l'acqua, col passare del tempo, ... per me è stata l'acqua che piano piano si è messa insieme, poi è venuto il pesce con l'evoluzione e poi il pesce pian piano è uscito dall'acqua, è diventato un anfibio, cioè che può stare sia nell'acqua che.. fuori"*. I primi animali sono diversi da quelli di oggi perchè *"è cambiato il clima e son stati costretti gli animali a cambiare anche loro.. le loro forme.. parti del corpo, come la corazza che il*

pesce ha perso.. perché se non fosse stato per l'evoluzione noi non saremmo ancora esistiti”.

Fabio (cl. III). *“Eh.. prima si è formato l'ossigeno.. hanno incominciato a nascere delle piccole cose.. e pian piano si sono evolute. (Evolute?) ... nel senso che si sono adattate all'ambiente e quindi son riusciti a.. prima di tutto a.. riprodursi, quindi a diventare più tanti, di più.. e poi si sono adattati, quindi hanno trovato il cibo, si sono saputi difendere dai loro predatori.. e non so. (Quando è successo?) Prima di tutto Dio ha creato l'universo, e poi è arrivato il big bang e tutta la storia. (Ma gli animali hanno a che fare con Dio?) no, sono nati da soli tantissimi anni fa”.* Gli animali erano *“diversi, in certe cose erano simili però erano diversi... (per esempio?).. non so, il triceratopo al posto del rinoceronte... Si è evoluto.. il triceratopo. (si è evoluto?) ..eh.. non so si è adattato all'ambiente, è successo così.. l'ambiente era diverso e lui pian piano è cambiato”.*

Ha ordinato le figure di animali mettendo *“il primo è il pesce corazzato, che io so che è il primo.. nelle figure i batteri non ci sono! Poi ha chiesto la figura di un anfibio perché i pesci sono usciti dall'acqua e si sono abituati ad uscire pian piano.. alcuni sono usciti e altri no. (Vuoi dire che per qualcuno c'è stato un cambiamento?) secondo me i pesci hanno incominciato a vedere la terra, hanno provato ad uscire, si sono abituati.. alcuni non sono proprio riusciti ad abituarci, altri sono riusciti però.. secondo me stavano più nell'acqua, uscivano ogni tanto. (Poi ha chiesto se la lucertola è un rettile e la posiziona dopo l'anfibio) ... perché l'anfibio mentre stava fuori si è evoluto in rettile.. è cambiato, è diventato dopo il dinosauro, un grosso rettile.. sta sempre fuori. (quindi ha messo la mosca?) ..secondo me gli insetti sono arrivati dopo i dinosauri. (quindi ah messo l'uccello) secondo me.. la mosca si è evoluta in uccello più grosso. La mucca è già un mammifero, quindi dopo i dinosauri sono arrivati i mammiferi e.. non era proprio così la mucca,eh! Però è il primo mammifero secondo me. Poi l'uomo, scimmia e come ora...I primi mammiferi piccolini si sono pian piano ingranditi e è uscito l'uomo che è l'ultima evoluzione dei mammiferi”.*

Pattern Misto

Alberto (cl.II) All'inizio dell'intervista ha detto che i primi animali erano dinosauri nati dalle uova, e da loro si sono evoluti altri animali. *“I diplodochi si son trasformati in giraffe. Poi un dinosauro, non mi ricordo quale, si è trasformato in una tartaruga. Successivamente, ponendo gli animali sulla linea del tempo, ha parlato di*

comparsa indipendente di vari tipi di animali: *prima tanto tempo fa c'è stata la mosca e altri insetti: dopo tanto tempo fa si è creato il pesce, poi dopo si è creato il dinosauro.. perché senza cibo non poteva esistere.*" Infine, ha affermato che Dio ha creato ogni cosa.

Chiara (cl.II). Ha affermato che i primi animali sono stati i dinosauri, nati da un uovo che Dio ha messo sulla terra . I primi animali hanno cominciato ad essere sulla terra "*Quando. quando i dinosauri sono scomparsi (sic)*" I primi animali "*sono venuti fuori da un animale che si è evoluto nel tempo ... c'è un animale che si è evoluto, ha cambiato e ha dato origine agli altri animali*" (un animale che si è evoluto?) "*. il cocodrillo*" (Forse non capisco bene: c'è stato un solo animale che è cambiato e ha originato tutti gli altri, o ogni animale è cambiato?) "*ogni animale c'ha il suo antenato.. ma non so se.. sono venuti fuori dall'acqua..*" (Dall'acqua?) "*.. c'erano degli animaletti piccolini che un giorno sono usciti fuori dall'acqua e diventano gli antenati. (e come sono comparsi questi animaletti?) con l'acqua.. si è messa un po' insieme e ha fatto li animaletti.*"

Giuseppe (cl. III). Ha affermato che i primi animali "*vengono da Dio, li ha creati Dio... però la terra l'ha creata il big bang, Dio ha fatto gli animali e si sono evoluti*". Evoluzione, per lui significa "*cambiamento nel tempo*". Mettendo gli animali sulla linea del tempo ha spiegato: "*il dinosauro ha preso le sue sembianze dalla lucertola, che si è evoluta perché si è ingrandita.. poi con un po' di tempo sono nati i pesci corazzati...Dio ha creato il plancton e poi da quello si è evoluto il pesce corazzato e poi quello normale.*"

Lisa (cl. III). Relativamente ai primi animali si è così espressa "*li ha creati Dio, perché lui ha detto: "si creano gli animali" e loro sono nati*". Ha affermato che i primi animali fossero diversi da quelli di oggi; "*erano degli animaletti piccoli, tipo plancton, o piccoli pesci e l'evoluzione. (cioè?) il cambiamento nel tempo li ha fatti diversi . i pesci, i delfini, così, sono rimasti nell'acqua e gli altri no. sono usciti e sono cambiati.. nel tempo... Dio ha voluto anche che cambiassero. ... Avrà pensato che se. se.. se.. che quegli animali lì erano un po' troppo pochi, e per farli diventare di più ha messo in moto l'evoluzione*".

Tabella 3.3. Pattern di risposte caratterizzate da quattro diverse strutture esplicative.

Argomento	Strutture esplicative			
	Creazioniste	Naturalistiche	Evoluzioniste	Miste
Origine degli animali	Creazione divina	Processi naturali	Processi naturali o evoluzione	Creazione divina, o processi naturali, o evoluzione
Cominciati nella versione attuale	Tutti e tutti con eccezioni	Tutti, tutti con eccezioni o nessuno	Nessuno	Tutti, tutti con eccezioni o nessuno
Trasformazioni	No	No o sì	Sì	No o Sì
Cosa è successo alle specie che non ci sono più	Estinte	Estinte o diventati più belli	Alcune estinte, o alcune evolute	Estinte o alcune evolute
Ordinamento degli animali	Criteri non evolucionistici	Criteri non evolucionistici Non parla di intervento divino	Criteri evolucionistici (corretti o scorretti)	Criteri evolucionistici o non evolucionistici

Secondo il *pattern creazionista* gli animali sono stati creati da Dio e sono gli stessi di quelli attualmente viventi, oppure una versione più brutta o più grande. In questo secondo caso, ad un certo punto i primi animali sono scomparsi e Dio ne ha creati degli altri più belli.

La caratteristica principale del *pattern naturalistico* è che non vi è nessun richiamo all'intervento di Dio, i primi animali sono comparsi o si sono creati da soli. Ciò sembra richiamare il "generazionismo spontaneo" descritto da Samarapungavan & Wiers (1997) ed Evans (2000, 2001), ma nel caso presente i bambini non hanno manifestato una specifica credenza nella generazione spontanea, come nascita da semi o da uova, limitandosi a parlare della "comparsa" degli animali. I bambini che sono stati raggruppati in questo pattern hanno espresso tre diversi punti di vista sulla relazione tra i primi animali e quelli odierni: 1) erano gli stessi; 2) erano diversi perché i primi animali si sono estinti ed altri sono comparsi successivamente (vedi l'esempio

di Sofia sopra riportato); 3) i primi animali erano brutti e sono diventati più belli col tempo (vedi sopra Alessia.) Queste ultime risposte sembrano considerare gli antenati come una versione più brutta degli animali di oggi, e richiamano gli “antenati dinosauro” descritti da Samarapungavan & Wiers (1997.) Data la loro bassa frequenza, queste risposte sono state incluse in un’unica struttura.

Secondo il *pattern evoluzionista* i primi animali sono "comparsi" (vedi sopra Arianna) o si sono evoluti da microrganismi (vedi sopra Ilaria e Fabio), e gli altri animali sono derivati dalla loro trasformazione o evoluzione.

La maggioranza dei bambini che hanno usato un *pattern misto* hanno dato risposte contraddittorie, parlando sia di creazione che di evoluzione degli animali in parti diverse del colloquio. Solo due bambini (vedi sopra Giuseppe e Lisa) hanno mostrato una sintesi coerente, secondo cui Dio ha creato i primi animali e poi li ha fatti evolvere. Questo punto di vista corrisponde ad una forma teistica alla descrizione evoluzionistica, simile alla visione proposta da Lamarci (1809) e abbracciata da molte religioni occidentali (Evans, 2000).

La proporzione di bambini che hanno dato risposte creazionistiche è stata significativamente più alta in seconda che in terza. $\chi^2 (1, N = 39) = 7,4; p < .01$, dove ha prevalso il pattern misto (vedi Tabella 3.4). Solo una piccola minoranza di bambini ha fornito un *pattern evoluzionistico* coerente.

Tabella 3.4. Numeri (e Percentuale) di bambini/e che hanno espresso diversi pattern di risposta.

Classe	Pattern			
	Creazionistico	Evoluzionistico	Naturalistico	Misto
seconda	11 (52%)	1 (5%)	3 (14%)	6 (29%)
terza	2 (11%)	5 (22%)	2 (17%)	9 (50%)

L'origine dell'uomo.

Tutti i bambini, eccetto due, hanno mostrato di considerare l'uomo primitivo come il precursore di quello moderno denominandolo in vari modi che includevano sempre il termine *uomo* (come uomo brutto, uomo primitivo, uomo scimmia, uomo di Neanderthal) o utilizzando il nome di un ominide (ad es. ramapiteco) e lo hanno disposto sulla linea del tempo prima di quello moderno. Ai due bambini che avevano

riconosciuto una scimmia nella figura dell'uomo primitivo, è stato detto che essa rappresentava un uomo primitivo. L'analisi delle risposte sulle origini dell'uomo primitivo ha consentito di identificare quattro concezioni, che possono essere ordinate a partire dalla completa assenza di richiami all'evoluzione, fino all'affermazione che sia l'uomo primitivo che quello moderno sono il risultato di un'evoluzione (vedi tabella 3.5).

Tabella 3.5. Concezioni dei bambini sull'origine dell'uomo.

	Descrizione	Esempi
1. Nessuna evoluzione	Gli uomini primitivi sono apparsi o sono stati creati indipendentemente	(F, classe II) mettendo il disegno sulla linea del tempo ha detto “ <i>Dio ha fatto l'uomo un po' brutto, che è l'uomo di Neanderthal), e poi la mucca gli ha dato il latte e poi c'è l'uomo come adesso - e com'è successo?- Dio ha fatto un altro uomo ma non vivono insieme, perchè questo (Neanderthal) è vissuto tanto tempo fa quando c'erano i dinosauri, e poi è morto</i> ”.
2. Primitivo trasformato in moderno per intervento di Dio	L'uomo primitivo è apparso o è stato creato da Dio, e l'uomo moderno è evoluto da quello primitivo grazie all'intervento di Dio.	(F, classe III) “ <i>Allora, dopo un bel po' di tempo, l'uomo primitivo è evoluto, perchè Dio ha pensato che non poteva vivere solo con quel cibo, e così lo ha fatto diventare un uomo vero che può mangiare di più</i> ”
3. Solo l'uomo moderno è evoluto	L'uomo primitivo è apparso o è stato creato da Dio. L'uomo moderno è evoluto dal primitivo.	Andrea (cl.III): “ <i>l'uomo primitivo è stato creato da Dio... (e l'uomo moderno?) è la trasformazione dell'uomo primitivo (e come è successa?) eh, ... lui piano pianino ha perso il pelo e è andato a vivere nelle città</i> ”.
4. Evoluti entrambi	L'uomo moderno è evoluto dal primitivo che a sua volta è evoluto da altri animali.	Ilaria (cl. III): “ <i>passa abbastanza tempo.. il dinosauro è morto e l'uomo primitivo allora si evolve dagli ominidi, che vengono a sua volta dalle scimmie antropomorfe.. (e le scimmie?) eh, dagli animali che le precedevano (cioè?) per me è così, tutti gli animali sulla terra si sono evoluti da questi microrganismi, per me è così. (...)</i> L'uomo normale è l'evoluzione del primitivo e c'è voluto molto tempo per averlo”.

La maggioranza dei bambini di seconda (n = 16, 76%) contro una minoranza di quelli di terza (n = 7, 33%) ha dato risposte dei due tipi più primitivi, che non prevedono alcun processo evoluzionistico (vedi tabella 3.6). Questa differenza tra le due classi è risultata significativa. $\chi^2(1, N = 39) = 5,5; p = .02$.

Tabella 3.6. Concezioni sull'origine dell'uomo primitive dell'uomo moderno nei bambini di seconda e di terza, numeri (e Percentuale).

Classe	Concezioni							
	Nessuna evoluzione		Primitivo trasformato in moderno		Solo l'uomo moderno è evoluto		Evoluti entrambi	
seconda	8	38%	8	38%	5	19%	1	5%
terza	4	22%	3	17%	5	22%	7	39%

Infine, sono state confrontate le risposte dei bambini sull'origine dell'uomo con i *pattern* in cui ricadevano le loro risposte sull'origine degli animali (vedi tabella 3.7). Da tale confronto emerge che le concezioni dei bambini sull'origine dell'uomo concordano con quelle sull'origine degli altri animali (Fisher test = 15.017, $p = .042$, two tailed). Per tutti i bambini con *pattern creazionistico*, ad eccezione di uno, anche l'uomo è opera di Dio; alcuni di essi non hanno messo in relazione l'uomo primitivo con quello moderno, attribuendo la sua esistenza a creazioni o comparse indipendenti, altri hanno affermato che l'uomo moderno deriva da quello primitivo, ma hanno attribuito all'intervento diretto di Dio la trasformazione del primo nel secondo. I bambini che hanno utilizzato un *pattern evoluzionistico* per spiegare l'origine degli animali lo hanno usato anche per l'uomo (sia primitivo che moderno); infine i bambini con *pattern naturalistici* o *misti* hanno mostrato tutti i tipi di concezioni.

Tabella 3.7. Concezioni sull'origine dell'uomo e pattern di risposta sull'origine degli animali. (Frequenze).

Concezioni	Creazionistici	Pattern		
		Misti	Naturalistici	Evoluzionistici
Nessuna evoluzione	6	3	3	0
Primitivo trasformato in moderno	6	4	1	0
Solo l'uomo moderno è evoluto	1	5	2	2
Evoluti entrambi	0	4	1	3

Discussione

Il risultato principale di questo studio è che, diversamente da quanto emerso in altri paesi in cui sono state studiate le concezioni dei bambini sull'origine delle specie, in Italia c'è una differenza significativa tra i bambini di seconda, che non hanno ancora affrontato questo argomento a scuola, e quelli di terza che lo hanno fatto. Le differenze messe in luce dalla presente ricerca riguardano sia argomenti specifici – quando sono apparsi i primi animali, le differenze tra i primi animali e quelli che vivono ai giorni nostri, l'ordine in cui sono comparsi i vari tipi di animali – sia i *pattern* di risposta. Mentre la maggior parte dei bambini di seconda ha manifestato concezioni creazionistiche, la maggioranza di quelli di terza ha manifestato un pattern misto, nominando sia la creazione che l'evoluzione. Le grandi proporzioni di bambini che ha parlato in un punto o nell'altro dell'intervista delle trasformazioni avvenute nei tipi di animali indica che l'essenzialismo non costituisce un ostacolo alla comprensione di queste nozioni.

Il pattern misto potrebbe essere il risultato di un cambiamento periferico o centrale (Chinn & Brewer, 1993) di un punto di vista creazionista. Ma il disegno trasversale del presente studio non ci permette di sostenere queste conclusioni; il pattern misto potrebbe anche essere il risultato del fatto che i bambini ricevono informazioni congruenti con entrambi i punti di vista più o meno nello stesso lasso di tempo. In particolare, in III ai bambini erano stati presentati sia il punto di vista della religione (ovvero quello della Bibbia), sia quello "della scienza". Uno studio sulle idee dei bambini di III prima e dopo aver studiato questo argomento è dunque necessario per identificare i modelli di cambiamento.

Anche se il pattern misto comprende caratteristiche di due punti di vista culturalmente distinti, non tutti i bambini che lo hanno usato hanno dato risposte incoerenti. Due bambini hanno mostrato un pattern unitario basato sull'idea che Dio abbia creato i primi animali facendoli poi evolvere. In questo caso, il pattern misto dovrebbe essere considerato come una teoria "sintetica" coerente. Il termine "teoria sintetica" è stato coniato da Vosniadou & Brewer (1994) per denominare teorie ingenue che derivano dall'integrazione di informazioni scientifiche entro teorie intuitive, ma esso potrebbe essere applicato anche a teorie ingenue che derivano

dall'integrazione di informazioni provenienti da concezioni e teorie tra loro eterogenee che sono culturalmente trasmesse ai bambini.

I dati del presente studio non chiariscono lo status, dal punto di vista dello sviluppo, delle concezioni *miste* di tipo coerente o incoerente; quelle incoerenti, proprio per la loro incoerenza (Thagard, 1992), potrebbero rappresentare un momento di passaggio verso una visione evoluzionistica o di ritorno ad una creazionistica. Ma la visione mista coerente potrebbe diventare, almeno per alcune persone, un sistema di credenze stabile che perdura per lungo tempo o addirittura per sempre. Anche in questo caso, per comprendere se e come cambiano le concezioni miste sono necessari degli studi longitudinali.

Anche se l'insegnamento scolastico sull'origine degli animali e dell'uomo sembra essere la causa principale del pattern misto, va sottolineato che questo pattern è stato usato anche da un terzo dei bambini di seconda. La scuola non è dunque per i bambini l'unica fonte di informazioni sull'evoluzione. Le conoscenze attinenti all'evoluzione più diffuse tra i bambini che hanno partecipato alla presente ricerca riguardano le differenze tra gli animali attualmente esistenti e quelli che vivevano tantissimi anni fa, e il fatto che ci sono state delle trasformazioni nei tipi di animali. Entrambe queste conoscenze sono state manifestate da diversi bambini di seconda (43%) e dalla maggioranza (83%) di quelli di terza. La differenza tra i tipi di animali vissuti in passato e quelli attualmente viventi non comporta di per sé né suggerisce l'idea di evoluzione. Infatti, alcuni bambini hanno considerato questa differenza come il risultato di una successione di creazioni o comparse indipendenti.

In questa ricerca, le conoscenze dei bambini sull'evoluzione degli animali sono risultate essere soprattutto il risultato dell'insegnamento scolastico; questo suggerisce che anche in altri casi le concezioni dei bambini sull'evoluzione possano derivare più dal fatto di aver ricevuto informazioni pertinenti che da tentativi personali di spiegare le differenze tra gli animali del passato e quelli attuali e dall'"adattamento dinamico" suggerito da Evans (2000a, 2000b). Comunque questi risultati non sono in conflitto con l'ipotesi che i bambini siano in grado di costruirsi autonomamente una nozione di evoluzione per spiegare le differenze tra gli animali di oggi e quelli del passato. D'altra parte, i risultati di questo studio indicano che la nozione di "adattamento dinamico" emerge più tardi di quella di evoluzione, ed è in qualche modo derivata da essa. Infatti,

i bambini hanno parlato più spesso di evoluzione che di adattamento, e quei pochi che hanno cercato di spiegare come sono avvenute le trasformazioni nei vari tipi di animali, hanno parlato più del semplice trascorrere del tempo che dell'uso o disuso di alcune parti del corpo.

Le spiegazioni lamarckiane che sono ampiamente diffuse tra gli adulti e tra i bambini di 11/12 anni (Evans, 2000a, 2000b, 2001), sono state date solo da una minoranza di bambini che hanno partecipato a questo studio, e sembrano il riflesso di quelle fornite dai loro insegnanti e dai sussidiari. Questo suggerisce che le spiegazioni lamarckiane derivino sia da "inferenze personali" fatte nel tentativo di trovare un meccanismo evuzionistico più plausibile del semplice passare del tempo, sia dal linguaggio finalistico usato nei sussidiari, nei libri di tipo divulgativo (Alters & Nelson, 2002) e anche dalle insegnanti di scuola elementare quando parlano di evoluzione.

Infine, dal resoconto dell'insegnante di III emerge che essa aveva trattato gli argomenti connessi all'evoluzione in modo simile a quello in cui essi sono trattati nei libri di testo (vedi cap. 2). Essa del resto si era attenuta al sussidiario e ad altri strumenti ad esso simili. Ci possiamo perciò aspettare le risposte dei bambini di terza siano rappresentative dei quelle di altri loro coetanei, nella misura in cui anche le insegnanti di questi si attengono al modello proposto dai sussidiari.

Per confermare questi risultati e approfondire le relazioni tra la nozione di evoluzione e quella di adattamento è stato condotto uno studio su un campione più ampio di bambini, esaminandoli agli inizi dell'anno scolastico e alcuni mesi di distanza, dopo che avevano completato lo studio de "la terra prima dell'uomo".

Capitolo 4.

Studio 3: Le concezioni sull'origine delle specie nei bambini di terza elementare prima e dopo l'insegnamento.

Questo studio costituisce una replica e un'estensione di quello precedente. È stato esaminato un maggior numero di bambini, provenienti da una diversa regione italiana, e soprattutto il disegno adottato è stato longitudinale: si è cioè esaminato lo stesso gruppo di bambini all'inizio e verso la fine della terza elementare, prima e dopo lo studio de "la terra prima dell'uomo".

L'ipotesi principale che lo ha guidato è che esso avrebbe confermato i risultati di quello precedente: mi aspettavo cioè di trovare gli stessi pattern di risposte: all'inizio dell'anno scolastico sarebbe prevalso quello creazionistico, e alla fine dell'anno quelli evolucionistico e misto. Mi aspettavo inoltre che l'insegnamento impartito ai bambini sull'evoluzione delle specie non sarebbe stato diverso nei contenuti da quello ricevuto dai bambini dello studio precedente, e da quanto suggerito dall'analisi dei libri di testo. Mi aspettavo cioè che ai bambini sarebbe stato descritto il succedersi di specie diverse, senza fornire spiegazioni sui meccanismi di cambiamento, o con il suggerimento implicito o esplicito di meccanismi "lamarckiani".

Un secondo scopo del presente studio era quello di verificare l'ipotesi di Evans che la nozione di adattamento precedesse e ponesse le basi di quella di evoluzione. Sono state perciò introdotte dei quesiti su questo punto. Nelle domande formulate dalla Evans (vedi cap. 1) erano coinvolti due punti: la modifica di un tratto grazie al suo uso (ad esempio, le zampe di un uccello, che a forza di stare nell'acqua diventano palmate) e la trasmissione alla prole del tratto modificato. Ho preferito separare questi due aspetti, interrogando i bambini circa la possibilità che venissero trasferiti alla prole dei tratti che si modificano effettivamente con l'uso. La mia ipotesi al riguardo era che l'idea dell'eredità dei tratti acquisiti fosse scarsamente diffusa all'inizio dell'anno scolastico e aumentasse alla fine, come conseguenza del modo in cui viene insegnata l'evoluzione.

Metodo

Partecipanti.

Hanno partecipato alla ricerca 85 bambini (40 maschi e 45 femmine) appartenenti a sei sezioni di terza residenti in due città del Veneto (45 a Mestre e 40 a Rovigo) e provenienti tutti da famiglie italiane di ceto medio e medio-basso. Sono stati esclusi i 10 bambini stranieri che frequentavano le stesse classi, perché si è constatato che essi non padroneggiavano la lingua italiana. Tuttavia questi bambini (e altri due che avevano ricevuto una diagnosi di disturbo di apprendimento) sono stati ugualmente intervistati, perché non si sentissero discriminati rispetto ai loro compagni di classe. Tutti i bambini partecipavano all'ora di religione. All'inizio dell'anno scolastico, quando è stato realizzato il pre-test, l'età dei bambini andava dai 7 anni e 8 mesi agli 8 anni e 8 mesi ($M = 8,4$; $DS = 0,3$). I bambini di Mestre provenivano da due scuole di uno stesso Circolo Didattico, mentre quelli di Rovigo da un'unica scuola.

Procedura

I bambini sono stati sottoposti ad un'intervista semi-strutturata sull'origine degli animali in due diversi momenti dell'anno scolastico: al suo inizio, in ottobre (pre-test), e in febbraio-marzo (post-test), cioè un mese dopo la conclusione dell'insegnamento sull'evoluzione degli animali e dell'uomo. I colloqui, condotti in una stanza tranquilla appositamente predisposta, audio-registrati ed interamente trascritti, hanno avuto una durata media di 20 minuti per il pre-test e di 35 minuti per il post-test, con variazioni individuali. Alle insegnanti (sei di storia, sei di scienze e due di religione) delle classi coinvolte stato somministrato un questionario, nel periodo del post-test, sui contenuti dell'insegnamento ed è stato chiesto di avere copia del materiale utilizzato (quaderno dei bambini, testi integrativi, schede operative ed altro). Una sintesi di quanto è stato insegnato è presentato in tabella 1.

Informazioni sull'insegnamento impartito ai bambini

Alle insegnanti di storia, scienze e religione delle varie classi è stato somministrato un questionario (vedi Appendice F) per conoscere gli argomenti trattati sui temi dell'origine della vita e dell'uomo, sui materiali usati per l'insegnamento (sussidiario, periodici, altri libri di scuola media o secondaria) ed inoltre per sapere come l'insegnante valutava l'interesse, l'impegno ed il rendimento complessivo della classe verso gli argomenti proposti. Gli argomenti dell'origine della vita e

dell'evoluzione non rientrano nei programmi di insegnamento delle scienze, tuttavia i questionari sono stati ugualmente somministrati alle insegnanti di scienze per verificare se avessero utilizzato termini quali “evoluzione” o “adattamento” o avessero comunque insegnato qualche nozione inerente agli argomenti del presente lavoro.

L'insegnamento delle Scienze nelle scuole di Mestre e Rovigo

Le insegnanti di scienze non hanno affrontato temi collegati con l'origine della vita e delle specie perché così avevano previsto nella programmazione didattica collegiale; nel corso delle loro lezioni hanno comunque utilizzato seppur non frequentemente termini come cambiamento, sviluppo, evoluzione ed adattamento; ad esempio il termine “adattamento” è stato usato parlando del fatto che animali e uomini si adattano ai loro luoghi di vita o ad un nuovo ambiente.

L'insegnamento della Religione Cattolica.

Le insegnanti di religione di tutte le scuole per introdurre il tema della creazione hanno proposto ai bambini degli interrogativi “Come ha avuto origine il mondo?”, “Perché esistiamo?” “Come si sono formati i primi esseri viventi?” e hanno cercato di dare una risposta affrontando il problema da tre punti di vista diversi, religioso, scientifico e mitologico. Hanno proposto la lettura di brani mitologici per poi passare a presentare il punto di vista religioso sulla creazione con la lettura del brano della Genesi; nella scuola di Mestre le insegnanti hanno proposto la creazione anche secondo l'Induismo e l'Islamismo. Quindi le insegnanti di religione hanno esposto, sinteticamente, la visione scientifica dell'origine della terra; le insegnanti di Mestre hanno sottolineato che scienza e religione rispondono a diversi bisogni dell'uomo: la religione ha permesso di chiarire i dubbi su “chi” ha creato il mondo e sul “perché” abbia avuto origine, mentre la scienza risponde a domande su “come” e “quando” questo sia avvenuto. Le insegnanti di Rovigo hanno affermato di non aver voluto presentare una particolare visione dell'origine e dell'evoluzione delle specie, ma di aver favorito l'integrazione di un'ottica religiosa e scientifica. Tutte insegnanti sono state concordi nell'affermare che gli alunni hanno dimostrato interesse per lo studio della creazione e dell'origine del mondo.

L'insegnamento della Storia

Una fase introduttiva è stata dedicata a spiegare cos'è la storia (dalla storia personale dell'alunno alla storia dell'universo), e quali sono le "fonti" che permettono di ricostruirla, dalla storia personale a quella degli esseri viventi, la cui ricostruzione è avvenuta attraverso lo studio dei fossili. Successivamente sono state presentate le teorie scientifiche sull'origine della terra e della vita utilizzando il sussidiario (Lucchetta, & Castelli, 2004; Angiolini, & Bobbi, 2005 nelle classi di Mestre e Manicotti & Brezzo, 2004 nelle classi di Rovigo) integrato da materiale proveniente da altri testi. L'origine dell'Universo e degli esseri viventi è stata descritta, per tutti i bambini, utilizzando una linea del tempo nella quale erano stati ordinati gli eventi fondamentali (l'esplosione del big-bang, i dinosauri, l'uomo primitivo, ecc). La spiegazione dell'origine della vita è stata presentata ai bambini affermando che, dopo il raffreddamento della terra, si sono formati la crosta terrestre, l'atmosfera ed i mari, e che nel mare erano apparsi i primi esseri viventi, cioè i batteri, i vegetali e le meduse. E' seguita quindi la descrizione di un elenco di animali (pesci, anfibi, rettili, dinosauri, uccelli, ecc) in ordine di comparsa; varie attività hanno avuto lo scopo di farne apprendere il giusto ordine. Tutte le insegnanti hanno sottolineato la lentezza dei cambiamenti, avvenuti in un tempo lunghissimo: dalla cellula, ai primi organismi ai pesci agli anfibi. Mentre le insegnanti delle classi di Rovigo hanno affrontato questi temi affermando genericamente che, con il trascorrere del tempo, le varie specie hanno subito delle trasformazioni, le insegnanti delle classi di Mestre si sono soffermate a descrivere la sequenza di comparsa delle classi di vertebrati.

La comparsa e l'estinzione dei dinosauri è stato un altro tema trattato da tutte le insegnanti, anche se maggior spazio è stato dedicato da una delle classi di Mestre.

La comparsa dell'uomo moderno è stata presentata come "il risultato finale di una lunga evoluzione" (ramapiteco, australopiteco, homo habilis). Le maestre hanno spiegato che alcuni primati possedevano caratteristiche più adatte alla posizione eretta e che questi ultimi avevano trovato condizioni più favorevoli nel nuovo ambiente costituito non più da foreste ma dalla savana; questi primati vennero chiamati ominidi e costituiscono l'antenato dell'uomo. L'analisi dei cambiamenti avvenuti nell'uomo è stata effettuata focalizzando l'attenzione degli alunni sulle trasformazioni, avvenute

nel corso del tempo (alimentazione, vestiario, abitazione, invenzioni), del suo ruolo sociale, dell'arte e della religione.

Una sintesi degli argomenti attinenti l'evoluzione, trattati nell'ambito della storia e della religione è presentata, separatamente per le scuole delle due differenti città, in tabella 4.1.

Tabella. 4.1. Sintesi degli argomenti sull'origine degli animali e dell'uomo, insegnati a scuola¹

Argomento	Scuola Primaria di Mestre	Scuola Primaria di Rovigo
Miti sull'origine dell'uomo	Definizione di mito Mito indiano, maya, antichi greci La Creazione secondo l'Induismo e l'Islam	Definizione di mito antica Cina, indiani d'America, Pigmei, popoli germanici
Domande a cui rispondono scienza e religione	religione: "Chi? Perché?" scienza: "Come? Quando?"	Perché Dio ci ha creati? Cosa e dove eravamo prima di nascere? Perché Dio ha creato gli animali?
Lettura di passi della genesi	La Creazione Genesi (1, 1-5)	La Creazione Genesi (versione per bambini)
Teoria del big-bang e origine della vita nell'acqua	Sì; primi esseri viventi: batteri, vegetali, meduse	Sì; primi esseri viventi: alghe, meduse, vermi
Linea del tempo a partire dal big-bang fino all'uomo	Sì; ed inoltre linea del tempo della storia personale e della vita della classe	Sì; ed inoltre linea del tempo dalla nascita dell'uomo alla vecchiaia
Evoluzione	Comparsa vari animali (pesci, anfibi, rettili, dinosauri, uccelli).	Comparsa vari animali ; "evoluzione significa cambiamento, miglioramento" (tratto da un quaderno.)
Sequenza di comparsa dei vari animali	Si, pesci, anfibi, rettili, dinosauri, uccelli, mammifero, uomo.	Si, (inizio vita, invertebrati, anfibi, dinosauri, mammiferi e uccelli, uomo).
Adattamento	Adattamento per necessità di procurarsi il cibo, di modificarsi al variare del clima (capacità degli animali di cambiare e di adattarsi) "sopravvivevano quelli che meglio erano stati capaci di adattarsi" (tratto da un quaderno) Uso del termine anche in geografia: adattamento ad un nuovo ambiente, e in scienze in relazione agli animali e al loro luogo di vita	Termine raramente utilizzato
Fossili	Sì (anche attraverso esperimento sulla sedimentazione)	Sì

Estinzione dei Dinosauri	Sì; proposte diverse teorie: meteorite, cambiamento clima, glaciazioni, deriva dei continenti; estinzione: scomparsa totale di una specie animale o vegetale	Solo cenni
Tappe temporali dell'evoluzione e spiegazione	Tempo lunghissimo dei cambiamenti; dalla cellula ai primi organismi, ai pesci, agli anfibi; (in più in una classe: trasformazioni dovute alla nascita casuale di animali più adatti all'ambiente)	Con il tempo (genericamente) le varie specie subiscono delle trasformazioni
Origine dell'uomo	“Risultato finale di una lunga evoluzione”	“l'uomo è l'ultimo mammifero ad essere comparso sulla Terra”
Evoluzione dell'uomo	Ominidi, Ramapiteco, Australopiteco Modificazioni del cervello; successive acquisizioni di capacità e miglioramenti nel tempo e miglior utilizzo dell'intelligenza	Cambiamenti dell'uomo nel tempo (autstralopiteco, abile, eretto, sapiente)

Nota: (1) Questi argomenti sono stati affrontati per 2 ore la settimana circa, per un totale di 30/32.

In sintesi, dall'analisi del materiale relativo all'insegnamento della storia è emerso che i bambini, prima di essere intervistati al post-test, hanno ricevuto numerose informazioni sull'origine degli animali, sulla successione della loro comparsa lungo la linea del tempo, sui dinosauri e sull'origine dell'uomo primitivo. Sembra che tali argomenti siano stati presentati in modo più generico nelle classi della scuola di Rovigo rispetto a quelle di Mestre.

Complessivamente sembra che i concetti di adattamento e di evoluzione non siano stati spiegati in modo chiaro. In particolare, come comunemente accade, è stato detto che sono sopravvissuti gli animali che si sono meglio adattati al loro ambiente (*“sopravvivevano quelli che meglio erano stati capaci di adattarsi”*, dal quaderno di un alunno) o che certe caratteristiche sono comparse perché servivano ad adattarsi. La parola adattamento ha assunto così il significato, generalmente utilizzato nella vita quotidiana, di un cambiamento consapevole ed intenzionale, un adattarsi, cioè, al mutare delle circostanze cercando di modificare le abitudini e di adeguare i comportamenti alle nuove condizioni.

Intervista

La traccia dell'intervista è stata simile a quella utilizzata nello studio 2 (vedi p. 48) a cui sono state apportate poche modifiche e aggiunte. Le aree tematiche sono state le seguenti: origine delle specie; loro cambiamento nel tempo; estinzione di alcune specie. Il colloquio, dopo un momento introduttivo volto a familiarizzare e a motivare il bambino, poneva varie domande come: "Gli animali ci sono sempre stati sulla terra, fin dall'inizio?"; "Perché queste lineette qui e nello studio precedente? Come erano i primi animali?"; "I primi animali sono diversi o uguali a quelli di oggi? (se diversi) "Perché i primi animali erano diversi?"; "Com'è avvenuto che adesso non sono più come erano una volta?". Ai bambini sono state quindi mostrate 8 figure di animali (stella marina, pesce, anfibio, lucertola, dinosauro, uccello, mammifero e uomo primitivo) sparpagliate sul tavolo in ordine casuale, chiedendo loro di disporle in sequenza, secondo l'ordine di comparsa degli animali rappresentati, e di spiegare i criteri di tale ordinamento. Sono state usate le figure del pesce, lucertola, dinosauro, uccello, uomo primitivo, utilizzate nello studio 2, a cui sono state aggiunte stella marina, anfibio e mammifero primitivi, mentre è stato escluso l'uomo moderno (vedi Appendice E). Per indagare le idee dei bambini sull'ereditarietà dei tratti acquisiti, si sono presentate tre brevi storie di situazioni in cui un animale o una persona acquisiva delle abilità particolari, e si chiedeva se esse venivano ereditate dai figli. Ad esempio: "Se tu insegni ad una mamma-cane come saltare attraverso un cerchio e questa mamma-cane ha dei cuccioli, i cuccioli che nasceranno sapranno saltare attraverso il cerchio?"

Come nello studio 2, gli argomenti previsti sono stati affrontati con tutti i bambini, ma, nello stesso tempo, si è cercato di adattare le domande al flusso del discorso del bambino e, nel caso di risposte incomplete o poco chiare, venivano volta a volta introdotte varie domande di approfondimento. Al post-test è stata aggiunta una domanda per capire se i bambini pensavano di aver dato risposte diverse da quelle date alla precedente intervista.

I colloqui sono stati condotti in una stanza tranquilla appositamente predisposta, audioregistrati ed interamente trascritti. Nella fase di pre-test è stato anticipato ai bambini che dopo qualche mese ci sarebbe stato un successivo incontro. La durata media dell'intervista è stata di circa 20 minuti al pre-test e di 35 minuti al

post-test, con variazioni da bambino a bambino. E' stato tutelato l'anonimato dei partecipanti.

Codifica delle risposte

Sono stati condotti due livelli di codifica delle risposte. Il primo livello, relativo ai singoli punti dell'intervista, è stato effettuato con le categorie individuate nello studio 1 e il secondo sui pattern complessivi di risposta. La codifica dei protocolli è stata condotta da due giudici indipendenti la cui percentuale media di accordo è risultata pari al 92% (da un minimo di 81% ad un massimo di 100%; nel secondo livello, relativo all'intera intervista, i protocolli sono stati classificati in cinque "strutture esplicative" (creazionistica, naturalistica, evoluzionistica-a, evoluzionistica-b, mista) anziché in quattro come nello studio 2, poiché la maggior numerosità dei partecipanti ha consentito di individuare due diverse concezioni evoluzioniste.

Analisi dei dati

E' stato utilizzato il Pacchetto Statistico per le Scienze Sociali (SPSS Inc., 2006) per calcolare le statistiche descrittive (frequenze, percentuali), effettuare i confronti tra i sessi e tra pre e post-test (chi quadrato, test di Wilcoxon, test t, test McNemar, test di Friedman). I confronti tra i sessi sono stati effettuati mediante chi quadrato e le analisi non hanno rivelato alcuna differenza statisticamente significativa. Verranno presentati solo i risultati del confronto tra pre e post- test.

Risultati.

L'origine degli animali.

Al pre-test, la maggioranza dei bambini (N = 53, 62%), ha affermato che gli animali sono stati creati da Dio; tutti gli altri (N = 29, 34%) hanno dato vari tipi di risposte "naturalistiche", descrivendo la nascita degli animali da uova, da semi, dalla terra, o limitandosi a dire che gli animali sono "comparsi", tre di essi hanno sostenuto letteralmente che si sono evoluti. La maggioranza dei bambini (78% del totale e 77% di quelli che hanno dato risposte creazionistiche) ha poi sostenuto che gli animali di oggi sono cambiati. I cambiamenti descritti (vedi tabella 2) sono stati di vario genere, e molti di essi sembrano consistere in micro piuttosto che macroevoluzione: cambiamenti di colore, "imbellimento", intensificazione di qualità come forza, bontà,

ferocia (n = 31, 36%), aumento o diminuzione di dimensioni (n = 35, 41%). Al confine tra macro e microevoluzione è la perdita o acquisizione di nuove parti, come perdita del becco, dei denti o della coda (n = 10, 12%). Infine, il 10% (n = 9) dei bambini ha parlato di trasformazione di un animale in un altro; nel corso del colloquio, molti bambini, parlando dei primi uomini, hanno affermato che l'uomo deriva dalla scimmia. Considerando complessivamente il colloquio, quindi, il 44% (N = 37) di bambini, già al pre-test, ha parlato di trasformazione da un *tipo* di animale ad un altro. Ciò significa che bambini di 8/9 anni non hanno incontrato alcuna difficoltà ad accettare l'idea che una specie si sia trasformata in un'altra. Alcune delle loro affermazioni (come quella sul delfino nell'esempio in tabella 4.2) mostrato come, secondo i bambini, queste trasformazioni possano essere avvenute molto rapidamente, addirittura nel corso di una singola esistenza.

Tabella 4.2. Idee dei bambini sulle trasformazioni degli animali.

Nome	Descrizione	Esempi
Cambiamento di colore o intensificazione di tratto	Gli animali di oggi hanno cambiato colore, sono diventati più belli, più forti, più buoni/cattivi	(Alessandro-pre) <i>“I pesci erano diversi.. (in cosa?) che non erano del colore come adesso.. (com'erano?) più chiari.. (perchè erano più chiari?) perché l'acqua era meno sporca di adesso..”</i> (Fabio-post) <i>“un animale che vola.. un uccello, ...forse ha meno penne.. poi forse era un po' più debole.. adesso invece credo che siano un po' più robusti.. sono più forti..”</i>
Aumento o diminuzione di dimensioni	I primi animali sono più grandi o più piccoli di quelli di oggi	(Chiara-pre) <i>“Il cavallo.. (e com'era prima il cavallo?) ho letto che era piccolo come un cagnolino..”</i> Vittoria-post) <i>“I pesci erano più piccoli, adesso sono diventati più grandi..”</i>
Perdita o acquisizione di parti	I primi animali nel trasformarsi in quelli attuali perdono alcune parti, come pelo o denti, e ne acquisiscono altre come pinne, zampe.	<i>“(I primi animali non erano uguali perché tipo i pesci adesso hanno le squame e quelli primitivi non le avevano le squame..”</i> <i>“un animale che è cambiato è il leone che prima non aveva la criniera e adesso sì”</i> <i>“i vermi erano diversi.. (avevano) tipo due denti e una piccola coda... poi pian piano sono scomparsi i denti e la coda e sono diventati come li vediamo noi”</i> <i>“Molto diversi! (i primi animali erano molto diversi da quelli di oggi) Non avevano neppure la mandibola per muovere la bocca..”</i> <i>“Nel tempo (gli animali) cambiavano aspetto... qualche insetto andava lì e rosicchiava la pelle così veniva fuori il pelo al posto della pelle..”</i>
Cambiamento di taxon	Un certo tipo di animale si è trasformato in un altro, ad esempio i pesci sono diventati anfibi e le mosche uccelli.	(Luca-pre) <i>“Il dinosauro era grande e si è trasformato in leone...”</i> (Lorenzo-pre) <i>“Dicono che il delfino era un orso, dicono.. (e come ti è arrivata questa informazione?) boh, l'ho letto su un libro mi pare.. o in un documentario, non mi ricordo bene come.. (il delfino stavi dicendo...) che dicono che prima era un orso.. (e poi?) che si è trovato in mezzo all'acqua e non sapeva venir fuori e allora gli è andato via il pelo e gli sono uscite le pinne”.</i> (Nicola-post) <i>“Noi prima eravamo delle scimmie e adesso invece siamo diventati degli uomini..”</i>

Spiegazioni di questi cambiamenti sono state date da circa la metà dei bambini che li avevano nominati (n = 34, 52%), principalmente riferendosi al trascorrere del “tempo” (n = 29, 45%); ad esempio: - “*E’ passato tanto tempo e (gli animali) sono cambiati*”; - “*un po’ alla volta (gli animali) sono cambiati*”; cinque bambini hanno menzionato invece cambiamenti nel clima (n = 8, 9%): - “*(gli animali) sono cambiati col tempo, col freddo e il caldo li hanno cambiati, loro dovevano resistere al freddo e al caldo*”. Gli altri non hanno dato alcuna spiegazione.

Al post-test le risposte *creazionistiche* sono diminuite a vantaggio di quelle *evoluzionistiche*, mentre quelle genericamente *naturalistiche* sono rimaste sostanzialmente invariate (vedi tabella 4.3). Il confronto tra pre- e post-test effettuato col test di McNemar, è risultata significativa la differenza sia per le risposte creazionistiche (χ^2 (1, N = 85) = 23,7; $p < .001$), che per quelle evoluzionistiche (χ^2 (1, N = 85) = 29; $p < .001$).

Tabella 4.3. Numero e percentuale di risposte sull’origine degli animali prima e dopo l’insegnamento.

	Pre-test		Post-test	
	N	%	N	%
Creazione*	53	62	20	23,5
Processi naturali	17	20	14	16,5
Comparsa	12	14	15	18
Evoluzione*	3	3,5	36	42

* $p < .001$

Al post test è aumentata la percentuale di bambini che hanno parlato di trasformazioni degli animali, passando dal 78% al 91%, ma la differenza con il pre-test non è risultata significativa, probabilmente per un effetto ceiling. Significativo è invece risultato l’aumento nel numero medio di trasformazioni nominate, passando da 1,03 (s = .74) a 1,23 (s = .98; $t = 2,8$, $p < .01$). Esaminando le singole trasformazioni, si è osservato che le differenze significative si sono concentrate su perdita e acquisizione di parti (nominate al pre-test dal 12% e al post test dal 45% dei bambini, $p < .001$).

Al post-test la maggioranza dei bambini che ha parlato di trasformazioni (N = 61, 80%), ne ha indicato anche una o più cause, nominando come al pre-test clima, trascorrere del tempo ed evoluzione; quest'ultima è stata indicata come causa delle trasformazioni degli animali in misura significativamente maggiore al post test, χ^2 (1, N= 85) = 6,24; $p < .01$, (vedi tabella 4.4).

Tabella 4.4. Confronto tra pre e post test sulle cause di trasformazione nominate. (N e percentuale)

	Pre-test		Post-test	
	N	%	N	%
Tempo	31	36	30	35
Clima	8	9	21	25
Evoluzione***	2	9	21	25

*** $p < .01$.

Parlando delle trasformazioni degli animali, talora i bambini hanno spontaneamente utilizzato i termini *evoluzione* e *adattamento* o i verbi con le stesse radici (vedi tabella 4.5) In entrambi i casi ciò è avvenuto molto di rado al pre-test (vedi tabella 5) (n = 4, 5%) con un significativo incremento al post-test (per *evoluzione*, $z = -6,41$; $p < .001$; per *adattamento* $z = -3,74$; $p < .001$). Al post test il numero di bambini che hanno usato il termine *adattamento* è stato significativamente inferiore di quello dei bambini che hanno parlato di evoluzione ($z = -4,74$; $p < .001$).

Tabella 4.5. Numero di bambini che hanno parlato di adattamento ed evoluzione al pre- e al post-test.

	Pre-test		Post-test	
	N	%	N	%
Adattamento	3	3,5	17	20
Evoluzione	4	5	47	55

I bambini hanno definito l'evoluzione come cambiamento e l'adattamento come un adeguamento a caratteristiche dell'ambiente. Chi li ha usati entrambi li ha collegati,

intendendo l'evoluzione come una trasformazione volta a realizzare un migliore adattamento all'ambiente (vedi tabella 4.6).

Tabella 4.6. Esempi di definizioni dei termini *adattamento* ed *evoluzione* fornite dei bambini

(pre-test) *“la terra si è modificata, è cambiato l’habitat e gli animali si sono adattati (cosa significa adattati?) eh, ... che, essendo cambiato l’ambiente, anche gli animali sono dovuti cambiare per stare lì”.*

(pre-test) *“(quando hanno cominciato ad esserci le persone?) quando c’erano...dopo...ummm la maestra una volta ci ha detto che i fossili si erano evoluti in uomini...(ma cosa vuol dire evoluti?) che hanno cambiato la loro forma (e come?) ...non saprei...”.*

(post-test) *“... poi gli animali che erano nell’acqua si sono adattati e sono usciti dall’acqua (cosa significa adattati?) significa cambiare per le esigenze dell’ambiente”.*

(post-test) *“sono cambiati con l’evoluzione (cosa significa?) che è passato il tempo e allora si sono trasformati e adattati all’ambiente per poter vivere”.*

(post-test) *“..è successo che si sono evoluti, ..beh, evoluzione vuol dire cambiamento e miglioramento.. Quindi quei pesci di prima erano in delle fasi di evoluzione.. Prima.. (e come mai è avvenuto?) è successo che è passato del tempo”.*

(post-test) *“(i primi animali) erano semplici, con una sola cellula, erano microbi, poi sono comparsi i pesci. I pesci succhiavano il cibo dal fango ed erano piccoli, poi con la siccità sono dovuti uscire dall’acqua e così si sono formati gli anfibi, questi si sono evoluti in rettili (evoluti?) sì, sono trasformati per adattarsi all’ambiente...(cioè?) tipo gli anfibi, una volta usciti, per stare sulla terra di più hanno dovuto trasformarsi in rettili per avere le zampe (ma come?) eh, con il tempo c’è stata evoluzione... come ti ho detto, con il tempo si sono evoluti e adattati all’ambiente.”*

(post-test) *“(erano diversi) perché gli animali si sono evoluti (evoluti?) che hanno cambiato aspetto per adattarsi all’ambiente (per adattarsi?) sì, ad esempio la maestra ci ha detto che il pesce è diventato anfibio perché con la siccità è dovuto uscire dall’acqua ed è andato in terra e ha fatto le zampe”.*

(post-test) *“(gli animali) sono cambiati con l’evoluzione (cosa significa?) che è passato il tempo e allora si sono trasformati e adattati all’ambiente per poter vivere (e gli altri animali di prima?) eh non sono più nati perché sono nati quelli nuovi”.*

Quando sono comparsi i vari tipi di animali?

I bambini hanno fornito diversi punti di vista su “quanto tempo fa” sia iniziata l’esistenza dei primi animali: il 23% (N = 18) al pre test vs il 33% (N = 29) al post test ha affermato che ciò è accaduto “milioni di anni fa”, mentre il 53% (N = 45) al pre test vs il 36% (N = 31) al post test ha utilizzato termini generici come “pochi”, “tanti”,

“tantissimi anni fa”. Gli altri bambini hanno fornito risposte varie come da esempio: “*dopo il big bang*”, “*dopo.. all’anno zero..*”, “*mille anni fa*”. La differenza tra pre e post test non è risultata significativa.

Diversamente da quanto riportato da Samarapungavan e Wiers (1997), e come era avvenuto nello studio precedente, nessun bambino ha raggruppato tutti gli animali all’inizio della linea del tempo. La maggioranza di essi sia al pre (n = 55, 69%) che al post-test (n = 77, 92%) ha distribuito gli animali, uno dopo l’altro, lungo tutta la linea. Solo una minoranza di bambini (pre-test n = 25, 31%) che si è ulteriormente ridotta al post-test (n = 7, 8%) ha riunito due o più animali nello stesso punto affermando che hanno iniziato ad esistere contemporaneamente. Le collocazioni degli animali sono state codificate assegnando a ciascuno di essi un punteggio da 1 a 8, a partire dall’estermità sinistra della linea. Quando due o più animali sono stati posti insieme, è stato assegnato il rango medio. Ci si aspettava di trovare una differenza nell’ordinamento degli animali tra pre e post test, più precisamente che, dopo l’insegnamento, i bambini ponessero la stella marina e il pesce nelle prime posizioni, coerentemente con ciò che era stato insegnato a scuola e cioè che la vita è iniziata nell’acqua. Mediana e il rango medio dei vari animali (vedi tabella 4.7), hanno confermato, almeno parzialmente, le ipotesi.

Tabella 4.7. Media e rango medio assegnata ai diversi animali lungo la linea del tempo, al pre e al post-test.

Animali	Pre-test		Post-test	
	media (s)	mediana	media (s)	Mediana
Stella marina	5,0 (1,9)	5	2,4 (1,8)	1,5
Pesce	5,0 (1,7)	5	2,9 (1,6)	2
Anfibio	3,7 (1,7)	3	2,8 (1,3)	3
Lucertola	4,8 (1,7)	5	4,5 (1,4)	4
Dinosauro	1,8 (1,5)	1	4,1 (1,8)	5
Mammifero	4,0 (1,9)	4	5,7 (1,4)	6
Uccello	5,9 (2,0)	6	6,5 (1,3)	7
Uomo	5,5 (2,6)	7	6,9 (2,0)	8

Al pretest la maggior parte dei bambini (58%) ha sostenuto che il dinosauro è stato il primo animale a comparire sulla terra. Gli altri animali sono stati distribuiti omogeneamente su tutte le posizioni, ad eccezione dell'uomo primitivo la cui collocazione ha seguito una distribuzione bimodale con una concentrazione sull'ottava posizione (37%) e sulle prime due (22%). Alcuni bambini pensavano dunque che l'uomo fosse stato la prima creatura comparsa sulla terra, altri che fosse comparso quando essa era già popolata di animali. Come ci si attendeva, il test di Friedman effettuato sui punteggi relativi ai vari tipi di animali ha indicato la presenza di differenze significative tra di essi sia al pre- $\chi^2(7, n = 80) = 155,1, p < .001$, che al post-test $\chi^2(7, n = 84) = 299,3, p < .001$. Il confronto post-hoc a coppie effettuato con $\alpha = .05$ (vedi Siegel & Castellan, 1988) ha indicato che al pre-test il dinosauro ha avuto un rango significativamente inferiore a tutti gli altri tipi di animali, che, invece, non differiscono tra loro. Al post test è la stella marina ad avere avuto un rango inferiore a tutti gli altri tipi di animali eccetto pesci ed anfibi, mentre l'uomo ha occupato il rango più alto e differendo significativamente da tutti gli altri all'infuori di uccelli e mammiferi.

Il test di Wilcoxon ha mostrato che nella collocazione di tutti i taxa sono avvenuti cambiamenti significativi (con *ps* compresi fra .001 a e .05): i ranghi di stella marina, pesce, anfibio, rettile sono diminuiti al post-test, mentre quelli di mammiferi, dinosauri e uomo sono aumentati. Al post-test, il modo di ordinare le figure degli animali sembra dunque essersi avvicinato a quanto è stato insegnato a scuola; questo è confermato anche dal computo della percentuale di bambini che hanno collocato correttamente lungo la linea del tempo i vari tipi di animali al pre- e al post-test (vedi tabella 4.8). Va precisato che è stato considerato corretto l'ordine: stella marina-pesce-anfibio-lucertola-dinosauro-mammifero-uccello-uomo e anche stella marina-pesce-anfibio-lucertola-dinosauro-uccello-mammifero-uomo, in cui l'uccello precede il mammifero.

Tabella 4.8. Percentuali di bambini che hanno collocato correttamente lungo la linea del tempo i vari tipi di animali al pre e al post test.

Animali	Pre-test	Post-test
Stella marina	5	50
Pesce	10	48
Anfibio	30	45
Lucertola	25	49
Dinosauro	7,5	35.5
Mammifero	25	41
Uccello	25	50
Uomo	40	71

Il numero complessivo di taxa assegnati dai bambini alla posizione corretta è aumentato significativamente al post test, passando da una media di 1,54 ($s = 1,5$) a una media di 4,29 ($s = 2,6$) ($t(78) = -9,406$, $p < .001$). Un risultato evidente dell'insegnamento è stato dunque l'apprendimento dell'ordine di successione dei taxa nella maggior parte dei bambini.

In sintesi, questo primo livello di analisi delle risposte ha mostrato che all'inizio della terza elementare, la maggioranza dei credeva che i primi *tipi* animali fossero stati creati da Dio e che poi si fossero trasformati in vari modi. Dopo aver affrontato l'argomento a scuola, le loro risposte si sono avvicinate a una concezione evoluzionistica: molti più bambini hanno affermato che i primi animali si sono evoluti da altre forme di vita, e hanno collocato correttamente nella linea del tempo vari tipi di animali.

Pattern di risposta

Si prevedeva di ritrovare gli stessi pattern emersi nello studio precedente, ma anche di poter differenziare qualcuno di essi grazie al maggior numero di interviste effettuate. In effetti, l'analisi delle risposte ha confermato la presenza degli stessi pattern descritti nello studio precedente, e ha consentito di distinguere due tipi di pattern evoluzionistici: uno ("*evoluzionista-a*"), in cui l'evoluzione ha inizio con

animali di grosse dimensioni; l'altro in cui essa inizia con microorganismi o piccoli animali (“*evoluzionista-b*”). I criteri usati per assegnare i protocolli ad uno dei pattern creazionistico, naturalistico e misto sono gli stessi dello studio precedente, e sono riportati di nuovo nella tabella 4.9, dove sono precisate anche le caratteristiche distintive dei due tipi di risposte evoluzionistiche.

Tabella 4.9. Pattern di risposta caratterizzanti le cinque differenti strutture.

Argomento	Strutture esplicative				
	Creazionista	Naturalista	Evoluzionista-a	Evoluzionista-b	Mista
Origine degli animali	Creazione divina	Processi naturali	Processi naturali o evoluzione	Processi naturali o evoluzione	Creazione divina, processi naturali o evoluzione
Animali cominciati nella versione attuale	Tutti	Tutti, tutti con eccezioni o nessuno	Tutti con eccezioni o nessuno	Nessuno	Tutti, tutti con eccezioni o nessuno
Trasformazioni degli animali	No	No o sì	Sì	Sì	Sì
Cosa è successo alle specie che non ci sono più	Estinte	Estinte o diventate più belle	Alcune estinte altre trasformate	Alcune estinte, altre evolute	Estinte, alcune evolute
Ordinamento degli animali	Criteri non evoluzionistici	Criteri non evoluzionistici	Criteri evoluzionistici scorretti	Criteri evoluzionistici corretti	Sia criteri evoluzionistici che non evoluzionistici

La *struttura creazionistica* e quella *naturalistica* sono simili a quelle dello studio 2.

Nella *struttura evoluzionistica*, denominata *evoluzionistica-b*, l'origine degli animali viene attribuita a processi naturali o all'evoluzione a partire da microrganismi. I primi tipi di animali hanno subito una serie di trasformazioni fino ad arrivare alle forme attuali. L'ordine di comparsa dei vari tipi di animali viene complessivamente riprodotto in modo corretto ponendo prima quelli acquatici.

Greta post-test (Mestre) ha affermato che primi animali “*erano cellule, poi le cellule si sono unite e hanno fatto animali più complessi, all'inizio erano unicellulari, invertebrati, c'erano dei lucertoloni giganteschi*”. Greta dispone gli animali lungo la linea del tempo nel modo seguente: stella m, pesce, anfibio, lucertola, dinosauro, mammifero, uccello, uomo.

Sara post-test (Mestre). *“Allora, inizialmente c'erano i batteri poi con l'evoluzione ne sono nati degli altri cioè ogni tanto nascono delle uova diverse e così degli animalletti diversi. (...) Dopo i batteri, i pesci e poi gli anfibi che hanno iniziato a vivere sulla terra”* erano diversi da quelli di adesso *“tipo i pesci avevano delle zampette per andare fuori e adesso no”*.

La *struttura evolucionistica-a* si distingue dalla precedente poiché i bambini, pur affermando che gli animali hanno avuto origine da processi naturali o dall'evoluzione, non hanno riportato correttamente, lungo la linea del tempo, l'ordine di comparsa degli animali collocando per primi quelli di grandi dimensioni (ad esempio dinosauri, uomo), oppure si sono contraddetti sostenendo, in una parte del colloquio, che i primi animali sono stati i dinosauri e in un'altra i microrganismi.

Luca (Rovigo) Alla domanda se gli animali ci sono sempre stati sulla terra risponde: *“...con un'esplosione. che l'esplosione è esplosa e dei pezzi di meteorite cadendo si sono trasformati negli animali...la meteorite è esplosa e i pezzi cadendo veloce si sono trasformati..”* I primi animali erano *“diversi ... il dinosauro.. il dinosauro era grande e si è trasformato in leone...”* in leone? *“.. passando del tempo.. solo il tempo.. lo ha fatto cambiare”*. Quando gli si chiede quali animali erano presenti fin dall'inizio, prendendo la figura del mammifero primitivo, dice *“questo.. il cane.. sì.. ... è stato un verme..”* Spiegami bene.. *“lunga pausa che era un verme e è diventato un cane.. col passare del tempo..”*

Ilenia. (Mestre) Quando gli si chiede come hanno cominciato da esserci i primi animali, dopo una breve pausa afferma: *“...secondo me...tu intendi come hanno cominciato a crearsi?”* si *“allora si sono creati dai dinosauri...”* ma tu sai cosa sono i dinosauri? *“sì, rettili... (...) allora, i dinosauri sono diventati sempre meno poi è successo un colpo di magia e si sono trasformati”* ma i dinosauri come hanno cominciato ad esserci? *“quando piano piano la terra si formava... ..il calore quando si è raffreddato, c'è stata una forte pioggia, e da questa si sono formati i mari e i fiumi, e da questi possono essere usciti dei semini che hanno formato le piante, e dopo si sono formate le prime uova”* e le uova da dove si sono formate? *“dai primi animalletti che sono usciti dall'acqua”*

Matilde. (Rovigo) Gli animali sono arrivati un po' alla volta.. beh.. prima.. c'era il dinosauro.. e poi.. e poi c'era.. e poi c'era un cane (un cane?) che forse.. potrebbe essere.. che.. che.. il dinosauro.. no.. lunga pausa che.. perché c'è stato un cambiamento del clima.. (e quindi?) perché prima c'era un clima che andava bene al dinosauro e poi invece uno che non andava più bene.. e allora è morto il dinosauro.. e è venuto il cane.. (e come mai c'è stato questo cambiamento del clima? cosa può essere successo?) eh.. non lo so.. col tempo.. è passato del tempo e è cambiato il clima.. come che da noi prima c'è inverno e poi estate, quando passa del tempo.. Quando ordina gli animali lungo la linea del tempo spiega: *prima c'era una specie di rana.. poi è caduta e è venuto l'uccellino.. dopo l'uomo.. e dopo.. si è trasformato in una stella, dopo la stella si è trasformata in un pesce, dopo il pesce si è trasformato in un cane, dopo il cane si è trasformato in un dinosauro e il dinosauro si è trasformato*

in una lucertola.. (e tutte queste trasformazioni?) perché è passato del tempo.. e col tempo si cambia, insomma.. (semplicemente col tempo?) sì, ma forse anche col cambiamento del clima..

Nella *struttura mista* per spiegare l'origine dei diversi animali sono i bambini hanno nominato in parti diverse del colloquio sia creazione che evoluzione. I bambini che hanno usato questo pattern hanno espresso due visioni differenti della relazione tra i primi animali e quelli che esistono attualmente: 1) i primi animali, creati da Dio, erano versioni diverse (più grossi, brutti o cattivi, oppure più pelosi, squamosi, piccoli ecc.) di quelli attuali e con il tempo sono cambiati, spesso migliorando. Non si tratta, dunque, della trasformazione di un "genere in un altro", ma di cambiamenti in animali che mantengono la stessa denominazione; sembra, cioè, che i tipi esistenti all'inizio siano gli stessi di adesso. Tale punto di vista potrebbe essere definito come un misto di creazione-microevoluzione; 2) Dio ha creato le prime forme di vita, e da queste sono derivate le altre, che possono anche appartenere a generi diversi da quelli originari; in questo caso si può dire che si tratta di una struttura mista creazione-macroevoluzione. Tutte queste risposte sono state incluse in un'unica struttura per la bassa frequenza del secondo punto di vista.

La tabella 4.10 mostra la frequenza di questi pattern di risposta al pre- e al post-test. Come ci si aspettava, al post- test c'è stata una netta diminuzione del pattern creazionistico. Diversamente da quanto ci si poteva aspettare dallo studio precedente, c'è stata anche una diminuzione del pattern misto, e un aumento significativo dei due pattern evolucionistici, che nel loro insieme sono stati utilizzati al post-test dalla maggioranza dei bambini ($\chi^2 (1, N = 85) = 26,3, p < .001$).

Tabella 4.10. Numero (e percentuale) di bambini che hanno usato i diversi pattern di risposta al pre- e al post test

Pattern di risposta	Pre-test		Post-test	
	N	%	N	%
Creazionistico	14	16,5	1	1
Naturalistico	13	15	9	11
Evoluzionistico-a	12	14	16	19
Evoluzionistico-b	5	6	39	46
Misto	41	48	20	23

Allo scopo di verificare se e in quali misura le concezioni acquisite dai bambini nel corso dell'anno scolastico erano condizionate da quelle che essi possedevano all'inizio, sono stati incrociati i pattern di risposta rilevati al pre- e al post-test come illustrato nella tabella 4.11. La tabella mostra che tutti i bambini che al pre-test erano creazionisti, al post test hanno espresso, in prevalenza, concezioni evoluzionistiche o miste. La maggioranza dei bambini con pattern misto sono passati ad un pattern naturalistico o evoluzionistico, mentre circa un terzo hanno continuato a manifestare concezioni miste. La maggioranza dei bambini con pattern naturalistico sono passati ad uno di tipo evoluzionistico-b; i pochi bambini pienamente evoluzionisti (evoluzionisti-b) sono rimasti tali, solo uno si è spostato su un pattern misto. Quelli appartenenti ad un pattern evoluzionistico più primitivo (evoluzionistico-a) sono passati ad un evoluzionismo più consapevole gli o ad un pattern naturalistico o misto. Questi dati suggeriscono che l'acquisizione di una concezione evoluzionistica dell'origine delle specie non è condizionata dalle concezioni che i bambini possiedono prima di affrontare a scuola questo argomento. Essa può avvenire sia che i bambini abbiano già qualche idea sull'argomento (come quelli che partivano da un pattern misto, o di evoluzionismo più primitivo), sia che abbiano concezioni interamente creazionistiche. Queste pertanto non sembrano costituire un ostacolo.

Tabella 4.11. Confronto tra Pattern di risposta al pre-test. e al post test

Pattern pre-test	Pattern post-test				
	Creazionistico	Naturalistico	Evoluzion.-a	Evoluzion.-b	Misto
Creazionistico	0 (0)	1 (7)	2 (14)	6 (43)	5 (36)
Naturalistico	1 (8)	2 (15)	2 (15)	8 (61,5)	0 (0)
Evoluzion.-a	0 (0)	2 (17)	1 (8)	5 (42)	4 (33)
Evoluzion.-b	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (80)	1 (20)
Misto	0 (0)	4 (10)	11 (27)	16 (39)	10 (24)

Nota. Nelle celle è riportato il numero (e la percentuale) di bambini che hanno usato al pretest e al post-test i pattern di risposte indicati nella riga e nella colonna che si intersecano nella cella.

Confronto tra bambini di città diverse

Il confronto tra le risposte fornite dai bambini abitanti a Mestre e quelli di Rovigo ha rivelato delle differenze. Al pre-test la proporzione di bambini che hanno affermato che gli animali sono stati creati da Dio è risultata significativamente maggiore tra quelli di Rovigo (n = 30, 75%) che tra quelli di Mestre (n = 23, 51%), $\chi^2(1, N = 85) = 5,148, p = .02$. Anche al post test la differenza tra i bambini di Rovigo (n = 17, 42,5%) e quelli di Mestre (n = 3, 7%) $\chi^2(1, N = 85) = 15,112, p < .001$ è risultata significativa. Ciò significa che, anche all'interno di una stessa regione ci sono notevoli variazioni geografiche nella proporzione di bambini che credono nel creazionismo. Viceversa, sono stati soprattutto i bambini di Mestre ad utilizzare spontaneamente il termine *adattamento* al post-test (Mestre n = 16, 36% vs Rovigo n = 1, 2,5%) $\chi^2(1, N = 85) = 14,462, p < .001$, mentre non è stata rilevata alcuna differenza significativa nell'uso della parola *evoluzione* (Mestre n = 21, 47% vs Rovigo n = 26, 65%; $\chi^2(1, N = 85) = 2,879, n.s.$). Considerando l'ordinamento delle specie lungo la linea del tempo, si è osservato che, al post test, il numero degli animali collocati correttamente dai bambini di Mestre (M = 5, DS = 2,6) era significativamente maggiore rispetto a quelli di Rovigo (M = 3,5, DS = 2,4), $t(81) = 2,540, p < .01$. Il confronto tra le strutture esplicative utilizzate dai bambini di Mestre e Rovigo, ha messo in evidenza differenze significative soltanto al post-test, dove un maggior numero di bambini Rovigo (N = 16, 40%) ha usato il pattern misto rispetto a quelli di Mestre (N = 4, 9%), che hanno invece usato più frequentemente un pattern evoluzionista (di tipo a o di tipo b) (N = 35, 79%) rispetto a quelli di Rovigo (N = 20, 50%), $\chi^2(3, N = 85) = 13,042, p < .005$. Queste differenze suggeriscono l'importanza per i bambini di fattori estrinseci quali l'accessibilità di informazioni congruenti con il creazionismo o l'evoluzionismo nell'ambiente extrascolastico (o forse anche in quello scolastico negli anni precedenti la terza elementare), e il modo in cui l'evoluzione delle specie viene trattata in III elementare.

L'eredità dei tratti acquisiti.

L'idea dell'eredità dei tratti acquisiti era poco diffusa tra i bambini al pretest: il numero medio di tratti acquisiti nominati è stato pari a .42 (SD=.69), la maggioranza dei bambini (67%) ha negato l'eredità di tutti i tratti elencati, il 23% l'ha affermata per

un solo tratto e il 9% per due. Inoltre questa idea contrariamente a quanto ci si poteva aspettare sulla base dei dati trovati da Evans, non correla con quella che le specie hanno subito delle trasformazioni, né col numero di trasformazioni nominate.

Al post test è diminuito il numero di bambini che negavano l'eredità dei tratti acquisiti, scendendo al 52 %, ed è aumentato il numero di tratti a cui è stata attribuita l'ereditarietà (media 0.8, SD=.95), $z = -3,41$, $p < .001$. Dal momento che le insegnanti non hanno mai parlato di questo argomento, è possibile interpretare questi dati affermando che tale aumento possa derivare da inferenze compiute dai bambini nel tentativo di spiegare il cambiamento delle specie. Tuttavia anche al post-test non è emersa alcuna correlazione significativa né con risposte evoluzionistiche sull'origine, né con quelle sulle trasformazioni delle specie. Si è ritenuto che questo possa essere attribuito ad un effetto ceiling: al post test le risposte evoluzionistiche sono state date in un momento o l'altro dell'intervista praticamente da tutti i bambini.

Consapevolezza del cambiamento

Al termine del post-test, il 95% dei bambini ha affermato di aver dato risposte diverse da quelle date durante la prima intervista individuando i seguenti argomenti: l'ordinamento delle varie specie (13%), l'ereditarietà acquisita (27%), i primi uomini (13%) e i dinosauri (12%). Una minoranza di bambini (21%) pur sostenendo di aver dato risposte diverse al post test non ha saputo dire su quali temi potessero trovarsi le differenze (vedi tabella 10). La maggioranza dei bambini ha imputato tali cambiamenti alle nuove conoscenze apprese a scuola (57%), altri al passare del tempo (23 %), una minoranza (15%) non ha saputo spiegare a cosa possa essere dovuto il cambiamento nelle risposte.

Discussione

I dati di questo studio confermano, ampliano e precisano quello dello studio precedente. Essi confermano innanzitutto che, analogamente ai loro coetanei di altri Paesi (Evans, 2000b; 2001; Samarapungavan & Wiers), molti bambini di 8-9 anni, prima di studiare l'origine degli animali credono nella loro creazione, e che le loro concezioni cambiano in direzione dell'evoluzionismo dopo aver affrontato questo argomento a scuola. Come nello studio precedente, la maggior parte dei bambini,

anche quelli che hanno dato risposte creazionistiche sull'origine degli animali, ha affermato che essi sono poi cambiati nel tempo. Nel complesso questi dati indicano che i bambini di 8-9 anni non sono affatto abbarbicati all'idea della immutabilità delle specie, come affermava Evans (2000b, 2001).

L'inclusione di un maggior numero di bambini nella presente ricerca, assieme all'alta frequenza di risposte evoluzionistiche al post test, ha consentito di esaminare più dettagliatamente queste risposte, individuando due pattern distinti, uno più primitivo in cui l'evoluzione inizia a partire da animali di grandi dimensioni (evoluzionistico-a), ed un altro più avanzato (evoluzionistico-b) in cui la vita sulla terra è iniziata nel mare con i primi microrganismi e che da questi si sono evoluti tutti gli altri animali.

Il disegno longitudinale di questa ricerca ha anche consentito di esaminare le relazioni tra i pattern di risposte del pre-test e quelli del post-test, per verificare se ci fosse qualche associazione privilegiata. I risultati hanno messo in evidenza che i bambini erano approdati ai pattern evoluzionistici (anche a quello più evoluto) dai più diversi punti di partenza, compreso quello creazionistico. Le concezioni di partenza dei bambini non sembrano dunque costituire un ostacolo per accedere all'idea di evoluzione

L'inclusione di domande sull'eredità dei tratti acquisiti ci ha consentito di verificare se la nozione di "adattamento dinamico" sia effettivamente un facilitatore di quella di evoluzione come ipotizzato da Evans. La scarsa presenza di risposte affermative al pre-test e il loro aumento al post-test indicano che questa idea compare successivamente all'esposizione ad informazioni sull'evoluzione delle specie, e sembra perciò essere piuttosto una conseguenza che un requisito per la comprensione e l'accettazione dell'idea di evoluzione. Tuttavia pochissimi bambini hanno parlato spontaneamente di uso e disuso o hanno dato altre spiegazioni "lamarckiane" delle trasformazioni che avvengono nei tipi di animali; il fattore causale (se tale lo si può considerare) più spesso nominato è stato il tempo. Quando e come le spiegazioni "lamarckiane" cominciano ad emergere è un interrogativo che rimane aperto e che richiede ulteriori ricerche.

Sono emerse anche delle differenze tra il presente studio e quello presentato nel capitolo precedente. I bambini che hanno partecipato al presente studio alla fine della

III elementare hanno dato prevalentemente risposte di pattern evolucionistico, mentre in quelli di III dello studio precedente prevaleva il pattern misto. Inoltre le differenze nel presente studio fra pre-test e post-test sono maggiori di quelle riscontrate tra i bambini di II e di III nello studio descritto nel capitolo precedente. Questo indica l'importanza di fattori ambientali, cioè cosa e quanto è stato insegnato a scuola, e quali e quante informazioni erano accessibili ai bambini già prima di questo insegnamento.

L'importanza dell'insegnamento è confermata anche dalle differenze riscontrate, entro il presente studio, tra i bambini di Rovigo e quelli di Mestre, tra i quali si è riscontrata al post-test una maggior diffusione di pattern evolucionistici. Per quanto i resoconti delle insegnanti delle due città siano molto simili tra loro (e simili a quello dell'insegnante di III dello studio precedente), sembra esserci una piccola differenza nel modo di trattare l'evoluzione delle specie da parte delle insegnanti delle due città, che potrebbe spiegare le differenze tra i bambini: le insegnanti di Mestre sembrano esseri soffermate di più sull'adattamento e sul lungo lasso di tempo richiesto dall'evoluzione.

L'importanza dell'accessibilità di informazioni attinenti l'evoluzione nell'ambiente extrascolastico è attestata invece dal fatto al pre-test le risposte dei partecipanti al presente studio, prevalentemente di pattern misto, erano più avanzate di quelle dei bambini di II dello studio precedente, tra i quali prevaleva il pattern creazionistico. Anche tra i bambini di Rovigo e Mestre c'era qualche differenza, con una maggior frequenza, tra i primi, dell'idea che gli animali siano stati creati da Dio. Eventi contingenti, come ad esempio l'aver guardato alla televisione programmi sui dinosauri, l'evoluzione degli esseri umani, o altri temi connessi all'evoluzione, possono essere alla base di queste differenze.

Nel complesso i risultati di questa ricerca e di quella precedente indicano che in terza elementare la maggior parte dei bambini che ricevono un insegnamento sull'evoluzione simile a quello ricevuto dai bambini che abbiamo esaminato (e corrispondente ai contenuti dei sussidiari di terza di massima diffusione) abbandonano le concezioni creazionistiche a favore di quelle evolucionistiche, o formano una miscuglio tra le due. Questi risultati spingono a chiedersi se non sarebbe possibile portare i bambini a comprendere non solo il fatto dell'evoluzione o l'“evoluzione in sé” (Mayr 2004), ma anche la sua spiegazione in termini di selezione naturale.

Capitolo 5

L'insegnamento sull'evoluzione

Le ricerche presentate nei due capitoli precedenti hanno indicato che i bambini di 8-9 cambiano le idee sull'origine delle specie con cui erano entrati in III elementare, dopo aver passato diverse settimane a sentir parlare di come tipi di animali diversi si sono succeduti nel tempo, e aver ricevuto qualche accenno limitato (e complessivamente scorretto) di spiegazione. Questo risultato pone le basi per l'ultima fase di questo progetto di ricerca: sperimentare la possibilità di realizzare con successo un curriculum di biologia per la scuola elementare che porti i bambini a una comprensione limitata ma corretta della teoria dell'evoluzione, prevenendo la formazione di misconcezioni. Il curriculum da me progettato ha la durata di due anni, e prevede di costruire in II le basi per poter parlare di evoluzione in III. Al momento della stesura di questa tesi è stata ultimata solo la sperimentazione delle unità didattiche rivolte alla II, effettuata nell'anno scolastico 2006-7. La sperimentazione delle unità successive è tuttora in corso con parte dei bambini, ora in III, che avevano partecipato alla prima parte della sperimentazione. In questo capitolo presenterò solo i dati della ricerca ultimata. Alcune osservazioni aneddotiche sulla sperimentazione in corso verranno riportate nelle Conclusioni.

Principi per un'istruzione efficace

Dalla psicologia cognitiva, dello sviluppo e dell'educazione provengono varie indicazioni su come rendere più efficace l'insegnamento, formulate sia in termini generali che in riferimento a specifiche materie. Queste indicazioni e le ricerche sull'istruzione e l'apprendimento su cui esse si fondano sono state recentemente passate in rassegna da Bransford e Donovan (2005), che le hanno sintetizzate nei seguenti principi:

1. Partire dalle preconcezioni. Spesso si sente dire che "l'esperienza è la miglior insegnante", nel considerare le scienze si è costretti ad ammettere, invece, che le esperienze quotidiane spesso rinforzano molte idee che gli scienziati hanno dimostrato

essere incomplete o false. Per superare le misconcezioni, cioè per produrre un cambiamento concettuale, non è sufficiente compiere degli esperimenti ma è necessario gettare un ponte che dalle preconcezioni porti verso i concetti corretti.

2. Sapere cosa vuol dire “fare scienza”. Insegnare attraverso esperimenti comporta il rischio che gli studenti imparino una sequenza di attività (seguire istruzioni, usare strumenti di misura, collezionare dati), senza essere in grado di collegarli con i contenuti di apprendimento e nemmeno di distinguere tra osservazione e teoria. Il metodo scientifico può essere sinteticamente descritto con tre parole: osservazione, ragionamento, esperienza (Feynman 1995, in Branfsord e Donovan 2005): le scienze vanno apprese, cioè, come un “processo di indagine”.

3. “Metacognizione”. Riflettere sul proprio ragionamento, su quello scientifico in particolare, ha mostrato effetti interessanti per l’apprendimento; White e Frederiksen (1998), esplorando la fisica del movimento hanno portato gli studenti a confrontare le loro misconcezioni con la comprensione dei concetti corretti; ai fini dell’apprendimento, il processo metacognitivo messo in atto è stato utile agli studenti in particolare a quelli meno avvantaggiati accademicamente. E’ emersa l’importanza di coinvolgere i ragazzi a formulare “buone domande” e a trovare modi per esplorarle.

Branfsord e Donovan hanno sottolineato la necessità che questi principi siano parte integrante delle pratiche quotidiane di ogni docente ed hanno affermato che l’apprendimento in classe dovrebbe essere centrato:

- sullo studente, partendo sulle sue pre- o mis-concezioni;
- sulla conoscenza, sui contenuti e sui metodi per apprendere i contenuti;
- sulla valutazione, aiutando gli studenti a valutare la qualità delle loro ipotesi, l’adeguatezza dei loro metodi, delle conclusioni e l’efficacia dei loro sforzi di apprendere e di collaborare;
- sulla comunità, comunità di apprendimento come gruppo di persone che discutono e collaborano. Branfsord & Donovan (2005) hanno potuto constatare che gli insegnanti che lavorano in questo modo hanno sviluppato una cultura in cui essere “disconfermati” non è visto come un fallimento, ma una possibilità per nuove scoperte, nuove conoscenze.

Proposte per l'insegnamento della teoria evoluzione e della biologia evoluzionistica .

Alcuni autori hanno condotto delle ricerche –intervento sull'insegnamento della biologia evoluzionistica, formulando proposte didattiche e offrendo materiali di lavoro principalmente indirizzati alla scuola secondaria (ad esempio Anderson, Rande, Covotsos, 2001; Bransford & Donovan, 2005; Dodick & Orion, 2003). Bransford e Donovan hanno presentato delle linee guida per l'insegnamento scientifico, affermando, in particolare che “gli studenti vanno aiutati a: 1) familiarizzare con concetti teorie e modelli della disciplina; 2) comprendere come la conoscenza è generata e giustificata; 3) sviluppare l'abilità a usare le conoscenze acquisite per formulare nuove domande” (Bransford, & Donovan, 2005, p. 398).

Recentemente un ulteriore gruppo di studiosi (Evans, Spiegel et al., 2006; Xanthoudaki; Tirelli; Cerutti, & Calcagnini, 2007) ha rivolto il suo interesse alla didattica museale più specificamente ai Musei di Scienza e Tecnologia e a quelli di Storia Naturale che hanno un ruolo significativo nell'educare il pubblico sull'evoluzione. Diamond (2005) ha organizzato il progetto “Explore Evolution” che ha coinvolto vari stati centro-occidentali degli Stati Uniti in cui l'interesse dei visitatori è stato focalizzato sul lavoro degli scienziati che hanno compiuto le principali scoperte sull'evoluzione della vita. Diamond ed Evans (2007) hanno studiato quali fossero i ragionamenti dei visitatori dei musei di storia naturale sull'evoluzione; dai dati raccolti è emerso che la maggioranza di loro aveva compreso solo pochi elementi della teoria dell'evoluzione, e sono affiorate varie misconcezioni simili a quelle descritte nel primo capitolo. Date le conoscenze relativamente scarse sull'influenza delle “esposizioni” (mostre allestimenti eccetera) nell'apprendimento, Diamond ed Evans hanno sottolineato la necessità di condurre delle ricerche (learning research) basate sui principi della psicologia cognitiva e dello sviluppo che integrino i vantaggi offerti dalle esposizione nei musei.

La maggioranza del materiale per l'insegnamento della teoria dell'evoluzione e della biologia evoluzionistica disponibile su testi stampati o on-line sull'insegnamento si rivolge prevalentemente alla scuola superiore e all'università. Molte università hanno dei siti dedicati a questo argomento, contenuti testi, corredati di schemi, immagini e talvolta anche animazioni. Ad esempio, il sito dell'Università di Berkeley

contiene un vero e proprio corso on-line di biologia evoluzionistica (www.ucmp.berkeley.edu). Altro materiale viene proposto dall'Università del Texas a Austin (<http://www.micro.utexas.edu/courses/levin/bio304/evol.html>), dalla Queen's University a Kingston (Ontario) (<http://post.queensu.ca/~forsdyke/evolutio.htm>), dall'University of Wisconsin nel Wisconsin Center for education research (<http://www.wcer.wisc.edu/ncisla/muse/>) solo per citarne alcune. Ci sono anche siti costruiti da singoli individui, ad esempio il Biology Corner di Shannan Muskopf (<http://www.biologycorner.com/quests/evolquest/>). L' American Association for the Advancement of Science (AAAS, una delle più importanti società scientifiche del mondo, a cui ne sono affiliate oltre 250 e che pubblica il periodico "Science") mette a disposizione nel suo sito vari testi (alcuni scaricabili gratuitamente) rivolti agli insegnanti di high school (corrispondente alla nostra scuola media superiore) (http://www.aaas.org/news/press_room/evolution/). In Italia c'è il sito della Società italiana di biologia evoluzionistica (<http://www.sibe-iseb.it>).

Dal momento che l'insegnamento dell'evoluzione non è di solito contemplato nei curricula della scuola elementare, i materiali e le proposte didattiche per questa fascia scolare riguardano le nozioni e le abilità considerate un requisito per la comprensione dell'evoluzione nel percorso scolastico successivo. Particolarmente importanti a questo riguardo sono le proposte formulate dall' AAAS all'interno di un progetto, Il Project 2061, lanciato nel 1985, che propone, per tutti i campi del sapere ritenuti fondamentali per la formazione culturale di base (scienze, matematica, scienze sociali, tecnologia), dei percorsi che iniziano con il kindergarten (corrispondente in Italia all'ultimo anno della scuola dell'infanzia) e terminano con il grade 12 (corrispondente in Italia al quarto anno della scuola superiore).

Nel Project 2061 l'evoluzione è considerato un tema centrale:

“evoluzione è una serie di cambiamenti alcuni gradualmente ed altri discontinui, che forniscono una spiegazione per la funzione e la forma di oggetti, organismi, sistemi naturali e artificiali. L'idea generale dell'evoluzione è che il presente deriva da materiali e forme del passato. Sebbene l'evoluzione sia più comunemente associata con la teoria biologica che spiega il processo di discendenza con modifiche degli organismi da antenati comuni, l'evoluzione descrive anche i cambiamenti nell'universo.” (p. 48, Kennedy, Alberts et al. 1998).

Nel Project 2061 sono contenuti i “Benchmarks for Science Literacy” (o punti di riferimento per l’alfabetizzazione scientifica) che sull’evoluzione si sviluppano in tre ambiti: – evoluzione biologica; - selezione naturale e – indagine scientifica (o “evidence and reasoning in inquiry”). Il tema specifico della selezione naturale è previsto che sia trattato tra la prima e la quarta superiore (grades 9 through 12). Per gli studenti dei primi livelli scolari vengono proposti attività e nozioni preliminari.

Come tema centrale attorno al quale organizzare l’insegnamento dell’evoluzione della vita nella scuola dell’infanzia e nei primi anni di quella elementare, i benchmarks propongono la diversità biologica, suggerendo di sfruttare la naturale curiosità dei bambini per i fossili e i dinosauri per proporre loro anche forme di vita che non esistono più.

“Alla fine della II elementare (second grade), gli studenti dovrebbero sapere che:

- animali e piante diverse hanno delle caratteristiche esterne che permettono loro di crescere in posti differenti;
- alcuni organismi che una volta vivevano sulla terra, sono ormai scomparsi, anche se alcuni di essi erano simili ad altri attualmente viventi (Roseman, 2006, p.7)”.

Il Project 2061 prevede che questi specifici contenuti vadano intrecciati con l’acquisizione di una visione scientifica del mondo e con una conoscenza del metodo scientifico, suggerendo, ad esempio, di utilizzare alcuni strumenti (come termometro, lente d’ingrandimento, righello o bilancia) per acquisire delle informazioni che non si possono ottenere con la semplice osservazione senza l’ausilio degli strumenti.

Per i bambini, che frequentano la scuola primaria dalla terza alla quinta i contenuti riguardano i diversi organismi in relazione al loro ambiente e le conseguenze delle differenze individuali per la sopravvivenza e la riproduzione. Viene suggerito lo studio dei fossili che costituirà un approccio per osservare le caratteristiche degli organismi; esso permetterà di evidenziare similitudini e differenze tra gli organismi viventi porterà ad aumentare la conoscenza delle differenze e delle similitudini anatomiche.

“Alla fine della quinta elementare (fifth grade), gli studenti dovrebbero sapere che:

- individui dello stesso tipo hanno caratteristiche diverse, qualche volta le differenze danno agli individui un vantaggio nella sopravvivenza e nella riproduzione;
- i fossili possono essere confrontati, per differenze e somiglianze, sia con altri fossili che con organismi viventi. Alcuni organismi che sono vissuti tanto tempo fa sono simili ad organismi esistenti, ma altri sono diversi” (Roseman, 2006, p.8).

Queste indicazioni generali sono state tradotte in un curriculum sull'evoluzione rivolto ad età e livelli scolari diversi (da K-2 a 8 grade, che corrisponde in Italia dall'ultimo anno della scuola dell'infanzia alla terza media inferiore) da Catley, Lehrer, & Reiser (2004). Questo curriculum, o "percorso di apprendimento", inizia introducendo nei primi anni di scuola i concetti centrali che vengono poi progressivamente ripresi, approfonditi, estesi lungo i livelli scolari successivi. I concetti proposti sono: la diversità, le relazioni struttura-funzione, l'ecologia, la variazione, il cambiamento e i processi geologici. Catley et al. (2004) hanno fornito una serie di esemplificazioni, hanno proposto di studiare la microevoluzione e l'ecologia poiché essa permette di comprendere il significato della diversità, e introduce concetti come adattamento nicchia e sistema. Tra le indicazioni di attività da svolgere in classe ci sono ad esempio, quelle far coltivare ai bambini di prima elementare pomodori e zucche, osservare la crescita e rappresentarne poi mediante diagrammi i cambiamenti; far piantare diversi tipi di bulbi in acqua e in terra, osservarne la crescita e la fioritura mettendo a confronto quelle di bulbi diversi. Tra le attività proposte per la terza c'è quella di far osservare ai bambini, attraverso un video, il ciclo di vita della farfalla Monarch Butterfly dall'uovo fino all'individuo adulto e chiedere ad essi di riassumere i cambiamenti nel tempo tramite, per esempio, una serie di disegni ed un breve racconto.

Nella elaborazione del curriculum da sperimentare con i bambini italiani è stato possibile utilizzare queste indicazioni in misura molto limitata, data la diversità della situazione scolastica. Dato che in Italia i bambini sentono parlare dell'evoluzione degli animali e degli esseri umani in III elementare, l'obiettivo di un curriculum per la scuola elementare italiana deve essere quello di rendere comprensibile questo argomento già in questa classe, anziché quello di costruire un percorso graduale che sfoci nell'introduzione di questa nozione nella scuola secondaria.

I contenuti dei curricula

Ho costruito i curricula con l'obiettivo di presentare in modo semplice, ma corretto, i punti principali della teoria dell'evoluzione (diversità di specie, entro la specie e di habitat, variazione e cambiamento) a partire dai programmi della scuola primaria italiana e tenendo conto dei vincoli istituzionali dati dalla quantità di ore assegnate alle materie coinvolte. Il criterio che ha guidato la scelta degli argomenti è stato quello della propedeuticità in modo da costruire ad ogni tappa la "readiness" a comprendere e nozioni introdotte in quelle successive (Watson, 1996), criterio questo che non appare seguito nella scelta e nella distribuzione degli argomenti di biologia sia nei programmi della scuola elementare (primaria) italiana del 2004, in vigore quando questo studio-intervento è stato condotto, sia in quelli che li hanno preceduti.

L'obiettivo dei curricula per la seconda e la terza è stato quello di evitare che il complesso tema dell'evoluzione si presentasse ai bambini come un susseguirsi di eventi privi di spiegazione e di relazioni reciproche; per raggiungere tale obiettivo ho ritenuto necessario che siano compresi i seguenti aspetti:

- l'attuale esistenza di una grandissima quantità di gruppi (o meglio taxa) di animali, che presentano vari gradi di somiglianze e differenze e che sono adatti a vivere in particolari ambienti.
- piante e animali attuali sono il risultato di una storia lunghissima, iniziata miliardi di anni fa, con la comparsa dei primi esseri viventi.
- la moltiplicazione delle forme di vita è avvenuta grazie ai processi descritti dalla teoria dell'evoluzione, man mano che le specie viventi si confrontavano con nuovi ambienti.

Curricolo per la classe II

Prima di progettare il curricolo, ho innanzitutto esaminato le Indicazioni Nazionali per i Piani di Studio Personalizzati nella Scuola Primaria (D.L. 19 febbraio 2004 n. 59. Allegato B.) per le Scienze, per individuare quelle relative alla biologia. I punti pertinenti sono i seguenti: in prima i bambini devono imparare a "identificare e descrivere gli oggetti inanimati e 'viventi', (...) esplorare il mondo attraverso i cinque sensi. Definire con un nome corpi di tipo diverso. Elencare le caratteristiche di parti

che lo compongono (com'è fatto?). Raggruppare per somiglianze". Nelle classi seconde e terze, gli argomenti di biologia comprendono "Definizione elementare di ambiente e natura in rapporto all'uomo. Varietà di forme e comportamenti negli animali. Osservare e descrivere comportamenti di difesa/offesa negli animali".

A quanto so dalla mia esperienza dell'ambiente scolastico, le Indicazioni ministeriali sono variamente attuate nella programmazione di classe. Tradizionalmente le insegnanti di scienze presentano i cinque sensi in prima e seconda classe evidenziandone la funzione di strumenti di conoscenza; trattano di piante e animali classificandoli secondo vari criteri (ad esempio alimentazione, ambiente di vita); insegnano a conoscere animali e piante all'interno di progetti proposti da vari istituzioni presenti nel territorio (ad es., per quanto riguarda il Comune di Venezia, Itinerari Educativi del Comune, Lipu, ecc.).

Affinché i punti principali della teoria dell'evoluzione possano venir compresi in III, ho ritenuto irrinunciabile introdurre in seconda le nozioni propedeutiche di essere vivente e di animale, e familiarizzare i bambini con la tassonomia zoologia; ho deciso di lasciare da parte le piante solo per i limiti di tempo imposti dall'orario scolastico. Nella scelta delle nozioni e nei modi di trattarle ho tenuto conto che fossero comprensibili per bambini di 7/8 anni, secondo la letteratura psicologica sullo sviluppo delle concezioni biologiche e che fossero, anche argomenti, centrali per la biologia contemporanea. Il curriculum per la classe seconda ha previsto i seguenti argomenti: identificazione, classificazione e differenze tra cose artificiali e naturali, viventi e non viventi; gli organi interni di un mammifero; la classificazione degli animali; che cos'è una specie; le differenze individuali tra membri della stessa specie; le variazioni che la proporzione di individui con certi tratti può presentare nel tempo, a seconda dei vantaggi o svantaggi che tali tratti comportano in conseguenza di cambiamenti nell'ambiente.

Sulla base di queste premesse, ho costruito un primo abbozzo del curriculum e, quattro mesi prima dell'inizio dell'anno scolastico in cui doveva essere sperimentato, l'ho presentato alle insegnanti che avevano accettato di collaborare. Durante questo incontro ha dato alle insegnanti un questionario sull'evoluzione (la traduzione di italiana di quello di Anderson, Fisher & Norman, 2002, integrato con alcune domande aperte tratte dalla letteratura sulle misconcezioni dell'evoluzione), fotocopie dei capitoli su

selezione naturale, origine delle specie e classificazione degli organismi di un testo di biologia per la scuola media superiore (Curtis & Barnes, 1996). Ho spiegato alle insegnanti le ragioni della scelta degli argomenti e ho discusso con loro le attività da svolgere nelle singole unità e i materiali da utilizzare. Dopo questo incontro ho modificato lo schema sulla base dei suggerimenti ricevuti e ho preparato, per ogni unità, una guida per l'insegnante, con una descrizione puntuale delle attività da far svolgere ai bambini. Ho corredato la maggior parte delle unità con schede da distribuire ai bambini, contenenti esercizi e testi da leggere e conservare. Ho costruito i testi consultando manuali di biologia rivolti a studenti universitari, e avvalendomi della consulenza e la supervisione di una dottoranda in biologia evoluzionistica (Chiara Boschetto) per assicurare la correttezza dei contenuti dal punto di vista disciplinare.

La prima bozza di questo materiale è stata consegnata alle insegnanti agli inizi di settembre invitandole a leggerla con attenzione e a formulare osservazioni e proposte. Queste osservazioni sono state raccolte e discusse in un incontro successivo, ad anno scolastico iniziato e si sono tradotte in alcuni aggiustamenti del materiale.

Un quadro di sintesi delle unità didattiche definitive, con l'elenco delle schede allegate a ciascuna di esse è presentato nella tabella 5.1).

Tabella 5.1. Quadro di Sintesi delle Unità didattiche di biologia per la classe II - scuola primaria

Unità	Argomento	Metodo	Obiettivo didattico	Materiale
1	“Tipi artificiali” e “tipi naturali”: le cose fatte dagli uomini e quelle presenti in natura	Discussione Classificazione Rappresentazione grafica su un cartellone	Distinguere le cose fatte dagli uomini (“tipi artificiali”) da quelle presenti in natura (“tipi naturali”).	Scheda unità 1 “ <i>Le cose fatte dagli uomini e quelle presenti in natura</i> ”.
2	“Caratteristiche degli animali”	Discussione Classificazione Rappresentazione grafica su un cartellone	Distinguere gli animali dagli altri “tipi naturali”.	

3	“Il dentro degli animali”	Discussione Analisi di illustrazioni Rappresentazione grafica Lettura di brevi testi	Fornire un’idea generale della presenza, negli animali, degli organi, che gli consentono di svolgere le funzioni che li caratterizzano.	Scheda unità 3 “ <i>Il dentro degli animali</i> ”
4	“La classificazione degli animali”. Gli animali visti “da fuori”.	Discussione, consultazione di libretti, riconoscimento e analisi di illustrazioni Classificazione Rappresentazione grafica, uso del diagramma ad albero.	Osservare e riconoscere differenze e somiglianze “da fuori” tra animali, i loro gradi di generalità e la tassonomia che ne consegue.	Scheda unità 4 “ <i>La classificazione degli animali</i> ”
5	“I mammiferi”	Discussione Osservazione tavole illustrate con descrizioni di animali Classificazione. Riconoscimento del nome di animali.	Articolare ulteriormente la conoscenza dei mammiferi. Consolidare la conoscenza delle differenze tra specie, genere, famiglia, ordine. Comprendere le differenze tra linguaggio scientifico e linguaggio comune.	Scheda unità 5: <i>allegato 5</i> Schede unità 5: <i>fotocopie illustrazioni animali (orsi, volpi, topi)</i>
6	“I vertebrati”	Discussione Differenti modalità per visualizzare le classificazioni	Comprendere che parole come <i>pesci</i> o <i>uccelli</i> indicano, come la parola <i>mammiferi</i> , una enorme varietà di specie diverse.	
6b	“Il dentro dei vertebrati”	Discussione Osservazione di foto e/o diapositive di animali diversi.	Comprendere che, nonostante le notevoli differenze, i vertebrati corrispondono ad un comune “piano di costruzione”.	Scheda unità 6b: “ <i>Il dentro dei vertebrati</i> ”.

7	“Che cos’è una specie”	Discussione Attività di appaiamento di animali adulti e dei loro piccoli. Sintesi tramite rappresentazione grafica su un cartellone e lettura di un breve testo	Fornire il concetto di specie biologica; conoscere il significato dell’essere membro di una stessa specie.	Scheda Unità 7: “ <i>Che cos’è una specie</i> ”.
8	“Le differenze tra individui della stessa specie”	Discussione Osservazione Descrizione di foto di animali di una stessa specie	Dare un’idea della diversità e molteplicità delle caratteristiche individuali entro una specie; la variabilità è la regola.	Scheda unità 8: “ <i>Le differenze individuali</i> ”
9	“Le differenze individuali in una popolazione in relazione ai cambiamenti dell’ambiente”. Microevoluzione: la falena punteggiata (Biston betularia)	Discussione Osservazioni di foto. Storie guida per esercizi individuali e in piccolo gruppo. Rappresentazione grafica su un cartellone	Porre le basi per poter comprendere successivamente cambiamenti di maggior portata come quelli che danno origine alla speciazione. Le differenze individuali (variazione naturale) permettono il cambiamento nel tempo di una popolazione	Scheda 1, unità 9: - “ <i>Il melanismo industriale</i> ” scheda 2, unità 9 – “ <i>Una storia di topi e gufi</i> ”.

Il curriculum è iniziato richiamando la distinzione tra cose artificiali e naturali, viventi e non viventi e, all’interno dei viventi, tra animali, piante, prevista dai programmi per la I elementare, offrendo una serie di informazioni necessarie per operare questa distinzione. Diverse ricerche (Carey, 1985; Inagaki & Hatano, 2002; Keil, 2003;) hanno dimostrato, infatti, che il concetto di vita è tutt’altro che ovvio per i bambini e che la sua acquisizione (in una versione simile a quella presente negli adulti) avviene solo verso i 10 anni, anche se non tutti gli autori sono concordi.

I testi di terza elementare, nelle pagine dedicate a “la vita sulla terra”, parlano della successiva comparsa delle classi dei vertebrati (pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi). Ho ritenuto pertanto necessario che i bambini conoscessero il significato di questi termini e il tipo di classificazione utilizzata per gli esseri viventi. La

classificazione degli animali (che i biologi chiamano *tassonomia*) è accennata nelle Indicazioni, solo per la classe I, dove si raccomanda di “descrivere animali mettendo in evidenza le differenze (bipedi e quadrupedi, carnivori ed erbivori, altre differenze facili da cogliere)”. Queste indicazioni non offrono alcun criterio esplicito per la classificazione (cosa significa “facile da cogliere?”), e soprattutto non menzionano le nozioni scientifiche (cioè in questo caso la tassonomia zoologica) che dovrebbero sempre e comunque essere il punto di riferimento dell’insegnamento (per quanto ovviamente le si debba proporre tenendo conto delle capacità di comprensione del discente).

La tassonomia zoologica permette di richiamare l’attenzione dei bambini sulla grandissima varietà di animali presenti sulla terra, sul fatto che essi hanno tra loro vari gradi di somiglianza e che possono essere ordinati gerarchicamente. Ad esempio, i nomi di animali che si usano anche nel linguaggio comune si riferiscono a taxa di livello gerarchico diverso: cane e gatto indicano singole specie, topo una famiglia (*Muridae*) o una sua parte (se si vogliono escludere i ratti), pipistrello un sottoordine (*Microchiroptera*) che include circa un migliaio di specie. Per poter avere un’idea di questa complessa e ramificata gerarchia, è necessario usare degli strumenti di rappresentazione grafica. E’ stato, così, introdotto un diagramma ad albero, uno dei possibili modi di raffigurazione, perché questo potrà essere successivamente utilizzato per descrivere l’evoluzione delle specie.

Per favorire nei bambini la consapevolezza dell’esistenza della grande varietà di specie sono stati previsti degli esercizi, di gruppo o individuali, che hanno richiesto la consultazione di libri³ non rivolti ad un pubblico bambino, cioè di guide illustrate (di cui sono state fornite alcune copie) adatte ad un duplice scopo: fornire ai bambini molte immagini di animali da esplorare visivamente e confrontare tra loro; suggerire l’idea che ci sono dei libri che, a differenza di quelli di scuola, non servono per essere studiati, ma che possono essere tenuti in una libreria, ed essere consultati quando si vuole saperne di più su un certo argomento.

La trattazione della tassonomia si è focalizzata sui vertebrati; gli altri animali sono stati raggruppati genericamente sotto la voce *invertebrati* senza suddividerli al loro interno, dati i limiti di tempo, e in considerazione del fatto che, come indicato

³ Si tratta di una serie di libri su mammiferi, uccelli, pesci, rettili, anfibi della collana “La biblioteca della natura” edita da Dorling Kindersley Handbook, 1993.

dall'analisi dei sussidiari, l'evoluzione di cui si parla di solito in III elementare è quella dei vertebrati. Ho previsto un'unità sull' "interno dei vertebrati" per far comprendere ai bambini che, nonostante le notevoli differenze, i vertebrati corrispondono ad un comune "piano di costruzione". Ho richiamato la loro attenzione soprattutto sullo scheletro e organizzato una visita appositamente predisposta al Museo di Scienze naturali di Venezia, con allestimento di una stanza con vari scheletri di vertebrati in cui sono state mostrate le omologie tra varie parti dello scheletro ad es. zampe anteriori /ala di animali diversi .

Sono state quindi introdotte le altre nozioni che hanno un ruolo centrale nella teoria dell'evoluzione: la nozione di specie, di differenze tra individui di una stessa specie, e di come queste differenze possono facilitare, od ostacolare la vita in un determinato ambiente, o essere prive di effetti. Sono stati presentati due esempi di microevoluzione, uno relativo ad un fatto documentato (il melanismo industriale: *Biston betularia*) La *Biston betularia*, studiata dal naturalista inglese Kettlewell, è una farfalla notturna che si posava su tronchi ricoperti da licheni, il suo colore chiaro la rende invisibile. Nel 1845, nei dintorni di Birmingham vennero notate delle falene scure; nelle aree inquinate dove gli alberi erano coperte da fuliggine ben presto esse aumentarono sensibilmente, poiché, meno visibili, venivano mangiate con più difficoltà e si riproducevano più facilmente (vedi appendice L). L'altro esempio proposto è inventato ma plausibile: ho tratto spunto è stato tratto da un testo di John Maynard Smith (1975) rielaborandolo completamente per renderlo adatto ai bambini), per mostrare come le differenze individuali possano distribuirsi in modi diversi in una popolazione in conseguenza di cambiamenti nell'ambiente.

Il curricolo di III

In la terza, dove la sperimentazione è tuttora in corso, è stato proposto all'insegnante di utilizzare il libro Il Mondo preistorico, edito da Usborne, che presenta in modo semplice ma scientificamente corretto l'evoluzione dai primi microrganismi all'essere umano moderno. Inoltre sono state costruite alcune unità supplementari sul concetto di mutazione e la spiegazione della parola adattamento, e vari esercizi a verifica dell'apprendimento e a riattivazione delle nozioni introdotte l'anno precedente.

La nozione di microrganismo ha consentito di introdurre quelle di cellule e mutazione (vedi allegato N). Si sono costruiti, inoltre, alcuni testi sull'evoluzione dei vertebrati terrestri, scritti appositamente per i bambini, adattando i contenuti di testi specialistici. A differenza dei libri di testo per la scuola elementare, che si limitano a descrivere la comparsa di una serie di organismi diversi, o a suggerire processi intenzionali verificatisi entro singoli organismi (il pesce che si avventura fuori dall'acqua diventando anfibio), si è cercato in questi brani di sottolineare le pressioni ambientali e i processi di selezione che hanno portato alla differenziazione dei taxa.

Una letteratura molto ampia ha dimostrato l'importanza di metodi di istruzione che si basano sull'organizzazione della classe come una comunità che pratica la ricerca collaborativa guidata, la discussione e il confronto delle idee (Mason 2006). Pur consapevole di tutto questo, ho predisposto un curriculum per la sperimentazione di un diverso contenuto di insegnamento più che di un diverso modo di insegnare. Ho ritenuto che la proposta di sperimentazione di contenuti diversi richiedesse già un notevole impegno alle insegnanti, costringendole non solo ad apprendere nuove nozioni, ma anche ad abbandonare le misconcezioni che esse stesse possedevano. Tuttavia le insegnanti nelle cui classi sono avvenute le sperimentazioni già avevano la consuetudine di sollecitare i bambini ad esprimere e confrontare le loro idee mediante discussioni in classe.

Studio 4. Lo studio-intervento in II elementare

Il curriculum di biologia per la classe II della scuola primaria è stato sperimentato nell'anno scolastico 2006/2007, con lo scopo di fornire le nozioni di base necessarie per avvicinarsi in terza alla teoria dell'evoluzione.

Metodo

Partecipanti

Alcuni mesi prima di iniziare l'indagine ho contattato telefonicamente tre direzioni didattiche di Mestre-Marghera con cui avevo avuto rapporti in precedenza, per sondare la loro disponibilità. A questo contatto è seguito un incontro con tutte le insegnanti di

Scienze delle future II, durante il quale ho illustrato il progetto. Hanno accettato di partecipare quattro sezioni afferenti a due delle scuole, comprendenti 82 bambini (40 M e 42 F di età compresa tra 6,5 e 8,1 anni) e le loro insegnanti di Scienze. Quasi tutti i bambini (n = 75; 91,5%) erano di genitori e nazionalità italiani, gli altri (n = 7; 8,5%) erano figli di immigrati stranieri (5 del gruppo sperimentale e due di quello di controllo). Sulla base della disponibilità espressa dalle insegnanti, tre sezioni (per un totale di 60 bambini, di cui 30 maschi e 30 femmine) sono state assegnate alla condizione sperimentale e una sezione (composta di 22 bambini, di cui 10 maschi e 12 femmine) a quella di controllo.

Procedura

La ricerca si è articolata in tre fasi: 1) Pre-test, effettuato intervistando individualmente i bambini all'inizio anno scolastico e raccogliendo di informazioni sul loro rendimento scolastico mediante un questionario compilato dalle loro insegnanti. 2) Sperimentazione del curricolo ad opera delle insegnanti, condotta tra fine ottobre e metà aprile (solo per il gruppo sperimentale); 3) Post-test, somministrato nella seconda metà di maggio (un mese dopo l'insegnamento), mediante interviste individuali ai bambini. Sia al pre- che al post-test tutte le interviste sono state effettuate individualmente, in una stanza tranquilla, audioregistrate e integralmente trascritte.

Strumenti.

Al pretest i bambini sono stati sottoposti individualmente ad un'intervista semistrutturata sulle principali nozioni che sono poi state oggetto dell'intervento, omettendo tuttavia quelle di cui non si poteva presupporre che i bambini avessero alcuna conoscenza dell'insegnamento. Le aree tematiche affrontate sono state quindi le seguenti: caratteristiche distintive degli animali; l'interno di un vertebrato (coniglio); come raggruppare gli animali; somiglianze e differenze tra animali e piante; caratteristiche di un essere vivente. L'intervista si concludeva con la presentazione di un breve racconto che consentiva di porre delle domande sulle modificazioni nella distribuzione di un tratto in una popolazione in conseguenza di un cambiamento nell'ambiente. Il post-test comprendeva le stesse domande del pre-test, con alcune piccole variazioni (ad esempio, si chiedeva di disegnare l'interno di una pecora anziché

di un coniglio) con l'aggiunta di alcune domande su specifiche nozioni introdotte durante l'insegnamento come ad esempio vertebrati, specie (vedi appendice G).

Alle insegnanti è stato chiesto di compilare un questionario per indicare il rendimento complessivo dei singoli alunni, nelle materie da loro insegnate, su una scala a cinque punti (insufficiente, sufficiente, buono, distinto, ottimo).

Insegnamento

Nella classe che formava il gruppo di controllo l'insegnante ha trattato i seguenti argomenti: somiglianze e differenze tra cane e gatto; la frutta autunnale; il bosco; la castagna e la sua farina; Biancaneve e il bosco; la vegetazione: quercia, abete bianco, abete rosso; le piante pioniere: i muschi e i licheni; le bacche rosse a grappolo: mirtilli e lamponi; il bosco e gli animali: uccelli, cinghiali, volpe, orso cervo, formica, riccio; il letargo. Nelle classi del gruppo sperimentale è stato seguito il curricolo che prevedeva i seguenti argomenti: identificazione, classificazione e differenze tra cose artificiali e naturali, viventi e non viventi; gli organi interni di un mammifero; la classificazione degli animali; che cos'è una specie; le differenze individuali tra individui della stessa specie; le variazioni che la proporzione di individui con diverse caratteristiche può presentare nel tempo, a seconda dei vantaggi o svantaggi che esse comportano in un certo ambiente (per un quadro del curricolo sperimentale si rinvia al capitolo sulle ragioni del curricolo). Il curricolo è stato svolto dall'insegnante di classe appositamente addestrata. La metodologia usata nei due gruppi (sperimentale e di controllo) è stata simile (lezioni frontali, discussioni di gruppo, letture specifiche). Nelle classi del gruppo sperimentale sono state compiute delle osservazioni, da me personalmente e da una tirocinante, durante lo svolgimento delle varie unità didattiche, per monitorare l'andamento del lavoro e le reazioni degli alunni.

Osservazioni

Le osservazioni, compiute da me personalmente e da una tirocinante durante lo svolgimento delle varie unità didattiche, sono state effettuate annotando con carta e matita gli eventi più rilevanti ed hanno permesso di verificare lo svolgimento delle attività previste nel curricolo. Complessivamente le insegnanti si sono attenute alla traccia proposta. Solo una di esse ha introdotto alcune schede aggiuntive ad

integrazione del materiale fornito, come una tavola sulla classificazione degli animali focalizzata sul gatto, una scheda con una serie di animali a cui collegare i propri cuccioli, e un'altra su erbivori e carnivori. L'osservazione ha consentito di rilevare la quantità di tempo richiesta per lo svolgimento di ciascuna unità. Le prime due unità (Tipi naturali e tipi artificiali; caratteristiche degli animali) sono state svolte in tutte le classi in un'unica lezione di circa un'ora e mezza. Le unità sulla classificazione, i vertebrati, i mammiferi e il concetto di specie hanno richiesto ciascuna due lezioni (e in alcune classi tre) di un'ora e mezza circa. Le altre sono state svolte, a seconda delle classi, con durate tra un'ora e mezzo e due ore.

Durante l'incontro finale con le insegnanti in cui si è fatto un bilancio della sperimentazione, le insegnanti hanno giudicato positivamente le attività proposte, affermando che i bambini avevano complessivamente risposto positivamente all'iniziativa, e mostrato particolare interesse e divertimento durante le unità sul dentro degli animali, i mammiferi, e i vertebrati. Le insegnanti hanno invece affermato che le unità più difficili sono state quelle sulla classificazione degli animali e sul concetto di specie.

Codifica delle risposte

Le risposte dei bambini sugli animali sono state classificate in categorie costruite in base ad un'analisi preliminare dei protocolli. Un giudice ha codificato tutti i protocolli. Un secondo giudice, non informato delle finalità della ricerca, del gruppo a cui appartenevano i bambini, e del fatto che si trattasse di pre- o post-test, ha codificato 20 protocolli. Il cui grado di accordo tra i due giudici è andato da un minimo del 80% ad un massimo del 100% (con Kappa compresi tra .69 e 1).

Risultati

L'analisi statistica dei dati è stata condotta attraverso l'uso del Pacchetto Statistico per le Scienze Sociali (SPSS Inc., 2006), calcolando le statistiche descrittive (frequenze e percentuali), mettendo a confronto le differenze tra il genere, i gruppi, e il pre- e post-test e applicando test non parametrici (Chi quadrato, Friedman, McNemar) e parametrici (Anova).

Al pretest, il confronto tra i bambini del gruppo sperimentale e di quello di controllo, effettuato mediante Chi quadrati, non ha rivelato alcuna differenza

significativa (p comprese tra $p < .951$ e $p < .094$), salvo poche eccezioni che verranno di volta in volta indicate. Dalle risposte delle insegnanti al questionario non sono risultate significative differenze nel livello di rendimento tra i bambini dei due gruppi. Non è emersa neppure alcuna significativa differenza di genere. I dati verranno perciò presentati complessivamente, descrivendo la frequenza dei diversi tipi di risposte.

La grande maggioranza dei bambini hanno mostrato di distinguere chiaramente tra esseri viventi e non viventi: solo 12 (15%) hanno attribuito la vita a uno o più oggetti inanimati cioè al sole ($n = 7$), alle nuvole ($n = 6$), al fuoco ($n = 3$), all'automobile ($n = 2$). Di questi bambini, solo uno ha attribuito vita a tutti gli oggetti dell'elenco senza dare alcuna spiegazione. Altri 12 bambini hanno negato che le piante siano vive. Contrariamente da quanto trovato da Carey (1985) non è risultata alcuna sovrapposizione tra le due risposte. La maggioranza dei bambini sembravano dunque possedere già al pre-test un concetto di vita includente animali e piante. Esso tuttavia non è basato su una conoscenza del funzione degli organi, perché la rappresentazione dell'interno del corpo del coniglio ha rivelato che la maggior parte dei bambini conosceva pochissimi organi.

Rappresentazioni degli organi interni

Gli organi interni rappresentati dalla maggioranza dei bambini sono stati il cuore e "ossa sparpagliate" (vedi tabella 5.2).

Tabella 5.2. Numero e percentuali di bambini che hanno disegnato vari organi dentro la sagoma del coniglio

	N	%
Cuore	58	71,0
Ossa sparpagliate	46	56,0
Cervello	26	32,0
Sangue/vene	26	32,0
Polmoni	19	23,0
Colonna vertebrale	16	19,5
Intestino	14	17,0
Stomaco	13	16,0
Scheletro completo	4	5,0
Reni	3	4,0

Va osservato che 16 bambini (19.5%) non hanno disegnato per nulla le ossa. Solo 4 (5%) hanno cercato di collegare in qualche modo gli organi.

I raggruppamenti degli animali.

Il criteri utilizzati dai bambini per raggruppare gli animali di cui erano state date le figure (aquila, merlo, farfalla, formica, lucertola, serpente, rana, tritone, leone cervo, pesce, squalo) sono elencati e descritti nella tabella 5.3. Il criterio usato con maggior frequenza è stato la locomozione (usato almeno una volta da 56 bambini, 68%), seguito da habitat (n = 50, 61%), caratteristiche morfologiche (n = 39, 47%) e alimentazione (n = 17, 21%). La maggioranza dei bambini (n = 50, 61%) non ha mai impiegato un criterio di tipo tassonomico. Dei rimanenti bambini, 20 lo hanno fatto una sola volta, e gli altri due (n = 7, 8,5 %) o più (n = 5, 6 %9). I criteri di raggruppamento suggeriti dalle indicazioni ministeriali corrispondono dunque a ciò che i bambini tendono a fare spontaneamente (o che è stato loro insegnato in precedenza). Il criterio tassonomico coincide con l'uso spontaneo e corretto da parte dei bambini di un nome di una classe di animali. I nomi usati sono stati, in ordine di frequenza, *insetti* (n = 22, 27%), *pesci* (n = 19, 23%), *uccelli* (n = 12, 14 %), *rettili* (n = 3, 4 %), *anfibi* (n = 3, 4 %), *mammiferi* (n = 2, 2%).

Tabella 5.3. Criteri di raggruppamento degli animali usati al pre-test

Criterio	Esempi
Locomozione	Marco: (aquila, colombo e farfalla) <i>“quelli che volano”</i> Giulia: (pesce, squalo) <i>“nuotano”</i> Filippo: (lucertola, rana, serpente) <i>“animali che camminano per terra”</i>
Habitat	Jasmine: (leone e cervo) <i>“vivono nella foresta”</i> (lucertola tritone serpente formica) <i>“vivono nell’erba”</i> Marta: (cervo leone) <i>“vivono nei boschi”</i> Camilla: (ragno, vipera, lucertola tritone, cervo, leone) <i>“vivono in terra”</i> Marco: (squalo, pesce) <i>“vivono nel mare”</i> Alessandro: (aquila, uccello, farfalla) <i>“animali del cielo”</i>
Caratteristiche morfologiche	Teodos: (Leone e cervo) <i>“pensavo che sono tutte e due grandi uguali... hanno quattro zampe”</i> Samantha: (tritone, lucertola) <i>“hanno la coda uguale”</i> Sandro: (squalo, pesce) <i>“hanno le pinne”</i> Giorgia: (ragno, lucertola, leone, cervo, tritone) <i>“insieme perché hanno quattro zampe”</i>
Alimentazione	Manuel: (squalo, pesce, leone, cervo, serpente) <i>“mangiano carne, carnivori”</i> Lucrezia: (cervo) <i>“cervo da solo perché è erbivoro”</i>
Tassonomia	Marco (leone e cervo) <i>“perché sono mammiferi”</i> Andrea (pesce e squalo) <i>“sono pesci”</i>

Il fatto che il criterio tassonomico sia stato usato raramente riflette solo in parte la una scarsa conoscenza delle classi di vertebrati, perché quando i loro nomi sono stati presentati ai bambini, chiedendo di dirne il significato quasi tutti i bambini hanno definito correttamente almeno uno di essi. La definizione di una classe è stata considerata corretta quando ne sono state indicate una o più caratteristiche tipiche e/o sono state negate quelle tipiche di altre classi. In particolare, la definizione del termine mammifero è stata considerata corretta quando i bambini hanno detto “non fanno le uova”, “fanno i piccoli nella pancia”, “vengono allattati”; per i rettili sono state accettate affermazioni del tipo: “striscia”, “fa le uova”, “ha le squame”; per gli uccelli “vola”, “ha le ali”, “ha le piume”, fanno i nidi”, “ha il becco”; per il pesce: “nuota”, “ha le pinne”, “sono animali che vanno solo in acqua”. Viceversa, sono state codificate come scorrette le risposte in cui i bambini hanno attribuito ad una classe dei tratti tipici

di un'altra, ad esempio, ad esempio, per i rettili: "allattano i piccoli", per gli uccelli: "ha le squame"; per gli anfibi: "vivono solo in terra".

La tabella 5.4 mostra che la maggior parte dei bambini ha mostrato di avere un'idea di cosa siano uccelli e pesci, mentre i nomi delle altre classi sono risultate quasi sconosciute; la differenza nella conoscenza delle varie classi è risultata significativa al test di Friedman ($\chi^2(4, N = 82) = 255.94; p < .001$).

Tabella. 5.4. Percentuali di bambini che hanno manifestato vari gradi di conoscenza dei nomi delle classi di vertebrati al pre-test.

Termine	Conoscenza del termine		
	Mai sentito	Definizione scorretta	Definizione corretta
Uccello	6	0	94
Pesce	1	5	94
Mammifero ^a	50	33	17
Rettile	67	24	8,5
Anfibio	90	5	5

^a Per classe dei mammiferi 14 (23%) bambini del gruppo sperimentale e nessuno di quello di controllo hanno fornito una definizione corretta, $\chi^2(2, N = 82) = 6.69; p = 03$.

Data la scarsa conoscenza che i bambini sembrano avere dei mammiferi, non stupisce che solo due di essi abbiano risolto il compito, in cui si trattava di escludere una figura da un insieme comprendente pipistrello, coniglio cane e coccodrillo, togliendo il coccodrillo e giustificando correttamente la loro risposta.

Microevoluzione

Veniva letto un raccontino su un gruppo di granchi, metà dei quali chiari e l'altra metà scuri, che vivevano tranquilli su una spiaggia, era difficile vedere i granchi chiari perché si confondevano con la sabbia. Finché un giorno non si insediò una famiglia di gabbiani che cominciò a mangiare i granchi. Ai bambini veniva chiesto: "tu cosa pensi? I gabbiani mangeranno di più i granchi chiari o quelli scuri?". A questo problema, i bambini hanno tutti affermato, con sole due eccezioni, che sarebbe stato mangiato un maggior numero di granchi scuri, dimostrando di aver compreso il racconto. Quando però si è chiesto di fare delle previsioni sulla numerosità dei granchi

dei due colori (chiari o scuri) a distanza di tempo, solo la metà dei bambini (n = 44, 54%) ha affermato che i granchi chiari sarebbero stati la maggioranza o addirittura la totalità, mentre gli altri bambini hanno risposto “non so” (n = 17, 21%), o sostenuto che sarebbero rimasti metà chiari e metà scuri (n = 15, 18%) o addirittura che gli scuri sarebbero stati di più (n = 6, 7%). E infine è stato chiesto di spiegare come mai sarebbero stati di più i granchi chiari (dopo aver suggerito questa risposta a quelli che non l’avevano data spontaneamente), 16 bambini (19%) non hanno saputo dare alcuna spiegazione, 32 (39%) si sono riferiti al fatto che i gabbiani mangiavano soprattutto i granchi scuri (tasso di predazione), senza nominare le nuove nascite. Infine 34 bambini (45%) hanno parlato sia del tasso di predazione sia delle nascite successive. E’ interessante notare che 10 di essi ne hanno tratto la conclusione che le nuove nascite avrebbero ripristinato la situazione iniziale, rendendo di nuovo uguale il numero di granchi scuri a quello dei granchi chiari. Gli altri bambini, invece, sono riusciti a coordinare in modo corretto tasso di predazione e nascite, affermando che dal momento che era rimasto vivo un maggior numero di granchi chiari, sarebbe stato maggiore anche il numero di loro figli. (vedi tabella 5.5).

Tabella 5.5. Criteri usati dai bambini per prevedere la proporzione di granchi chiari o scuri alcune generazioni dopo l'arrivo di una famiglia di gabbiani che mangia quelli scuri

Nome	Descrizione	Esempi
Solo tasso di predazione	I bambini considerato solo la quale tipo di granchio viene mangiato più spesso, senza considerare le nascite. Essi cioè si limitano a dire che vengono mangiati più granchi scuri, e che perciò ne rimangono di più di chiari	<p><i>"Perché quelli scuri sono stati mangiati tutti quindi i chiari saranno di più."</i></p> <p><i>"Perché sono morti tutti quelli scuri che sono stati mangiati dai gabbiani".</i></p> <p><i>"Perché quelli scuri si confondevano e sono stati mangiati quasi tutti"</i></p> <p><i>"Chiari perché ormai sono tutti morti quelli scuri! -</i></p>
Predazione compensata dalle nascite	I bambini considerano anche le nascite, e questo li porta a sostenere che i granchi saranno metà per sorte, perché anche se gli adulti vengono mangiati, essi si riproducono.	<p><i>"Il colore finale dei granchi? - umm...forse metà e metà"</i> (Ti ricordo che non stiamo più parlando dei granchi dell'inizio ma ora stiamo parlando dei figli dei figli)</p> <p><i>"Perché...perché ne nascono sempre e quindi anche se vengono mangiati ne arrivano di nuovi a sostituirli."</i></p> <p>Il colore finale dei granchi sarà: <i>"metà e metà"</i> – (Come mai? Ti ricordo che non stiamo più parlando dei granchi dell'inizio ma ora stiamo parlando dei figli dei figli.)</p> <p><i>"Perché anche se vengono mangiati si riproducono e così sono sempre metà e metà..."</i> (E se ti dicessi che la risposta giusta è che saranno un po' di più quelli chiari?) – <i>"Umm, (pausa) vuol dire che devono ancora nascere quelli scuri..."</i></p>
Nascite correlate a predazione	I bambini parlano anche delle nascite e le ricordano con il tasso di predazione, sostenendo che il tipo di granchio che ha avuto più sopravvissuti fa più figli dell'altro	<p><i>"Perché ne sono nati di più di chiari perché c'erano di più quelli chiari e hanno fatto più figli"</i>.</p> <p><i>"Perché i gabbiani hanno mangiato quasi tutti quelli scuri e così sono nati più chiari"</i></p> <p><i>"Tutti chiari (Come mai?) Perché sono rimasti di più e così hanno anche fatto più figli"</i>.</p>

L'elevato numero di bambini che hanno tenuto conto sia di predazione che di nascite suggerisce che già in seconda elementare sia possibile presentare degli esempi

microevoluzione, cioè di cambiamenti a cui la distribuzione di un tratto in una popolazione va incontro nel tempo in conseguenza di cambiamenti intervenuti nell'ambiente. Il fatto che diversi bambini abbiano manifestato l'idea che le nuove nascite possano ripristinare la proporzione iniziale di individui che presentano un certo tratto, dopo che essa è stata essa modificata dall'arrivo di un predatore, segnala una possibile difficoltà di cui tenere conto nell'insegnamento.

Confronto tra pre- e post-test

Indice di progresso complessivo

Per confrontare il pre- e il post-test si è deciso innanzitutto di calcolare un indice complessivo di conoscenza. A questo scopo i punteggi nei diversi item sono stati tradotti in una comune scala di grandezza, assegnando 1 alla risposta corretta o più avanzata, 0 a quella scorretta o meno avanzata, e un punteggio intermedio, compreso tra 0 e 1 alle altre risposte. Ad esempio, nel caso del numero di classi spontaneamente usate per raggruppare gli animali, si è attribuito il valore di 1 al totale massimo possibile (ed effettivamente raggiunto da alcuni bambini) cioè 6. I totali inferiori hanno ottenuto un punteggio ad esso proporzionale (ad esempio, 5 è diventato $5/6$ cioè .83). Si sono quindi sommati i punteggi di tutti gli item, attribuendo ai bambini il loro valore, che poteva andare da 0 a 11 .

Su questo punteggio è stata condotta un'ANOVA mista, con sesso e gruppo (sperimentale e di controllo) come variabili tra i soggetti e tempo (pre- post test) entro i soggetti. Sono risultati significativi gli effetti principali dei gruppi $F(1, 80) = 27.5$, $p < .001$, $\eta^2 = .26$, e del tempo $F(1, 80) = 214.9$, $p < .001$, $\eta^2 = .73$. E' inoltre risultata significativa l'interazione tra gruppo e tempo. Il test t di Student per campioni appaiati ha mostrato che in entrambi i gruppi c'è stato un progresso significativo dal pre- al post-test. Il gruppo di controllo è passato da una media di 3.9 (DS=1.06) a una media di 5.5 (DS = 1.4), $t(21) = 5.38$, $p < .001$. Il gruppo sperimentale è passato invece da una media di 3.9 (DS =1.5) a una media di 9.1 (DS = 2), $t(59) = 20.11$, $p < .001$. Il progresso è stato più rilevante nel gruppo sperimentale. Al pre-test infatti le differenze tra i due gruppi non erano significative, mentre lo sono diventate al post test, ($p < .001$). Sono state perciò confrontate le risposte al post-test dei due gruppi per identificare quelle che maggiormente contribuivano a queste differenze.

Classificazione degli animali

Il numero medio di classi nominate spontaneamente dai bambini durante il raggruppamento degli animali è salito da $M = 0.83$ ($DS = 1.1$) a $M = 4,63$ ($DS = 1.66$) nel gruppo sperimentale, e da $M = 0.5$ ($DS = 0.8$) a $M = 1.77$ ($DS = 1.1$) in quello di controllo. Una ANOVA a misura ripetute ha messo in evidenza gli effetti principali del test (pre- e post), $F(1,80) = 186$, $p < .001$, $\eta^2 = .70$, del gruppo, $F(1, 80) = 79$, $p < .001$, $\eta^2 = .31$, e della loro interazione, $F(1,80) = 46.2$, $p < .001$, $\eta^2 = .37$. Benché entrambi i gruppi siano progrediti dal pre- al post-test, il progresso del gruppo sperimentale è stato maggiore. Come mostra la tabella 5.6, tutte le classi sono state citate dalla maggioranza dei bambini del gruppo sperimentale. Invece tra i bambini del gruppo di controllo solo i pesci sono stati nominati dalla maggioranza di loro; rettili, mammiferi, e anfibi sono stati nominati da pochissimi bambini, con un andamento molto simile a quello che nel pretest era stato osservato per la totalità dei partecipanti.

Tabella 5.6. Numero (e percentuale) dei bambini del gruppo sperimentale e di controllo che hanno nominato spontaneamente le classi dei vertebrati nell'effettuare i raggruppamenti al post-test.

classi	gruppi				χ^2	$p <$
	Sperimentale		Controllo			
pesci	60	(100)	18	(82)	11.469	.001
uccelli	55	(92)	10	(45)	20,919	.001
insetti	44	(73)	7	(32)	11.800	.001
rettili	46	(77)	2	(9)	30.287	.001
mammiferi	36	(60)	1	(4.5)	19.992	.001
anfibi	37	(62)	1	(4.5)	21.123	.001

Nota. Tutti i Chi quadrati hanno un grado di libertà.

I bambini del gruppo sperimentale non solo hanno nominato più spesso i nomi delle classi dei bambini del gruppo di controllo, ma hanno anche mostrato una maggiore conoscenza quando si è chiesto loro di dare delle definizioni (vedi tabella 5.7). Mentre in entrambi i gruppi tutti i bambini al post-test hanno dimostrato di conoscere uccelli e i pesci, la maggior parte dei bambini del gruppo di controllo ha dichiarato, addirittura, di non aver mai sentito le parole *rettile* e *anfibia*.

Tabella 5.7. Numero (e percentuale) dei bambini che hanno manifestato vari gradi di conoscenza dei nomi delle classi di vertebrati al post-test.

Categorie	gruppi			
	sperimentale		controllo	
Pesce				
Mai sentita la parola	0	0	0	0
Non so o definizione errata	0	0	0	0
Definizione corretta	60	(100)	22	(100)
Uccello				
Mai sentita la parola	0	0	0	0
Non so o definizione errata	0	0	1	(5)
Definizione corretta	60	(100)	21	(95.5)
Mammifero				
Mai sentita la parola	0	0	8	(36,4)
Non so o definizione errata	12	(20)	11	(50.0)
Definizione corretta	48	(80)	5	(14.0)
Anfibio				
Mai sentita la parola	1	(2)	17	(77.0)
Non so o definizione errata	19	(32)	2	(9.0)
Definizione corretta	40	(67)	3	(14.0)
Rettile				
Mai sentita la parola	0	0	15	(68.0)
Non so o definizione errata	20	(33)	5	(23.0)
Definizione corretta	40	(67)	2	(9.0)

Nota. Uccello: $\chi^2 = 2,761$ n.s.; mammifero: $\chi^2 = 38.382$, $p < .001$; anfibio: $\chi^2 = 53.756$; $p < .001$; rettile : $\chi^2 = 51.922$; $p < .001$. Tutti i chi quadrati hanno due gradi di libertà ed $N = 82$.

Non è stato condotto un esame delle differenze qualitative tra le definizioni corrette date dai bambini al pre-test e quelle date al post-test. Gli esempi riportati nella tabella 5.8 mostrano come i bambini abbiano assimilato diverse informazioni trasmesse loro durante l'intervento.

Tabella 5.8. Esempi di definizioni dei nomi di classi di animali date dai bambini al post test.

Definizione corretta	Definizione scorretta
Mammifero	
Marco: <i>“animale che allatta i figli”</i>	Sandro <i>“Quelli che mangiano e che camminano”</i>
Nicolò: <i>“sono animali che non fanno le uova ma fanno i piccoli già formati e li allattano”</i>	Ben <i>“Sono animali che mordono”</i>
Marco: <i>“sono quelli che fanno i cuccioli e hanno le mammelle e danno il latte i cuccioli escono dalla pancia come noi”</i>	Lorenzo <i>“Un animale che mangia erba”</i>
Uccello	
Marta: <i>“Animali che hanno le ali leggere, volano e fanno le uova col guscio”</i>	Nessuno
Manuel: <i>“E’ un animale che vola, che fa le uova e si costruisce il nido”</i>	
Marco: <i>“sono animali che fanno le uova e volano”</i>	
Rettile	
Nicolò: <i>“Sono animali, hanno il sangue freddo, e si mettono al sole”</i>	Jasmine <i>“Sono animali che fanno i piccoli nella pancia e quando sono pronti li partoriscono”</i>
Ares: <i>“Sono animali che hanno la pelle dura, fanno le uova e vanno in letargo”</i>	Giorgia <i>“Sono animali che vivono sia nella terra che nell’acqua.. non mi ricordo più tanto”</i>
Micol: <i>“Un animale che fa le uova ed è verde e marrone”</i>	Giada <i>“Che hanno due vite e hanno la coda”</i>
Filippo: <i>“Un animale con la coda, che striscia e fa i piccoli nelle uova”</i>	
Anfibio	
Nicolò: <i>“Doppia vita quand’era piccolo nuotava e stava nell’acqua, quando diventa grande vive su e sta sulla terra”</i>	Elisa <i>“Che fa le uova”</i>
Maddalena: <i>“Da piccolo ha le branchie e da grande gli vengono anche i polmoni, da piccolo può stare solo in acqua da grande sia in acqua che in terra”</i>	Giada <i>“Non si trovano da tutte le parti, li puoi trovare nelle zone umide quando piove se è un serpente si capisce perché non ha quattro zampe ed è lungo e se è una lucertola lo capisci che è piccolino e ha una coda un po’ lunghina e quattro zampe”</i>
Giacomo: <i>“Ha due vite, sull’acqua all’inizio e poi sulla terra”</i>	
Pesce	
Michael: <i>“Ha le branchie per nuotare”</i>	Nessuno
Giulia: <i>“Un animale che sta in acqua e respira con le branchie”</i>	
Lorenzo: <i>“Un animale che nuota”</i>	
Filippo: <i>“Nuota, ha le pinne, le branchie per respirare”</i>	

Differenze significative tra il gruppo sperimentale e quello di controllo sono emerse, al post test, anche nella soluzione del compito di togliere una figura da un insieme che comprendeva pipistrello, coniglio, cane e coccodrillo e di giustificare la scelta effettuata. Più della metà dei bambini del gruppo sperimentale (n = 33; 55%) ha infatti risposto correttamente, indicando il coccodrillo e dando giustificazioni corrette e

pertinenti, ad esempio “è l'unico che fa le uova” oppure “è l'unico rettile. Un bambino (2%) del gruppo sperimentale ha escluso il coccodrillo ma ha giustificato la scelta in modo scorretto. Gli altri hanno risposto scorrettamente. Invece nessun bambino del gruppo di controllo ha eseguito correttamente il compito; alcuni bambini hanno escluso il coccodrillo (n= 7; 32%) ma hanno giustificato la scelta in modo scorretto (n= 7; 32%). Le differenze tra i due gruppi sono risultate significative : $\chi^2(2, N = 82) = 29,088; p < .001$.

Durante la sperimentazione del curricolo erano state introdotte le nozioni di *specie* e *vertebrato* presumibilmente nuove per i bambini. Al post-test i bambini dovevano spiegare il significato delle parole. Sono state considerate definizioni corrette di specie quelle che menzionavano le somiglianze tra i loro membri e/o la possibilità di accoppiarsi e fare figli; sono state considerate corrette le definizioni di vertebrato che menzionavano la presenza di uno scheletro interno (vedi tabella 5.9.)

Tabella 5.9. Esempi di definizioni dei termini *specie* e *vertebrato*, date dai bambini al post test

Definizione corretta	Definizione scorretta
Specie	
Elia (38) “sono animali della stessa specie, sono animali che possono mettersi insieme e fare i cuccioli e si assomigliano”	Giorgia “un animale è una specie perché vive ha il pelo, ha le zampe, ha le orecchie”
Marta (52) “ sono dei gruppi di animali simili.. tipo la specie zebra non si può accoppiare con un leone, la specie è un gruppo di animali che si possono accoppiare tra loro”	Maddalena “c’è un animale, allora c’è una scimmia e un’altra scimmia però diversa e allora quella differenza si chiama specie”
Lara (36) “Un insieme di generi.. tipo un insieme di animali che hanno le stesse caratteristiche e quindi si possono anche riprodurre”	
Filippo (42): “sono un insieme di animali molto simili”	
Vertebrati	
Nicolò: “quelli che hanno le ossa, tipo anche noi siamo vertebrati e le ossa servono per reggerci senò cadremmo a terra”	Matis “Sono animali che fanno le uova”
Giulia: “che hanno la spina dorsale e le ossa”	Sandro “Che camminano che hanno la coda”
Elia: “animali con lo scheletro interno”	
Giorgia: “quelli che hanno la colonna vertebrale, anche gli uomini hanno la colonna vertebrale”	

Come mostra la tabella 5.10, maggioranza dei bambini del gruppo sperimentale ha definito correttamente entrambi i termini, contro una piccola minoranza dei bambini del gruppo di controllo. Queste differenze sono risultate significative.

Tabella 5.10. Numero (e percentuale) di bambini sulla conoscenza dei termini *specie* e *vertebrato* al post-test

Categorie	Gruppi			
	sperimentale		Controllo	
Specie				
Mai sentita la parola	0	(0)	7	(32.0)
Non so o definizione errata	22	(37)	12	(54.5)
Definizione corretta	38	(63)	3	(14.0)
Vertebrati				
Mai sentita la parola	3	(5)	21	(95.5)
Non so o definizione errata	11	(18)	0	(0.0)
Definizione corretta	46	(77)	1	(4.5)

Nota. Specie: $\chi^2(2, N = 82) = 28.283$; $p < .001$. Vertebrati : $\chi^2(2, N = 82) = 63.643$; $p < .001$.

Rappresentazioni degli organi interni

Al post-test sono emerse invece poche differenze significative tra il gruppo sperimentale e quello di controllo nel disegno degli organi all'interno della sagoma di una pecora (vedi tabella 5.11). Queste differenze riguardano sangue/vene e il sistema scheletrico, su cui i bambini del gruppo sperimentale avevano avuto molte informazioni nella visita al museo. Per il resto l'argomento dell'interno del corpo era stato trattato durante il curricolo molto brevemente. La maggioranza dei bambini ($n = 72, 76\%$) sia del gruppo sperimentale che di quello di controllo non ha collegato in alcun modo gli organi disegnati. Solo 20 bambini (24%), equamente divisi tra i due gruppi, ha collegato due o più organi.

Tabella 5.11. Organi interni disegnati nella sagoma della pecora al post test

Organo	Gruppi				χ^2	p<
	Sperimentale		Controllo			
	N	%	N	%		
cuore	47	(78)	12	(54.5)	4.514	0.34
polmoni	25	(42)	9	(41.0)	0.04	0.95
cervello	23	(38)	11	(50)	0.90	0.34
stomaco	21	(35)	4	(18)	2.15	1.43
sangue/vene	14	(23)	1	(4.5)	3.80	0.05
intestino	13	(22)	4	(18)	0.12	0.07
Sistema scheletrico ^a					17,919	0.001
ossa	7	(12)	12	(54.5)		
sarpagliate						
colonna	24	(40)	4	(23)		
vertebrale						
scheletro	29	(48)	5	(23)		
reni	3	(5)	0	(0.0)	1.142	0.285

^aLe risposte dei bambini sul sistema scheletrico, sono state classificate in tre categorie.

Microevoluzione

Anche nella comprensione della microevoluzione al post-test sono emerse differenze significative tra i due gruppi. Infatti solo 10 bambini (45.5%) del gruppo di controllo contro 47 (78%) di quello sperimentale hanno affermato che il numero di granchi chiari sarebbe stato superiore di quello dei granchi scuri. Il test di McNemar, effettuato separatamente per i due gruppi, ha messo in evidenza un significativo progresso rispetto al pre-test solo nel gruppo sperimentale (Chi quadrato = 4.65, $p < .05$). Le differenze tra i due gruppi sono ancora più nette nelle spiegazioni della mutata frequenza dei granchi dei due colori (vedi tabella 5.12). La maggioranza dei bambini del gruppo di controllo, contro una piccola minoranza di quelli del gruppo sperimentale hanno fornito il tipo di risposta più avanzata, $\chi^2(3, N = 82) = 18.3, p < .001$. Il confronto fra pre- e post-test, effettuato separatamente per i due gruppi con il test di McNemar, ha messo in evidenza che solo nel gruppo sperimentale, dove il numero bambini che hanno dato la risposta più avanzata è passato dai 16 (27%) del pre- ai 36 (60%) del post-test, c'è stato un progresso significativo $\chi^2(1, n = 60) = 12.8, p < .001$.

Tabella 5.12. Numero (e percentuale) di bambini che hanno dato, al post-test, diverse spiegazioni della mutata frequenza dei granchi

spiegazione	Gruppo			
	sperimentale		Controllo	
	N	%	N	%
Non so, errata	4	7	5	23
Solo tasso di predazione	17	28	11	50
Le nascite compensano la predazione	3	5	4	18
Coordinazione tra nascite e predazione	36	60	2	9

Infine, quando è stato chiesto ai bambini se pensavano di aver dato al post-test risposte diverse o uguali a quelle del pre- test, la maggioranza di essi (N = 60, 73%), senza differenze significative tra i due gruppi, ha affermato di aver dato delle risposte diverse. Tuttavia sono emerse differenze significative tra i gruppi nell'attribuzione del cambiamento alle nuove conoscenze acquisite a scuola. Questa attribuzione è stata fatta dal 75% (33 su 44) dei bambini del gruppo sperimentale, e dal 36% (4 su 11) di quelli del gruppo di controllo, $\chi^2 (1, N = 55) = 5.9, p = .015$.

Discussione

In conclusione, all'inizio dell'anno scolastico i partecipanti nel loro complesso hanno mostrato di possedere un concetto di essere vivente che include animali e piante più avanzato di quanto sostenuto da Carey (1985) e questo ha costituito una buona base di partenza per la realizzazione del curriculum.

I bambini, ad inizio d'anno, non utilizzavano criteri di raggruppamenti per classi di animali, ma ne preferivano altri (locomozione, alimentazione, habitat ecc), inoltre, conoscevano pochi organi interni di un animale.

Alla fine dell'anno scolastico, entrambi i gruppi di bambini, sia quello sperimentale che quello di controllo, hanno manifestato un progresso complessivo nelle loro conoscenze di biologia, ma quello del gruppo sperimentale è stato molto più consistente. In particolare, la maggioranza dei bambini del gruppo sperimentale ha compreso le nozioni di vertebrato e specie, ha appreso i termini tassonomici delle classi di vertebrati e, almeno in modo grossolano, il loro significato, e li ha usati per

raggruppare le figure di animali. Le capacità dei bambini superano quelle indicate dai programmi ministeriali che prevedono di “raggruppare per somiglianze; o descrivere animali mettendo in evidenza differenze (bipedi quadrupedi)”. Questo indica che già in seconda è possibile introdurre i bambini alla tassonomia zoologica.

Il fatto che nei bambini del gruppo di controllo queste conoscenze tassonomiche, non impartite a scuola, non siano state acquisite per altre vie, solleva degli interrogativi su come potranno comprendere in terza i riferimenti a rettili, anfibi e mammiferi che, come suggeriscono gli studi presentati nei capitoli precedenti, sono comuni nell’insegnamento de “La terra prima dell’uomo”.

I risultati di questo studio hanno anche mostrato che i bambini in II sono stati anche in grado di capire la variazione di un tratto in una popolazione come effetto di cambiamenti ambientali, nozione importante per avvicinarsi alla teoria dell’evoluzione.

Un risultato che non è stato rilevato mediante apposite misure, ma che è emerso dalle osservazioni svolte in classe, e da commenti di genitori, poi riportati dalle insegnanti, è stato non solo l’interesse, ma addirittura l’entusiasmo, con i bambini del gruppo sperimentale hanno partecipato all’iniziativa. Per alcuni bambini l’ora di biologia era diventato un vero e proprio evento, un appuntamento atteso con gioia nel corso della settimana.

Un grande interesse sta suscitando nei bambini che vi partecipano la prosecuzione dell’intervento, cioè l’insegnamento dell’evoluzione, iniziata quest’anno e tuttora in corso, cui riporterò qualche dato aneddótico nelle Conclusioni.

Conclusioni

Fin da quando è stata proposta la teoria dell'evoluzione, diversi biologi evolucionisti, a cominciare dallo stesso Darwin (1872, vedi anche Dawkins 1986; Mayr 1982) si sono chiesti perché essa fosse così difficile da comprendere ed accettare. Con l'avvio del filone di ricerche sulle concezioni degli studenti, molti psicologi cognitivi, esperti di "science education" (Alters & Nelson, 2002; Bishop & Anderson, 1990; Brumby, 1984; Ferrari & Chi, 1998; Green, 1990; Settlage, 1994; Sinatra, Southerland, McConaughy, & Demastes, 2003; Shtulman, 2006), e alcuni psicologi dello sviluppo (Evans, 2000a, 2000b; Samarapungavan & Wiers, 1997) hanno cominciato a individuare delle "misconcezioni dell'evoluzione" in studenti di nazioni ed età diverse, e ad avanzare delle ipotesi sulle loro origini e le cause della loro diffusione e resistenza al cambiamento.

A parte la consistente proporzione di cittadini americani e di diversi paesi europei (con qualche eccezione, i soli su cui sono state condotte queste indagini) che aderiscono a una visione creazionistica, almeno per quanto riguarda l'origine dell'uomo, coloro che aderiscono alla teoria dell'evoluzione spiegano i cambiamenti nelle specie mediante dei meccanismi più affini alla teoria di Lamarck che a quella di Darwin.

La nascita stessa delle spiegazioni creazionistiche, oltre che il consenso di cui ancora godono, è stato attribuito all'essenzialismo, cioè alla tendenza a pensare che gli animali e altri generi naturali condividano delle essenze immutabili, che corrisponde ad una filosofia molto diffusa in occidente a partire dalla scuola Pitagorica e da Platone (Mayr, 2004), ma anche, secondo diversi psicologi cognitivi contemporanei, a tendenze di pensiero intrinseche alla mente umana (Evans, 2000b, 2001). La loro congruenza con l'essenzialismo (Shtulman, 2006), oltre che la loro minore complessità (Bishop & Anderson, 1990) spiegherebbe poi il prevalere di spiegazioni "lamarckiane" su quelle darwiniane.

Queste spiegazioni si richiamano a fattori "intrinseci", cioè relativi al modo di funzionare della mente umana (Evans 2000a). Tutti gli studiosi sottolineano anche l'azione di fattori estrinseci, cioè la diffusione di certe credenze nell'ambiente sociale

in cui un bambino o un giovane cresce, e il modo più o meno chiaro e corretto in cui sono riportate le informazioni sull'evoluzione (per una rassegna si veda Alters & Nelson, 2002).

Senza negare l'esistenza di fattori intrinseci, le ricerche che ho condotto durante il mio dottorato e descritte in questa tesi si proponevano di verificare se il peso dei fattori estrinseci non poteva essere addirittura maggiore di quanto ipotizzato dai principali autori, e se la stessa diffusione di misconcezioni tra gli adulti non poteva causare la loro trasmissione ai bambini, in un circolo vizioso che potrebbe essere spezzato solo prendendo coscienza del problema e intervenendo precocemente nell'istruzione e negli strumenti (libri di testo e altro materiale didattico) di cui essa si serve. Secondo questa ipotesi (suffragata dalle poche ricerche sulle concezioni dei bambini sull'origine delle specie) le misconcezioni dell'evoluzione si formerebbero precocemente a causa delle informazioni sbagliate che i bambini ricevono da parte di adulti che possiedono a loro volta misconcezioni, o da testi di autori anche ben preparati, che usano però il linguaggio finalistico e antropomorfo che spesso caratterizza i discorsi sull'evoluzione.

Il fatto che in Italia i bambini sentano parlare dell'evoluzione già in III elementare ha reso possibile esaminare sia il modo in cui i libri di testo affrontano questo argomento, sia gli effetti dell'insegnamento svolto tradizionalmente.

L'esame dei libri di testo ha mostrato che il tema della vita sulla terra prima della comparsa dell'uomo era affrontato nei sussidiari anche prima che fosse espressamente previsto dai programmi del 2004. Tale analisi è risultata particolarmente importante perché le fonti di informazioni sistematiche di cui dispongono gli studenti all'interno della scuola sono i libri di testo oltre che le spiegazioni degli insegnanti. L'evoluzione dei primi esseri viventi nei sussidiari italiani è prevalentemente trattata descrivendo successive comparse di vari tipi di animali senza fornire spiegazioni esplicite. Vengono però suggeriti dei meccanismi "lamarckiani", descrivendo alcune evoluzioni, soprattutto quella di alcuni pesci in anfibi, come se fossero conseguenza di cambiamenti di comportamento e dei processi psicologici ad essi concomitanti (imparare, abituarsi), senza fare alcun cenno all'evoluzione delle caratteristiche morfologiche che hanno reso possibile questi comportamenti.

La parola *adattamento* in questi testi è usata senza alcun chiarimento del significato diverso che essa assume, rispetto a quello familiare di adeguamento (spesso volontario) a una situazione nuova, quando si parla di biologia evoluzionistica. Questo esame dei libri di testo avvalorava dunque l'idea che le misconcezioni possano essere trasmesse implicitamente o esplicitamente come hanno affermato Alters & Nelson (2002).

I due studi successivi hanno esaminato le idee dei bambini sull'origine delle specie. Il primo è stato condotto su bambini di II che non avevano ancora studiato “la vita sulla terra prima dell'uomo” e su bambini di terza che lo avevano fatto, e quello seguente con un gruppo di bambini di terza intervistati prima e dopo l'insegnamento. Lo studio con i bambini di seconda e terza ha permesso di ottenere un primo quadro delle concezioni dei bambini italiani; sono emerse differenze significative tra i bambini di II rispetto a quelli di III: in seconda sono prevalse le idee creazionistiche, in terza la maggioranza dei bambini ha espresso idee miste, sia creazionistiche che evoluzionistiche. Anche se sembra che il principale responsabile del pattern misto sia l'insegnamento scolastico sull'origine degli animali, va sottolineato comunque che anche in seconda un terzo di bambini ha usato un pattern misto evidenziando che la scuola non è l'unica fonte di informazioni sull'evoluzione.

Lo studio in III elementare, condotto esaminando i bambini prima e dopo l'insegnamento, ha confermato la prevalenza di idee creazionistiche tra bambini che non avevano ancora studiato l'argomento ed ha evidenziato, dopo lo studio di questa materia, una prevalenza di idee evoluzionistiche anziché miste; ciò, può essere, in parte, dovuto al maggior numero dei partecipanti che ha consentito l'evidenziarsi di una più ampia gamma di idee ed in parte, anche al fatto che tutte le idee, sia evoluzionistiche che creazionistiche, risentono degli effetti dell'ambiente culturale e del modo di insegnare. Il disegno longitudinale di questa ricerca ha anche consentito di esaminare le relazioni tra i pattern di risposte del pre-test e quelli del post-test, per verificare se ci fosse qualche associazione privilegiata. I risultati hanno messo in evidenza che i bambini erano approdati ai pattern evoluzionisti (anche a quello più evoluto) dai più diversi punti di partenza, compreso quello creazionistico. Le concezioni di partenza dei bambini non sembrano dunque costituire un ostacolo per accedere all'idea di evoluzione.

In questo secondo studio, il numero maggiore di bambini coinvolto e la maggior frequenza di risposte evoluzionistiche ottenute ha consentito una più fine analisi di queste ultime, che ha consentito di distinguere due pattern; in quello più primitivo, l'evoluzione inizia con animali già di grande taglia e la collocazione di vari tipi di animali nella linea del tempo viene effettuata scorrettamente; in quello più avanzato, la vita sulla terra è iniziata nel mare con i primi microrganismi e gli animali vengono posti correttamente sulla linea del tempo.

In entrambi questi due studi, una notevole proporzione di bambini ha parlato delle trasformazioni subite dagli animali, e questo suggerisce che l'essenzialismo non sia un ostacolo per la comprensione dell'evoluzione. Molti bambini hanno spiegato che gli animali di oggi non solo sono derivati da animali primitivi con alcune caratteristiche simili (come il rinoceronte dal triceratopo, la giraffa dal diplodoco, gli uccelli dalle mosche, secondo alcuni bambini), ma anche da organismi microscopici, derivati a loro volta dalla materia inanimata.

Tra le cause delle trasformazioni delle specie più spesso indicate dal puro e semplice passare del tempo. Pochi bambini hanno parlato di uso o disuso di organi, e questo suggerisce che le spiegazioni "lamarckiane" vengano acquisite più tardi della nozione di "evoluzione in "sé", nonostante siano suggerite dai testi.

Il fatto che i bambini abbiano appreso molto di quello che è stato loro insegnato induce a chiedersi se non possono imparare meglio e di più, qualora gli venga insegnato, e cioè se non sia possibile introdurli fin dall'inizio alla teoria darwiniana della selezione naturale. Le proposte e i materiali per l'insegnamento della teoria dell'evoluzione e della biologia evoluzionistica sono numerose, ma tutte rivolte alla scuola media superiore o all'università.

Ritenendo che la comprensione dell'evoluzione (che in III fa parte del programma di storia) richiedesse il preliminare possesso di alcune nozioni di biologia, che non potevano essere scontate in bambini di 8-9 anni, è stato innanzitutto costruito e sperimentato in II elementare un curriculum su nozioni propedeutiche allo studio dell'evoluzione. Tra di esse, la distinzione tra cose artificiali e naturali, viventi e non viventi; gli organi interni di un mammifero; la classificazione degli animali; che cos'è una specie; le differenze individuali tra individui della stessa specie; le variazioni che la proporzione di individui con diverse caratteristiche, può presentare nel tempo,

secondo i vantaggi o svantaggi che esse comportano in un certo ambiente. I bambini hanno partecipato con interesse a questa sperimentazione, compiendo notevoli progressi, e differenziandosi nettamente, al post-test, da un gruppo di controllo che aveva seguito un curriculum tradizionale.

Il passo successivo è stato quello di predisporre un curriculum sull'evoluzione per la terza classe e sperimentarlo con una parte dei bambini che avevano partecipato alla sperimentazione in seconda. Si tratta di un lavoro avviato nell'anno scolastico in corso, e tuttora in svolgimento. Le osservazioni effettuate nel gruppo sperimentale indicano che i bambini hanno un grande interesse per l'evoluzione. Alcune risposte scritte date dai bambini nel corso di esercitazioni in classe indicano la comprensione della nozione di mutazione vantaggiosa. In una di queste, ai bambini erano mostrate delle immagini che riassumevano quattro momenti dell'evoluzione del cavallo, dal piccolo Hyracotherium, all'attuale Equus, chiedendo di provare a spiegare come potevano essere avvenuti questi cambiamenti. Si tratta di un argomento di cui non si era parlato in classe, e che quindi richiedeva ai bambini di effettuare delle inferenze. Diversi bambini sono riusciti a farlo, come indicano le seguenti risposte:

“I primi cavalli si sono riprodotti, e per caso è nato uno con collo e gambe più lunghe e questo era un vantaggio, perché poteva scappare dai predatori velocemente, e quello è sopravvissuto e si poteva riprodurre e ha fatto tanti come lui finché per caso è nato il terzo piano piano siamo arrivati all'ultimo”

“Perché magari il primo, basso, non vedeva i predatori, e allora per caso può essere nato uno più alto che vedeva meglio, aveva una mutazione vantaggiosa. Con l'accumulo di mutazioni siamo arrivati al cavallo di oggi”.

Solo a sperimentazione ultimata sarà possibile valutare il suo effetto. I risultati rilevati *in itinere*, mediante le osservazioni in classe e gli esercizi svolti dai bambini, sono abbastanza incoraggianti da indurre a voler proseguire la sperimentazione nei prossimi anni, perfezionando ogni volta il materiale didattico sulla base dei risultati conseguiti. La possibilità di continuare questa sperimentazione potrebbe essere minacciata da cambiamenti nei programmi per la scuola elementare che eliminino il richiamo alla “terra prima dell'uomo” (come avvenuto in quelli proposti nel 2007 dal ministro Fioroni). Tuttavia la presenza dell'evoluzione nei sussidiari di terza elementare anche prima che questo argomento fosse previsto nei programmi

suggerisce che esso sarà affrontato anche in futuro, e lascia sperare che i risultati di queste sperimentazioni possano uscire dall'ambito della ricerca accademica e tradursi in cambiamenti nei contenuti dell'insegnamento.

Bibliografia

- Alters, B.J., & Nelson, C. E (2002). Perspective: teaching evolutions in higher education. *Evolution*, 56 (10), 1891-1901.
- Anderson, D.L, Fisher, K.M., & Norman, G.J. (2002). Development and evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection. *Journal of Research in Science Teaching*, 2002, 952-978.
- Anderson, O. R., Randle, D., & Covotsos, T. (2001). The role of Ideational Networks in Laboratory Inquiry Learning and Knowledge of Evolution among Seventh Grade Students. *Science Education*, 85, 410-425.
- Angiolini, & Bobbi. (2005). *Scopro con Carduino*. Minerva Italica. Torino.
- Berni, C., & Martoni, L. (2001). *Chiaro e tondo*. Milano. Arnoldo Mondadori.
- Berti, A. E. (2006, settembre). La comprensione dell'evoluzione delle specie da parte di studenti universitari e di scuola secondaria. In L. Mason (Chair), *Conoscenze quotidiane, conoscenze scientifiche e apprendimento scolastico* Simposio tenuto al XX Congresso Nazionale della Sezione di Psicologia dello Sviluppo. A.I.P. Verona.
- Bishop, B.A., & Anderson, C. W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), pp.415-427.
- Bransford, J. D. & Donovan, S. M. (2005). Scientific Inquiry and How People Learn. In Susan M. Donovan & Bransford Jhon D. (Eds.) *How Student Learn*. San Diego, The National Academic Press.
- Brumby, M.N. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68(4), 493-503.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Catley, K., Lehrer, R., & Reiser, B. (2004). Tracing a prospective Learning Progression for Developing Understanding of Evolution. Paper Commissioned by the National Academies Committee on Test Design for K-12 Science Achievement, 2005. National Academic of Science.
- Chandler, F. Taplin, S., Bingham, J. (2000). *Il Mondo preistorico*. Londra. Usborne.
- Chi, M. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: examples

- from learning and discovery in science. In R. N. Giere (Ed.), *Cognitive models of science* (pp. 129-186). Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Chi, M. (2005). Commonsense Conceptions of Emergent Processes: Why Some Misconceptions Are Robust. *The Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 161–199.
- Chinn, C.A., & Brewer, W.F.(1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implication for science instruction. *Review of Educational Research*, 63, 1-49.
- Confrey, J. (1990). A review of the research on student conceptions in mathematics, science and programming. In C.B. Cazden (ed.) *Review of research in education*, Washington, American Educational Research Association.
- Curtis, H. & Barnes, N.S. (1996). *Invito alla biologia*. Volume unico. Bologna: Zanichelli.
- Darwin, C. (1872). *The origin of species by means of natural selection*, sixth edition. Trad. it. L'origine delle specie, Torino, Boringhieri 1967.
- Dawkins, R. (1986). *The blind watchmaker*. New York: W.W Norton.
- Diamond, J. ed. (2005). *Virus and the whale: exploring evolution in creatures small and large*. National Science Teachers Association Press, Arlington, VA.
- Diamond, J., & Evans, M. E. (2007), Museums Teach Evolution. *Evolution*, 61(6). 1500-1506.
- Dodick, J., & Orion, N. (2003). Cognitive Factors Affecting Student Understanding of Geologic Time. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, (4),. 415-442.
- Evans, M.E. (2000a). Beyond Scopes: Why creationism is here to stay. In K. Rosengren, C. Jhonson, & P. Harris (Eds.), *Imagining the impossible: The developmental magical, scientific, and religious thinking in contemporary society*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Evans, E.M. (2000b). The Emergence of belief about the Origins of Species in School-Age Children. *Merril-Palmer Quarterly*. 46. (2), .221-254.
- Evans, E.M. (2001), Cognitive e contestual factors in the emergence of diverse belief system: Creation versus Evolution. *Cognitive Psychology*, 42, 217-266.
- Evans, E. M., Spiegel, A., Gram, W., Frazier, B.F., Cover, S., Tare, M., & Diamond, J.

- (2006) A conceptual guide to museum visitors' understanding of evolution. Annual Meeting of the American Education Research Association, San Francisco, CA.
- Ferrari, M., & Chi, M.T.H. (1998). The nature of naive explanations of natural selection, *International Journal of Science Education*, 10, 1231-1256.
- Gamlin L. (1993). *Evolution*, London: Dorling Kindersley. Trad. It: L'evoluzione: Novara: De Agostini 1994.
- Gelman, S. A. (2003). *The essential child: Origins of essentialism in everyday thought*. New York: Oxford University Press.
- Gould, S.J. (2002). *The structure of evolutionary theory*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Green, E. D. (1990). The logic of university students' misunderstanding of natural selection. *Journal of Research on Science Teaching*, 27, 875-885.
- Grose, E.C., & Simpson, R.D. (1982). Attitudes of introductory college biology students toward evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 19 (1) 15-24.
- Hirschfeld, L. A. (1995). Antropology, psychology, and the meanings of social causality. In D. Sperber, D. Premack, & A. J. Premack (Eds.). *Causal cognition. A multidisciplinary debate*. (pp 268-302). Oxford: Clarendon Press..
- Inagaki, K., & Hatano, G. (2002). *Young Children's naive thinking about the biological world*. Psychology Press. New York.
- Jiménez Aleixandre M. P. (1994). Teaching evolution and natural selection: a look at textbooks and teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5),519-535.
- Jimenez-Aleixandre, M. P. (1996). Darwinian And Lamarckian models used by students and their representations. In Fisher, K. M. & Kibby, M. (Eds.), *Knowledge Acquisition, Organization and Use in Biology* (pp. 65-77). New York: Springer Verlag.
- Jones, J.M. (2005). Most americans engaged in debate about evolution, creation. *Gallup Poll News service*, October, 10.
- Keil, F.C. (2003). That's life: Coming to understand biology. *Human-Development*, 46 (6): 369-377.

- Kennedy, D., Alberts, B., Moore, J., & Scott, E. (1998). *Teaching About Evolution and the Nature of Science*. Washington: National Academic Press.
- Kochler, R., & Bianchi, S. (2000). *Progetto Domino*. Milano. Fabbri.
- Lamarck, J.B. (1809.) *Philosophie zoologique* (H. Elliot, Trans.). New York: Haffner. (Original work published 1809).
- Lawson, A.E., & Worsnop, W.A. (1992). Learning about evolution and rejecting belief in special creation: Effects of reflective reasoning skills, prior knowledge, prior belief and religious commitment. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2) 143-166.
- Lerner, L.S.(2000). Good and bad science in US schools. *Nature*, 407, 287-290.
- Lucchetta,S., & Castelli P. (2004). *Cantastorie classe III* Edizioni Mirò. Chiaravalle
- Mason, L. (2006). *Psicologia dell'apprendimento e dell'istruzione*. Bologna: Il Mulino.
- Mayr, E. (1981) *La biologie e l'evolution*. Paris: Hermann. Trad. It. Biologia ed Evoluzione (1982) Torino: Bollati Boringhieri.
- Mayr, E. (1982). *The growth of biological thought: Diversity, evolution and inheritance*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Mayr, E. (1997). *This is biology: The science of the living world*. Cambridge. MA. Harvard University Press.
- Mayr, E. (2004) *What makes biology unique? Consideration on the autonomy of a scientific discipline*. New York: Cambridge University Press. Trad. it. L'unicità della biologia. Sull'autonomia di una disciplina scientifica, Milano, Cortina 2005.
- Miller, J.D., Scott, E.C.,& Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science*, 313, 765-766
- Passamore, C. & Stuart, J. 2002. A Modeling approach to teaching evolutionary biology in High School. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 185-204.
- Piaget J. (1926). *La représentation du monde chez l'enfant*, Paris, Alcan; trad. it. La rappresentazione del mondo nel fanciullo, Torino, Bollati Boringhieri, 1966.
- Roseman, E. (2006). *Evolution on the Front Line: An Abbreviated Guide for Teaching Evolution*, from Project 2061 at AAAS.

- Samarapungavan, A., Wiers, R.W. (1997). Children's thoughts on the origin of species: a study of explanatory coherence. *Cognitive Science* 21(2), 147 –177.
- Settlage, J. (1994). Conceptions of natural selection: a snapshot of the sense-making process. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 449-457.
- Shtluman, A. (2006). Qualitative differences between naive and scientific theories of evolution. *Cognitive Psychology*, 52, 170-194.
- Sinatra, G.M., Southerland, S.A., McConoughy, F., & Demastes, J.W. (2003). Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of Biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 510-528.
- Smith, J. M. (1975). *The theory of evolution*, Penguin Books, Harmondsworth, trad. it. La teoria dell'evoluzione, Roma Newton Compton, 2005.
- Strike, K. A., & J. Posner, G. J. (1985). A conceptual change view of learning and understanding, in Leo H.T. West e A. Leon Pines (Ed.) *Cognitive structure and conceptual change*. New York: Academic Press.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Thurstone L.L., & Chave, E. J. (1930). *The measurement of attitude*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Tidon, R. & Lewontin R. (2004). Teaching evolutionary biology. *Genetic and Molecular Biology*, 27(1), 124-131.
- Vosniadou, S, & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.
- Watson, R. (1996). Rethinking readiness for learning. In D.R. Olson & N.Terrance (Eds.), *Education and human development*. (pp. 148-172). Oxford: Balkwell.
- Wellman, H. M. & Gelman, S. A. (1997). Knowledge acquisition in foundational domains. in D. Kuhn & R. S. Siegler, (Eds.) *Handbook of child psychology*, fifth editions, volume 2: Cognition, perception, and language. (pp. 523-473). New York: Wiley.
- White, B.Y., & Frederiksen, J.R. (1998). Inquiry, modelling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16 (1), 3-118.
- Wood-Robinson, C. (1995). Children's biological ideas: Knowledge about ecology,

inheritance, and evolution. In S. Glynn & R. Duit (eds), *Learning science in the schools: research reforming practice*. Mahwah New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Xanthoudaki, M., Tirelli, B., Cerutti, P., & Calcagnini, S. (2007). Museums for science education: can we make the difference? The case of the EST. *Journal of Science Communication*, 6 (2), pp. 1-10.

APPENDICE

Appendice A: ELENCO SUSSIDIARI esaminati per lo studio 1.

Testi precedenti alla Riforma Moratti

(n.1). A cura della redazione Cetem –Principato. (2002). *Mondorama 3*. Milano: Cetem.

(n.2). Köhler R., Bianchi, S. (2002). *Progetto Domino 3*. Milano: Fabbri.

(n.3). Prati E. (2002). *Perché? Storia. Studi sociali. Geografia 3*. Firenze: Giunti.

(n.4). Colosio, G., Miceli, M., Fumagalli, M.G., Vigano, T. (2002). *TG Scuola 3. Matematica Scienze. Storia Geografia Studi Sociali*. Brescia: La Scuola.

(n. 5). Clerico, I. (a cura di). (2002). *L'Erba voglio. 3. Geografia – Storia – Studi Sociali*. Torino: Signum Scuola Eurelle.

(n.6). Ponchia, S., Artusi, G., Rivolta, S., Meda, A.M., Kostner, E. (2001). *La Rete dei Saperi 3*. Milano: Immedia.

(n.7).Micheletti, M.G., Agazzi, D., Monge, A., Quarenghi, M. (2002). *Scopro Conosco Imparo 3*. Storia. Scienze sociali. Geografia. Bergamo: ATLAS.

(n.8). Amulfi, M. (a cura di). (2002). *Come Robinson 3*. Geografia. Storia. Studi Sociali. Il Torino: Capitello.

(n. 9). Bertolasi, G., Caspani, M.N., Danieli, A. Masato, M., Salmaso, F. (2002). *I Colori del Sapere 3*. Milano: Elmedi. Bruno Mondadori.

(n.10). Dellorto, C., Ferro, E., Giorda, C., Ludving Torresin, E. (2002). *Quadrifoglio 3*. Matematica Scienze Geografia Storia Studi Sociali. Torino: Teorema Libri.

(n.11). Bettini, D., Ferrari, A., Sandrolini, F., Silvani R., Tanferri, S. (2002). *I percorsi di... storia, geografia, studi sociali, scienze, matematica. 3*. Bologna: Nicola Milano.

(n.12). Bersezio, L., Bianciardi, S., Camocardi, M., Martinelli, M., Zaccuri, A. (2001). *La quarta caravella 3*. Novara. De Agostini.

(n. 13). Fratoni, G., Quaresima, L. (a cura di) (2002). *Genius 3*. Ancona: Raffaello.

(n. 14). Lavia, D.(a cura di) (2000). *Un amico per crescere 3*. Piccoli.

(n.15). Banfi, P., Campi, M., Ottolina, D., Caimi, C., Paccotti, P. (2001). *Per scoprire 3. Tempo. Spazio. Numeri. Natura*. Torino: Elmedi. Bruno Mondadori.

(n.16). Corno, M. (a cura di). (2003). *Studiare è facile! 3*. Torino: Piemme Scuola.

- (n.17). Calignano, P., Pirolo, A.M., Romaniello, F., Vigano, T. (2000). *La base dei saperi 3. Storia, Geografia, Studi Sociali, Matematica, Scienze*. Brescia: La Scuola.
- (n. 18). Bussoli, C.M., Orlandini, E., Battelli, V. (2003). *Impariamo a studiare. Storia. Geografia. Studi sociali. Scienze. Matematica*. Bologna: Nicola Milano.
- (n.19). Marino, P., Mei, C., Trizio, M. (20??). *In viaggio con Gulliver 3. Alla scoperta della matematica, delle scienze, della storia, della geografia, degli studi sociali*. Torino: Teorema Libri.
- (n.20). Berni, C., Martoni, L., Valentini, A., Allevi, C., (2001). *Chiaro e Tondo 3. Storia-Geografia-Studi sociali*. Milano: Arnoldo Mondadori Scuola.
- (n.21). Bersisa, M., Biancheri, F., Prati, E. (2000). *Io scopro 3. Matematica. Scienze. Storia. Geografia. Studi Sociali*. Firenze: Giunti Scuola.
- (n.22). Mirtilli, M., Saviotti, M. (a cura di). (2001). *La c@rta dei saperi 3. Storia, Geografia, Studi sociali, Scienze, Matematica*. Scuola di AE.
- (n.23). Bettinelli, G., Frigerio, A., Scalabrini, F. (2000). *Sulle tracce di.... 3. Storia. Studi sociali. Geografia*. Bologna: Nicola Milano.
- (n. 24). Quaresima, L., Fratoni, G. (a cura di) (1999). *Scacco matto 3. Matematica. Scienze. Storia. Studi Sociali. Geografia*. Ancona: Gruppo editoriale Raffaello.
- (n.25). AA.VV. (2000). *Nuovo Imparo a studiare 3. Geografia. Storia. Studi sociali*. Firenze: Giunti Scuola.
- (n. 26). Samoggia, A., Calamandrei, S., Mattioli, G., Berardi, M. (2000). *I bisogni dell'uomo*. Torino: Il Capitello.
- (n.27). Chiti M. (2000). *Storia Studi Sociali e Geografia 3*. Bologna: Nicola Milano.
- (n.28). Bresich, G. Zanone, C. (2000). *Sito scuola 3 (geografia, storia, studi sociali)*. Novara: De Agostini.
- (n.29). Sacchella, A. (2002). *Pensare Fare Capire 3*. Milano: Piemme Scuola.
- (n.30). Damiano, E. (a cura di). (1999). *La casa di Salomone 3*. Milano: Arnoldo Mondadori Scuola.
- (n.31). D'Aniello, E., Moroni, G. (a cura di). (2000). *Ulisse Navigare nei saperi 3. Storia. Geografia. Studi Sociali*. Milano: Elmedi. Paravia Bruno Mondadori.
- (n. 32). Caimi, M., Seregini, P. (2003). *Il cosmonauta 3. Storia. Studi Sociali. Geografia*. Milano: Elmedi. Paravia Bruno Mondadori.

(n.33). Introzzi, G., Tomio, A., Rossin, A., Rossin, S., De Stefanis, G., Marrone, S. (2003). *Il Leonardo* 3. Scienze. Matematica. Storia. Geografia. Studi sociali. Milano: Juvenilia.

(n.34). Magon, S. (a cura di). (2001). *Duemila* 3. Torino: Cetem.

(n.35). Balocco I. (a cura di). (2001). *Sapere e saper fare* 3. Firenze: Giunti Scuola.

(n.36). Clerico, I. (a cura di). (2001). *Mi piace capire* 3. Torino: Piccoli Eureka.

(n. 37). Mantegoli, M. (a cura di). (1999). *Noi Sì* 3. Scienze. Matematica. Storia. Geografia. Studi Sociali. Novara. De Agostini.

(n.38). Amulfi, M. (2001). *Moduli per... confrontare* 3. Geografia. Storia. Studi sociali. Torino: Capitello.

(n.39). Agostinelli, C., Gritti, S. (2001). *Insieme oltre il 2000* 3. Storia. Geografia. Studi Sociali. Milano: Fabbri.

(n.40). Amulfi, M. (a cura di). (2000). *Io vivo il mondo* 3. Geografia-Storia-Studi Sociali. Torino: Signum Scuola Eureka.

(n.41). Corti, F. (a cura di) (2002). *Io Imparo* 3. Geografia. Storia. Studi Sociali. Torino: Piccoli Eureka.

Testi posteriori alla riforma Moratti

(A). Agnella, L., Poisa, M. (a cura di). (2005). *Libro di Alice* 3. Brescia: La Scuola.

(B). Manacorda, M., Tommasini, P. (a cura di) (2004). *Giocosa. Esplorare il mondo dei Saperi.* 3 Storia geografie e scienze. Milano: Edizione: Cetem.

(C.). Berti, C: (2005). *Le Impronte di Galileo.* Il libro delle esperienze. Storia. Geografia. Scienze e Tecnologie. Convivenza civile. Torino: Il Capitello.

(D). Bartolini, D. (2004). *Tutti i colori del mondo.* Storia, Geografia, Scienze e Tecnologia. Milano: Fabbri.

(E). Pepe, L. Renda, D. (2005). *La casa curiosa* 3. Avvio alle discipline. Milano: Teorema libri.

(F). Gruppo Scuola e Ricerca. (2004). *Tutti Frutti* 3. Storia. Milano: Elmedi – Paravia Bruno Mondatori editore.

(G). Maniotti, P., Brezzo, P. (2004). *IO IO' Scopre* 3. Progetto Erre. Novara: De Agostini.

(H). Lo Gatto, E., Mascaro, M. (2005). *Opplà* 3. Milano: Fabbri Editori.

- (I). Costa, E., Donizetti, L., Polita, R. (2005). *Ciao Sussidiario 3*. La Milano: Spiga.
- (L).Cristiani, R.M. (2004). *Il castello di Albachiara. 3*. Milano: AGEDI.
- (M). Lelli, L, Zimbelli, L.(2005). *Progetto Verde Verde 3*. Ancona: Gruppo Editoriale Raffaello.
- (N). Soldini, G., Valdessa, L. (2005). *Tutti insieme a scuola allegra 3*. Firenze: Giunti.
- (O). Piattella, L. (2005). *Cuccioli crescono. 3*. Milano: Juvenilia.
- (P). AA.VV. (2004). *Pepe e il suo mondo. 3*. Il libro dei linguaggi e delle esperienze. Firenze: Giunti Scuola..
- (Q). Scalabrini, M.C. (2004). *Carduino*. Alla biblioteca delle meraviglie. Il libro dei saperi 3. Milano: Minerva Italica.
- (R). Galbani, V., Gandolfi, A.M., De Angelis, L. (2004). *La banda dei lettori. 3*. Educazione linguistico espressiva e percorsi multidisciplinari. Torino: Editrice Piccoli.
- (T). Taffarel, L., Luise, L. (2005). *Ciao Orso 3*. Storia, Geografia, Convivenza civile. Napoli: Tredici- Ardea Editrice.
- (U). Danieli, A., Masato, M., Salmaso, F., Caspani, M.N. (2005) *Per filo e per gioco 3*. Milano: Elmedi – Paravia Bruno Mondadori editori.
- (V). Valentini, A., Allevi, C., Meiani, A., Bergamelli, S., Riva, C. (2005) *Ciao Rudi 3* Milano: Elmedi – Paravia Bruno Mondadori editori.

Appendice B: TRACCIA dell'Intervista-semi-strutturata – Studio 2.

1) "A te, piacciono gli animali?"

2) "Mi dici il nome di qualche animale che conosci?"

3) "Gli animali ci sono sempre stati sulla terra, fin dall'inizio?"

4) ("Come sono comparsi i primi animali?") "Come hanno cominciato ad essere sulla terra i primi animali?"

5) "Quando è successo?"

6) "Come erano i primi animali?" (se il bambino non capisce o non risponde: "I primi animali erano diversi da quelli che esistono oggi o sono uguali a quelli di oggi?") (Se diversi) "Che tipi di animali erano?"

7) "Perché i primi animali erano diversi: com'è avvenuto?"

8) "Vediamo, gli animali che esistono adesso sono comparsi tutti assieme oppure un po' alla volta alcuni prima altri dopo?"

Figure - sono state presentate in ordine sparso le seguenti figure da ordinare: neanderthal, uomo moderno, tartaruga, pesce, uccello, mucca, dinosauro, mosca e lucertola.

Spiegazione: Linea del tempo

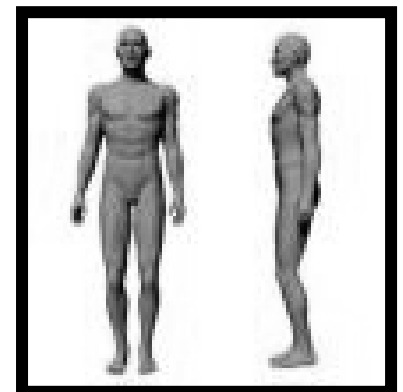
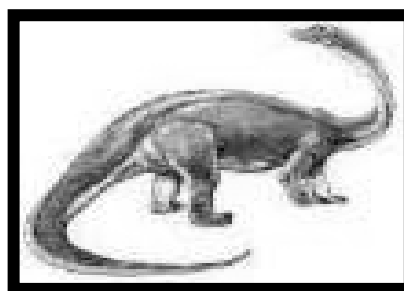
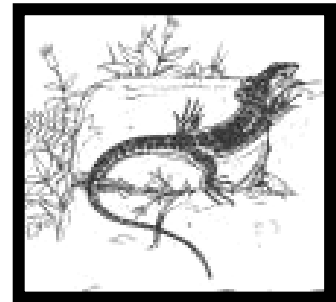
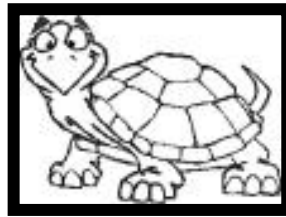
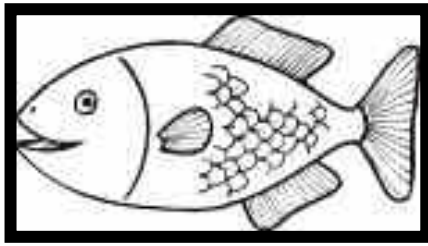
9) "A quel tempo c'erano anche le persone?"

10) "Quando hanno cominciato ad esserci?"

11) "Sai cosa sono i dinosauri?" (Se sì) "Cosa sono?"

12) "Ce ne sono anche adesso?" (Se no) "Come mai?" "Cosa è successo?"

Appendice C : FIGURE presentate ai bambini, durante l'intervista – studio 2.



Appendice D: TRACCIA dell'Intervista-semi-strutturata – Studio 3

La traccia di intervista semi-strutturata, utilizzata per lo studio 3 al pre test, è la stessa dello studio 1 (vedi Appendice B) a cui sono state aggiunte le seguenti domande:

13) *“Se tu insegni ad una mamma-cane come saltare attraverso un cerchio e questa mamma-cane ha dei cuccioli, i cuccioli che nasceranno sapranno saltare attraverso il cerchio?”*

14) *“Questa è la figura di un culturista (body builders). I culturisti sono persone che sollevano spesso pesanti pesi (pesi massimi) per sviluppare grossi muscoli. Supponiamo che questi culturisti abbiano dei figli, i bambini nascerebbero con muscoli più grossi di bambini di genitori normali (che non fanno culturismo)?”*

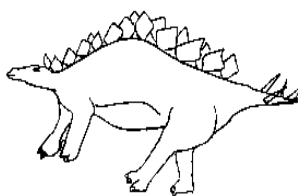
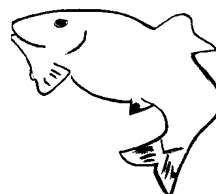
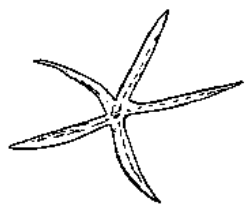
15) *“Un allevatore taglia la coda ai cani appena nati, perché alla gente piacciono di più così. Questi cani diventano grandi ed hanno dei cuccioli. Come saranno i cuccioli?” (Se necessario precisare) “I cuccioli nascono con la coda o senza?” “Come mai?”*

Al post- test, dopo l'insegnamento, dopo aver ripetuto la stessa intervista è stata aggiunta la seguente domanda:

16) *Ti pare di avermi dato delle risposte diverse o uguali all'altra volta?*

16a) *Quali sono le differenze più grosse, secondo te? 16b) come mai?*

Appendice E: disegni mostrati ai bambini, durante l'intervista- studio 3.



APPENDICE F: Esempio di questionario per l'insegnante di storia di classe III.

Classe:

Data:

Questo questionario è stato compilato da:.....

Insegnante: Sesso: maschio femmina

1) L'ultimo argomento di storia trattato è stato:.....

2) Indichi quali dei seguenti argomenti, nell'ambito della programmazione annuale, ha trattato con i suoi alunni/e:

- formazione della Terra SI NO
- la teoria del big bang SI NO
- altre teorie sulla nascita della Terra SI NO
- presentazione dei miti sull'origine del mondo SI NO

o se SI, quali?

o

- prime forme di vita acquatiche e terrestri SI NO
- i primi animali viventi SI NO
- anfibi e rettili SI NO
- dinosauri SI NO
- fossili SI NO
- i primi mammiferi SI NO
- l'uomo SI NO
- la linea del Tempo SI NO

se SI, come?

- a) dalle origini del mondo ai nostri giorni
- b) dalle origini alla comparsa della vita sulla terra
- c) dalle origini alla comparsa degli ominidi
- d) altro.....

se SI, in quale forma?

- a) solo striscia con datazione
- b) sequenza di immagini con striscia di datazione
- c) sequenza di immagini con datazione
- d) solo sequenza di immagini senza datazione

3) La prego di indicare quali dei seguenti termini ha utilizzato (e utilizza) nella spiegazione degli argomenti in esame:

- Evoluzione SI A VOLTE NO
- Adattamento SI A VOLTE NO
- Cambiamento SI A VOLTE NO

- Sviluppo SI A VOLTE NO

4) Ritene che i suoi allievi siano interessati allo studio della formazione della vita sulla terra?

SI NO

5) Come valuta l'impegno della classe nello studio di questi argomenti?

1. insufficiente 2. sufficiente 3. buono 4. distinto 5. ottimo

6) Come valuta, infine, il rendimento della sua classe in storia?

1. insufficiente 2. sufficiente 3. buono 4. distinto 5. ottimo

7) Nella sua attività didattica usa il libro di testo? SI NO

Se SI, scriva il titolo del libro, la casa editrice ed anno di pubblicazione.....

Se NO, che tipo di materiale utilizza?

Elenchi i titoli dei materiali (libri, brani di libri in fotocopia, periodici, biblioteca di classe ecc) che ha usato (almeno di quelli più importanti).

.....
.....
.....

8) Per spiegare la formazione della vita sulla terra, oltre al libro di testo o al materiale alternativo, ha utilizzati altri libri? SI NO

Se SI, Quali? scriva i titoli, casa editrice ed anno di pubblicazione:

.....
.....
.....

9) Nel preparare le lezioni ha utilizzato altri libri, oltre a quelli diretti ai suoi alunni?

SI NO

Se SI,

libri di testo della
scuola media

libri di testo di scuola
secondaria

enci
clop
edie

quali?.....

altre
pubblica
zioni

quali?

.....

Eventuali annotazioni:

.....
.....
.....

APPENDICE G

TRACCIA di intervista semi-strutturata sulle conoscenze biologiche - studio 4

1) *“Mi dici il nome di qualche animale che conosci?”*.
(domanda introduttiva per avviare il colloquio)

2) *“Ti piacciono gli animali?”*

Se il bambino risponde SI, chiedere *“ti piacciono tanto o poco?”*

Se risponde tanto chiedere: *tanto o tanto tanto?”*

Se il bambino risponde poco chiedere: *“poco o poco poco?”*

(graduare le risposte su una scala a quattro punti).

3) *“Ti piace vedere dei video e dei libri sugli animali, imparare cose?”*

Si procede come per la domanda 2).

4) *“Prova ad immaginare un esploratore. Bene ora pensa all' esploratore che va in un posto dove ci sono degli animali che non ha mai visto prima. Come fa a capire che qualcosa è un animale?”*

5) *“Che differenza c'è tra un animale vero, ad esempio un coniglio, e un coniglio di peluche?”*.

6) Dare la figura di un coniglio (sagoma, allegato 1) e chiedere: *“Secondo te com'è fatto dentro?”*

Prova a disegnarlo.

Quando il bambino ha completato il disegno, chiedere di cosa si tratta.

7) Mostrare una serie di cartoncini con figure di animali e chiedere: *“Se tu dovessi mettere un po' d'ordine tra questi animali come li raggrupperesti?”* (e/o Se dovessi fare dei gruppi come li suddivideresti) *Che mucchi faresti? perché?*

“Adesso cerca di dare un nome ad ognuno di questi insieme. Cosa scriveresti nell'etichetta?”

[Figure: uccelli (aquila, merlo), rettili (lucertola, serpente), anfibi (rana, tritone), mammiferi (leone, cervo), pesci (carpa, squalo), Insetti (farfalla e formica)].

8) Mostrare quattro figure di animali, mammiferi e non-mammiferi (pipistrello, cane, coniglio, coccodrillo) e chiedere *“quali animali si somigliano di più (fanno parte dello stesso gruppo)?*

Quale/i toglieresti, perché?”

9) *“Ora ti dirò delle parole che tu non hai ancora studiato, ma forse le hanno usate in qualche documentario che hai visto o in qualche libro che hai letto e quindi vorrei sapere se tu le hai già sentite e se sai cosa vogliono dire”*. (nel caso qualcuno di questi termini fosse stato usato spontaneamente, il suo significato va chiesto contestualmente,

e in quella sede si può porre questa domanda sui termini che il bambino non ha usato):
mammifero, uccello, rettile, anfibio, pesce.

Per ogni parola chiedere: “*Hai già sentito la parola(X)?*”

Se sì, proseguire chiedendo: “*sapresti dirmi che cosa vuole dire?*” (se il bambino non sa rispondere, si può anche aggiungere: “Se dovessi spiegare ad un bambino o ad una bambina più piccola di te, cos’è un..... (X) cosa gli diresti?”)

Se il bambino non sa rispondere commentare dicendo “E’ proprio un argomento difficile, lo sai, anche altri bambini avevano la tua difficoltà; bisognerà proprio fare delle lezioni sui.... (X)”.

10) “*Secondo te tra una pianta e un animale che differenza c’è? Una pianta e un animale, hanno qualcosa in comune? Cosa hanno in comune?*”.

(domanda relativa all’unità 10 volta a comprendere se i bambini conoscono somiglianze e differenze tra animali e piante)

11) Presentare in ordine randomizzato le seguenti figure: fuoco, tavolo, automobile, albero, piantina, erba, sole, nuvole, gatto, uccello, mosca e casa e chiedere:

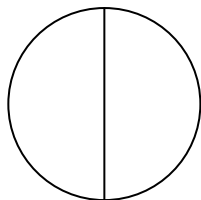
“*Quale di queste immagini rappresentano degli esseri viventi?*”

“*Come mai hai preso proprio questi ? Che differenza c’è con questi altri?*”

12) Leggere assieme al bambino la seguente storiella : “In una spiaggia ci sono tanti piccoli granchi, metà di essi sono chiari come la spiaggia bagnata, gli altri sono molto più scuri. E’ difficile vedere quelli chiari perché si confondono con la sabbia.

Possiamo rappresentarli con un cerchio in questo modo:

(il cerchio rappresentato è colorato per metà color marrone per metà color nocciola)



La vita dei granchi non è molto lunga, però sulla spiaggia ce ne sono sempre perché quando essi muoiono rimangono i figli, e poi i figli dei loro figli e così via.

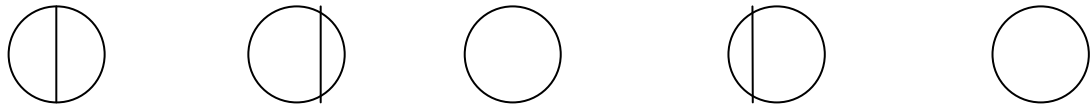
Un giorno arrivano sulla spiaggia un gruppo di gabbiani, si fermano a vivere lì e cominciano a mangiare i granchi.

Tu cosa pensi? *Mangeranno di più i granchi chiari o quelli scuri?*

Come mai?

I gabbiani si fermano a vivere in quella spiaggia. Anche dopo qualche anno ci sono ancora tanti granchi, anche perché fanno sempre in tempo a nascerne di nuovi. Passano gli anni e adesso non ci sono più i granchi della prima volta, ma i figli dei figli dei figli. Nemmeno i gabbiani sono più gli stessi, ma sono i figli dei figli.

Di che colore saranno adesso i granchi? (ricordare che prima metà erano chiari e metà scuri) Osserva le figure e dimmi quella che ti sembra possa rappresentare di che colore saranno i granchi



“Come mai? Ti ricordo che non stiamo più parlando dei granchi dell’inizio ma ora stiamo parlando dei figli dei figli.” (Sottolineare che si parla di generazioni diverse).

Se il bambino non risponde, proseguire:

“Hai ragione, questa domanda è molto difficile, ti do io la risposta così poi posso farti un’altra domanda.

Saranno di più i granchi chiari. Come mai?”

Oppure: *“Adesso sono di più i granchi chiari. Perché?”*

13) Se il bambino non l’ha già detto spontaneamente, chiedere se ha un animale in casa.

Al post test è stata ripetuta la stessa intervista ma alla domanda 9, con la medesima modalità, è stato anche chiesto se conoscevano i termini: vertebrati e specie.

Inoltre è stata aggiunta la seguente domanda.

14) *“Ti pare di avermi dato delle risposte diverse o uguali all’altra volta?”*

14a) *“Quali sono le differenze più grosse, secondo te?”*

14b) *“se dice di aver dato risposte diverse chiedere come mai?”*

(cercare di capire se ci sono degli argomenti specifici in cui il bambino pensa di aver cambiato idea e perché)

APPENDICE H: Esempio di traccia di unità didattica - studio 4

Unità 5. “I mammiferi”

Obiettivo. Articolare ulteriormente la conoscenza dei mammiferi. Consolidare la conoscenza delle differenze tra specie, genere, famiglia, ordine. Comprendere le differenze tra linguaggio scientifico e linguaggio comune.

Strumenti: Discussione. Spiegazione da parte dell'insegnante. Consultazione di fotocopie a colori tratte dai volumetti della Biblioteca della natura (pubblicati originariamente da Dorling Kindersley). Testi allegati

Guida alla discussione e all'attività di osservazione

Discussione e produzione di nomi di animali.

Si dice ai bambini che ci sono tanti ordini di mammiferi oltre ai carnivori e li si invita a dire i nomi di animali che secondo loro sono mammiferi e non mangiano carne. Arrivare ad un elenco che includa conigli, topi, gazzelle, scoiattoli. Dire che molti mammiferi vivono sulla terra e camminano, ma molti volano e molti vivono nel mare e somigliano a pesci. Vedere se sanno di cosa si tratta, e in caso contrario suggerire pipistrelli e balene.

Chiedere ai bambini come si può fare per sapere quanti e quali taxa di mammiferi ci sono. Suggestire la conclusione che su questo (come del resto su tutti gli argomenti), ci sono dei libri. Ad esempio ci sono grossi libri che parlano di tutti gli animali. Ci sono libri più piccoli che parlano solo di certi tipi di animali. Ad esempio (mostrare) questo è un libro dedicato ai mammiferi. Dentro ci sono le foto di tante specie (non di tutte, perché sono migliaia!) le descrizioni e i nomi di vari mammiferi e tante altre informazioni utili. Si tratta libri che non sono fatti per essere studiati, come il sussidiario, ma per essere tenuti nella biblioteca della scuola o a casa, per essere sfogliati e letti qua e là quando si vuole sapere qualcosa. Dire che non si è in grado di dare un libro a ciascun bambino, ma che si sono copiate alcune pagine per dare loro un'idea di come è fatto e come va usato. Distribuire le fotocopie sull'orso, che include tre pagine, dare una fotocopia a ciascun bambino; le fotocopie di volpi e topi vanno consegnate a piccoli gruppi)

“Adesso vi darò delle pagine tratte dal libretto che vi ho appena mostrato. Consegnerò ad ognuno di voi le tre pagine dedicate agli orsi (234,236,238). Come potete vedere vi sono delle figure, dei nomi che indicano le varie specie e le famiglie a cui appartengono. La prima cosa che si può vedere, è che vicino ai nomi in italiano, ce ne sono degli altri, in una lingua diversa. Guardiamo per esempio a pag 236, dove troviamo l'orso (Orso bruno – *Ursus arctos*)

Questi nomi sono i nomi scientifici, cioè quelli che vengono dati dagli zoologi, cioè le persone che studiano gli animali. Gli zoologi hanno studiato gli animali che si trovano in tutte le parti del mondo, e cercano di scoprire animali non ancora conosciuti, che vivono nei deserti, nelle foreste, o in fondo al mare. Molti animali studiati dagli zoologi avevano già dei nomi, ma erano nomi diversi nelle diverse parti del mondo. Ad esempio, in Inghilterra quello che noi chiamiamo cane viene chiamato dog. C'erano però tanti animali che non avevano nessun nome, specie tra gli insetti, e occorreva dargliene uno. Gli zoologi hanno deciso di dare a tutti gli animali dei nomi in una stessa lingua. In questo modo gli zoologi di paesi diversi e che parlano lingue diverse possono capirsi tra di loro. Per far questo hanno usato il latino, una lingua che si

parlava tanti anni fa. Vi ricordate la scheda che abbiamo già letto sulla classificazione? (Fare riferimento alla *SCHEDA* sulla classificazione utilizzata nell'unità 4).

Possiamo anche osservare che nelle pagine ci sono altre indicazioni, per esempio il rettangolo colorato a sinistra è una piccola carta geografica che mostra le parti del mondo dove vive prevalentemente quell' animale; questa sarà un'informazione che potremo capire quando studieremo le carte geografiche. E' per questo che è importante avere libri in biblioteca o a casa. Si possono guardare e leggere più volte, imparando ogni volta delle cose nuove.

Ora vi consegnerò altre figure (volpi e topi) che osserverete suddivisi in piccoli gruppi. Guardiamo per esempio la pag 216, dove vi sono le figure delle volpi; quanti animali ci sono? La parola volpe indica specie, genere o famiglia? (fare riferimento a quanto dello nell'unità 4) Osserviamo le caratteristiche, forma del muso, colore del pelo eccetera.

Ora osserviamo i topi (pag.164), la parola topo corrisponde ad un unico animaletto?". (Vi devo dire che i libretti che vi ho mostrato esistono uguali in tante lingue diverse, ma i nomi latini degli animali rimangono uguali).

Attività individuale:

Esercizi. Utilizzare le fotocopie dai volumetti della Biblioteca della Natura.

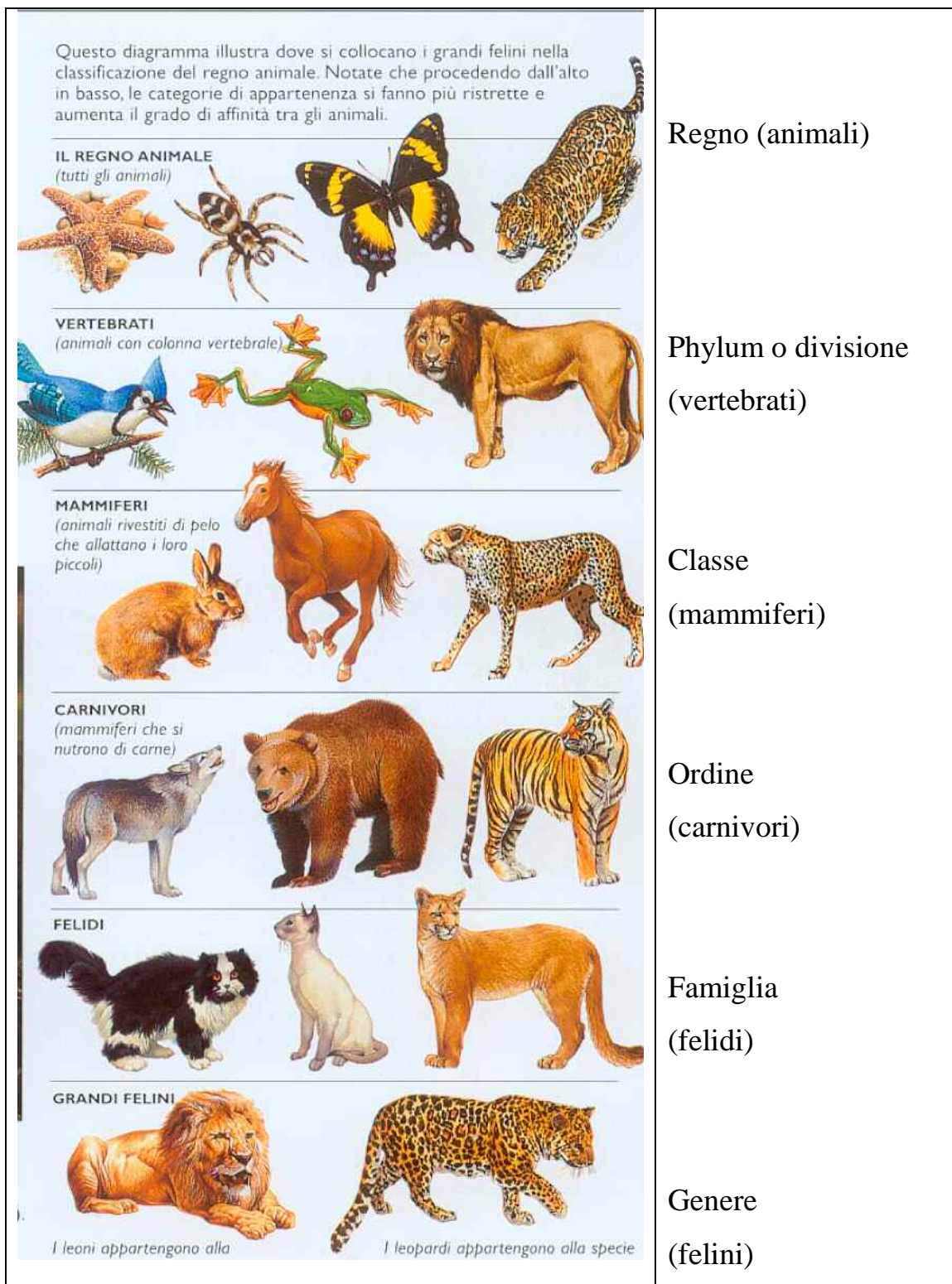
Guardiamo di nuovo gli animali che avete nelle vostre fotocopie. Tra questi animali scegline uno o due e copiali sul quadernone. Osserva le caratteristiche: la forma del muso, il colore del pelo eccetera.

Altri Esercizi:

- A) Prendi le fotocopie degli orsi. Osserva l'Orso nero americano (p.234), l'Orso Polare (p.235) e l'Orso Bruno (p.237), si assomigliano? che cosa hanno in comune? Scrivete sul quaderno le cose in cui si assomigliano (e le cose in cui sono diversi?). Oltre ad osservare le figure possiamo anche provare a leggere le dimensioni (lunghezza del corpo e peso); introdurre in modo molto semplificato peso e lunghezza chiedendo ai bambini se sanno quanto pesano e quanto sono lunghi.

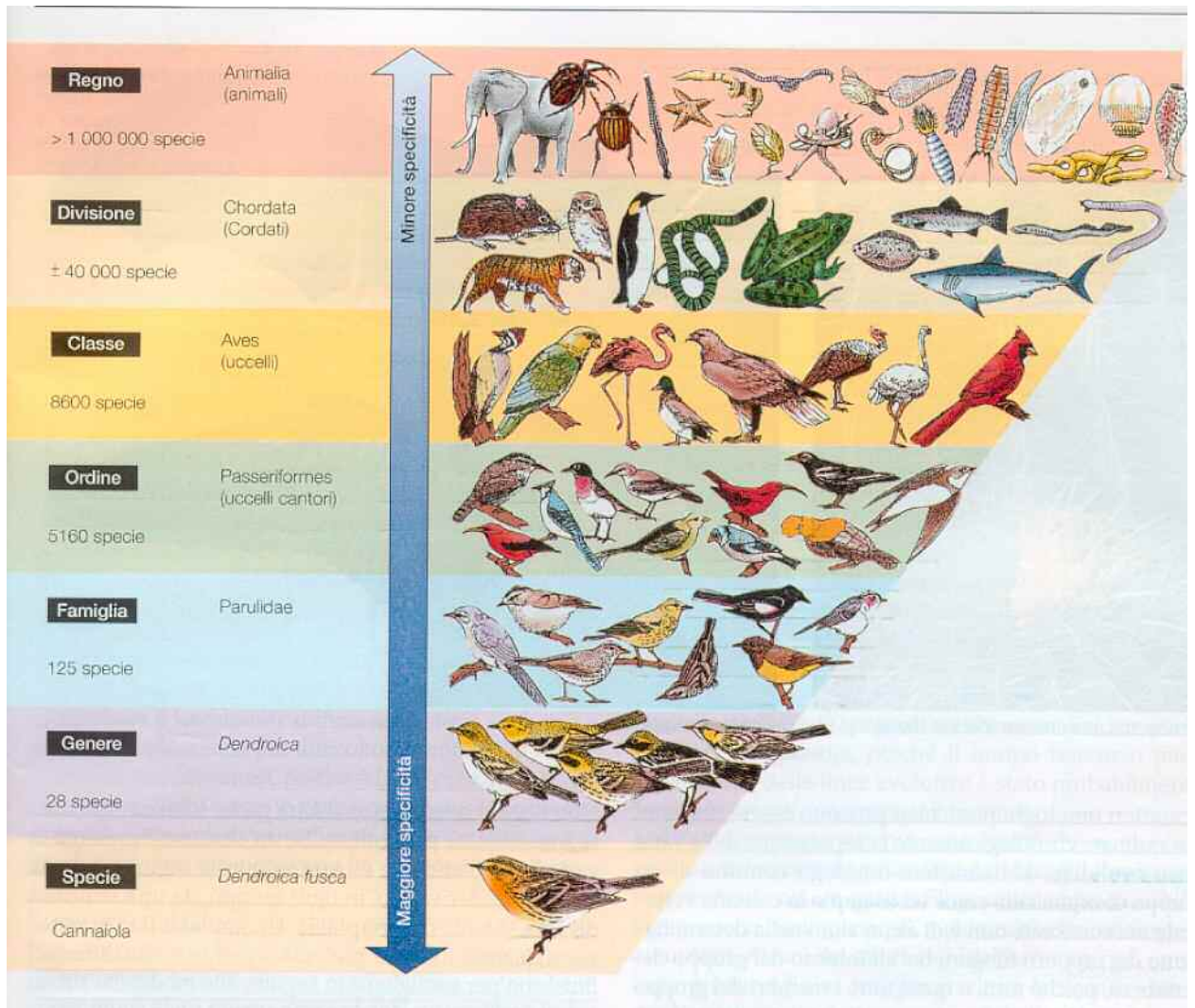
Concludere, leggendo nelle fotocopie tratte dai volumetti in alto sopra l'illustrazione dell'animale, che tutti e tre questi orsi appartengono allo stesso genere e alla stessa famiglia, ma a specie diverse.

APPENDICE I : Esempio scheda sulla tassonomia (unità 4). Vediamo ad esempio come le specie dei leoni (*Panthera leo*) e leopardi (*Panthera pardus*) sono inserite in questa



tassonomia.

Da questa figura vediamo che i vari taxa sono uno dentro all'altro, ma non vediamo che diventano sempre più grandi man mano che si va dalla specie al genere, alla famiglia, fino al regno degli animali. Questo si vede meglio in quest'altra figura.



Da questa figura puoi vedere che la classe degli uccelli è molto più grande delle specie, generi e famiglie di uccelli che si trovano dentro di essa. La classe degli uccelli è più piccola del phylum o divisione dei vertebrati, di cui fa parte assieme a tanti animali diversi.

APPENDICE L: Come cambia la distribuzione delle differenze individuali in una popolazione.

Biston betularia.

(unità 9)

Tanti anni fa c'erano poche le fabbriche e molta gente viveva in campagna.

In Inghilterra vicino alle città e nelle campagne c'erano diverse betulle, degli alberi con la corteccia chiara.

Una farfalla notturna si posava spesso su questi alberi e per questo gli zoologi le avevano dato il nome: *Biston betularia*.

Gli uccelli erano ghiotti di queste farfalle e di molti altri insetti, ma trovare la *Biston betularia* non era facile: quando era posata sugli alberi le sue ali chiare si confondevano con il colore della corteccia e non si riusciva a vederla. Ogni tanto nascevano anche delle *Biston betularia* con le ali scure, ma la loro vita era piuttosto difficile: la forma delle loro ali risaltava sulla chiara corteccia delle betulle, e gli uccelli le vedevano e le catturavano. Perciò le farfalle chiare erano sempre più numerose di quelle scure.

Un giorno in un paese dove c'erano tante *Biston betularia* vennero costruite delle fabbriche, con delle ciminiere da cui usciva del fumo scuro. Il fumo si posava sulle pareti delle case e sulle cortecce degli alberi, che diventavano scure anche loro. Le farfalle chiare adesso si vedevano bene sulle cortecce scure, e gli uccelli le trovavano facilmente e le mangiavano. Dopo alcuni anni dalla costruzione delle fabbriche, le *Biston betularia* erano quasi tutte scure. Se ne trovavano molto poche di chiare.

	
In questa foto c'è anche una farfalla scura. Riesci a trovarla?	La farfalla scura si vede molto bene sul tronco chiaro

Prova a spiegare come mai

Le fabbriche vennero costruite anche in altri paesi dove prima non c'erano, e anche lì le cortecce degli alberi diventarono scure.

Racconta cosa è successo alle *Biston betularie* che vivevano vicino a questi paesi.

Dopo molto tempo si cominciò a chiudere queste fabbriche, o farle funzionare in modo più pulito. Le ciminiere smisero di diffondere fumo nero, e le cortecce degli alberi tornarono chiare. Ma ormai la maggior parte delle *Biston betularie* erano scure, e quelle chiare erano poche.

Racconta cosa può essere successo alle popolazioni di *Biston Betularia* quando le cortecce degli alberi sono di nuovo diventate di nuovo chiare.

APPENDICE M : Esercitazione Unità "I mammiferi"

Marghera, 23 Gennaio
Osservato le schede degli Orsi

- Orso nero, orso bianco orso bruno.
- In che cosa si assomigliano?
- Hanno il corpo ricoperto da una folta pelliccia,
- hanno le zampe munite di robusti artigli,
- hanno i denti canini molto aguzzi,
- appartengono tutti al genere «Ursus» ma sono di specie diverse,
- hanno il naso appuntito
- hanno piccoli occhi rotondi e rari-
- hanno piccole orecchie appuntite
- non hanno la coda,
- hanno una corporatura robusta e massiccia, - sono molto alti.

In cosa sono diversi?

Leggendo le schede, si vede che non mangiano le stesse cose.

- Hanno il pelo di colore diverso
- Vivono in paesi e ambienti diversi.
- Hanno altezza e peso diversi

CONCLUSIONE

Tutti questi orsi appartengono allo stesso GENERE, alla stessa FAMIGLIA, ma sono di SPECIE diverse.

Nel sistema ideato da LINNEO, le specie vengono raggruppate in insiemi chiamati TAXA, via via sempre più ampi fino a formare un genere. L'insieme superiore è la famiglia.

APPENDICE N: spiegazione sulle mutazioni

Le mutazioni

Anche il nostro corpo è fatto di cellule. Ci sono tanti tipi di cellule diverse, a seconda di dove si trovano.

Cellule di cui è fatto il sangue

Cellule di cui è fatto il cervello

Cellule di cui sono fatti i muscoli

Le cellule rassomigliano ai microbi perché anch'esse sono dei piccoli esseri viventi: hanno una pellicina, organelli, e il DNA. Assorbono sostanze nutritive, nascono e muoiono.

Le cellule degli organismi pluricellulari hanno molto più DNA di quello che si trova in un microbo, perché in ogni cellula ci sono tutte le istruzioni necessarie a costruire il corpo tutto intero. Così i microbi hanno un cromosoma solo, gli altri esseri viventi ne hanno di più. Ad esempio, gli esseri umani ne hanno 46

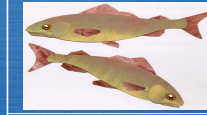
Questo è il disegno di un cromosoma umano

E questa è una foto dei tutti cromosomi che si trovano dentro a una cellula del corpo umano.

Gli effetti delle mutazioni negli esseri viventi pluricellulari

Come nei microbi, anche negli animali o le piante, quando si riproducono, possono avvenire delle **mutazioni** nei cromosomi che daranno origine al nuovo organismo. Nei loro figli possono così comparire delle caratteristiche nuove, che non c'erano nei genitori e neppure in altri parenti.

Vediamo per esempio cosa può succedere ai figli di una coppia di pesci



Questi sono i genitori



Questo è un figlio nel quale non è avvenuta alcuna mutazione, oppure una **mutazione neutra**. Esso perciò è molto simile ai suoi genitori.

	
In questo pesce c'è stata una mutazione del colore della pelle, che come vedete è rosa chiaro. E' una mutazione svantaggiosa , perché il colore chiaro è più facile da vedere nell'acqua scura, e il pesciolino rischia di essere mangiato dai pesci più grossi.	In questo pesciolino c'è stata invece una mutazione vantaggiosa : le macchie della sua pelle rassomigliano al fondale del torrente, ed è difficile che gli altri pesci possano vederlo e mangiarlo

In conclusione

- Quando una mutazione è svantaggiosa, l'animale o la pianta mutante di solito muore prima di fare in tempo a fare dei figli che gli rassomigliano.
- Invece se la mutazione è vantaggiosa chi ce l'ha vive meglio e più a lungo di chi non ce l'ha. Così riesce a fare più figli che gli rassomigliano. Un po' alla volta, gli individui con questa caratteristica vantaggiosa diventano sempre più numerosi.

Ricapitolazione

Abbiamo visto prima che adesso ci sono tre tipi di microbi (batteri, alghe azzurre e funghi). Gli scienziati pensano, però, che i primi esseri viventi fossero di un tipo solo (simili ai batteri di adesso), e tutti uguali tra loro. Con le mutazioni da questi microbi primitivi hanno cominciato a formarsi tipi di microbi diversi. C'è voluto però un tempo lunghissimo: milioni e milioni di anni!

Grazie a mutazioni a un certo punto è avvenuto un altro cambiamento: gruppi di microbi hanno cominciato a unirsi formando degli esseri viventi più grandi. Questi esseri viventi (tutti quelli che non sono microbi) sono fatti di tantissime parti molto piccole, simili ai microbi. Queste parti di chiamano cellule. Ci sono voluti circa 3000 milioni di anni perché comparissero i primi esseri viventi formati da diverse cellule (pluricellulari)

APPENDICE O: Scheda rivolta alle insegnanti.

La parola *adattamento* viene spesso usata quando si parla dell'evoluzione. Si dice ad esempio che sono sopravvissuti gli animali che si sono adattati meglio al loro ambiente, o che certe caratteristiche sono comparse perché servivano ad adattarsi. A usare questa parola sono testi scientifici e divulgativi, compresi i libri di testo per la scuola primaria, gli studenti (compresi i bambini) quando vengono interrogati su questi temi, e gli insegnanti. Ma questa parola ha un significato molto ampio, e ricorre spesso in contesti di vita quotidiana che poco hanno a che vedere con la biologia: ci si adatta al mutare di circostanze (un nuovo lavoro, un cambiamento di residenza; nel caso di un bambino o una bambina all'arrivo di un fratellino, all'ingresso a scuola, ecc.), cercando di cambiare abitudini, di aprirsi al nuovo, di adeguare i propri comportamenti alle circostanze in cui ci si trova. In questi casi, si parla di adattamento per indicare dei cambiamenti che hanno una componente consapevole, se non addirittura intenzionale: ci si rende conto che c'è bisogno di adeguarsi, e si cerca di farlo.

Questa molteplicità di significati è propria di molti termini che ricorrono contemporaneamente nel linguaggio quotidiano e in quello scientifico, ed è una fonte di confusione e di errori, perché proprio la familiarità del termine induce a trasporre il significato più ovvio e comune al nuovo contesto, senza accorgersi delle differenze. Questo avviene in conseguenza sia della documentata tendenza degli esseri umani ad ignorare le informazioni in contrasto con le loro credenze, sia perché queste differenze spesso non vengono messe in evidenza da chi scrive o parla, specie se si rivolge a un pubblico considerato immaturo, pensando che non valga la pena di andare troppo per il sottile. Può darsi anche che chi scrive ignori lui stesso queste differenze (ed è questa l'impressione che si ricava leggendo molti testi di III). Cerchiamo perciò di esaminare i diversi significati di questa parola.

Secondo il vocabolario, la parola *adatto*, a cui *adattamento* è collegata, significa idoneo, adeguato o "che risponde a uno scopo" (Zingarelli); in realtà a suggerire la rispondenza ad certo obiettivo basta soltanto la parte finale della parola, *atto* (dal latino *aptus*, che significa idoneo, adeguato); la *ad* con cui essa inizia suggerisce il processo attraverso cui l'adeguatezza allo scopo è stata raggiunta: una costruzione attiva da parte di qualcuno in vista (*ad*) di un certo uso o funzione. Questo significato, che indica un processo, è quello che spesso ricorre nella vita di tutti i giorni, ed è molto diverso da quelli che il termine assume nella biologia.

In biologia il termine *adattamento* viene usato per indicare:

- 1) diversi tipi di processi che hanno luogo nel singolo individuo.
- 2) Processi che hanno luogo nella specie.
- 3) Caratteristiche (anatomiche, fisiologiche, cellulari, biochimiche) possedute da esseri viventi o ("tratti adattativi") e utili per la loro sopravvivenza e riproduzione (sono esempi di adattamenti o "tratti adattativi" ali, occhi, polmoni, emoglobina, anticorpi)
- 4) Stato in cui si trova organismo quando dispone dei mezzi per risolvere i problemi vitali posti dall'ambiente in cui si trova, cioè per mantenere le condizioni fisiche e psichiche (negli organismi dotati di vita mentale) compatibili con la vita e la riproduzione.

Sono i punti 1 e 2 le maggiori fonti di confusione.

I processi di adattamento individuale includono cambiamenti sia repentini e di breve durata, sia lenti e duraturi in corrispondenza a cambiamenti nelle condizioni esterne. Nel caso dei cambiamenti rapidi si tratta di un **adattamento fisiologico**, come quello che avviene quando il nostro corpo cerca di mantenere stabile la propria temperatura sudando o tremando all'aumentare o diminuire della temperatura esterna, o quando la pupilla si dilata o si restringe a seconda della luminosità dell'ambiente.

Seguendo il biologo John Maynard Smith (1975), possiamo invece chiamare **adattamento o duttilità nello sviluppo** i cambiamenti graduali nella struttura che avvengono in animali o piante trasferiti o allevati in condizioni nuove, in modo da essere più idonei a sopravvivere nel nuovo ambiente. Ne sono esempio la comparsa di callosità nelle mani di chi compie lavori pesanti, la crescita di dimensione e forza dei muscoli di chi li tiene in costante esercizio, la formazione di anticorpi in seguito a malattie infettive, l'aumento dei globuli rossi quando si vive per qualche tempo a notevoli altitudini. Anche l'apprendimento può essere considerato un adattamento di questo tipo, poiché comporta dei cambiamenti nel cervello.

Tutti questi processi di adattamento sono il prodotto di tratti adattativi, cioè del possesso delle strutture in grado di produrre tali cambiamenti. Questi adattamenti non influiscono sui figli degli individui in cui avvengono, e perciò neppure sull'evoluzione della specie a cui questi appartengono. Essi sono il prodotto e non la causa dell'evoluzione.

Il processo di adattamento che avviene in una specie (quello a cui ci si riferisce quando si dice o si scrive che alcuni pesci si adattarono a vivere fuori dall'acqua, o alcuni primati a mantenere la stazione eretta) è completamente diverso da quelli che avvengono negli individui, e non può non essere così, visto che si sta parlando non di un individuo, ma di una entità collettiva composta da innumerevoli generazioni di individui che hanno dei progenitori comuni. Il termine *adattamento* in questo caso è sinonimo di *selezione naturale*, e indica la produzione di variazioni casuali e la selezione di quelle utili che porta a delle differenze nelle proporzioni in cui queste sono presenti al succedersi delle generazioni. Non è certo un concetto che si può spiegare ai bambini in due parole, ma è bene averlo presente. Forse l'unico modo di evitare confusione è quello di evitare espressioni sintetiche e fuorvianti, come quella secondo cui alcuni pesci sono riusciti ad adattarsi alla vita terrestre, cercando invece di fornire un resoconto più dettagliato, come quello che abbiamo cercato di fare nell'allegato sull'evoluzione dei vertebrati.

Ringraziamenti

Il mio più sentito e sincero ringraziamento alla prof. Anna Emilia Berti con cui ho condiviso questo lavoro per la sua competenza, professionalità e pazienza.

Desidero ringraziare le laureande e tirocinanti con cui ho collaborato in questo periodo Valentina Cesarotto, Veronica Rosati, Alice Crivellari.

Un vivo ringraziamento ai bambini e alle insegnanti delle scuole Battisti (Mestre), Istituto Comprensivo Di Castiglione Olona e la scuola di Rovigo, con cui sono state condotte le prime interviste; ed inoltre agli alunni e alle insegnanti Luisa Sanavio, Lucia Marchiori e Roberta Passerella, Isabella Menadeo, Donatella Bullo delle scuole Grimani e Ticozzi con cui è stato possibile realizzare la sperimentazione di un curriculum.

Non posso non ricordare Stefano Andriolo pronto a risolvere qualsiasi problema tecnico.

Per il sostegno ringrazio mio marito, Carolina e le mie compagne di corso Marta, Livia Debora, Marcella e Angela.