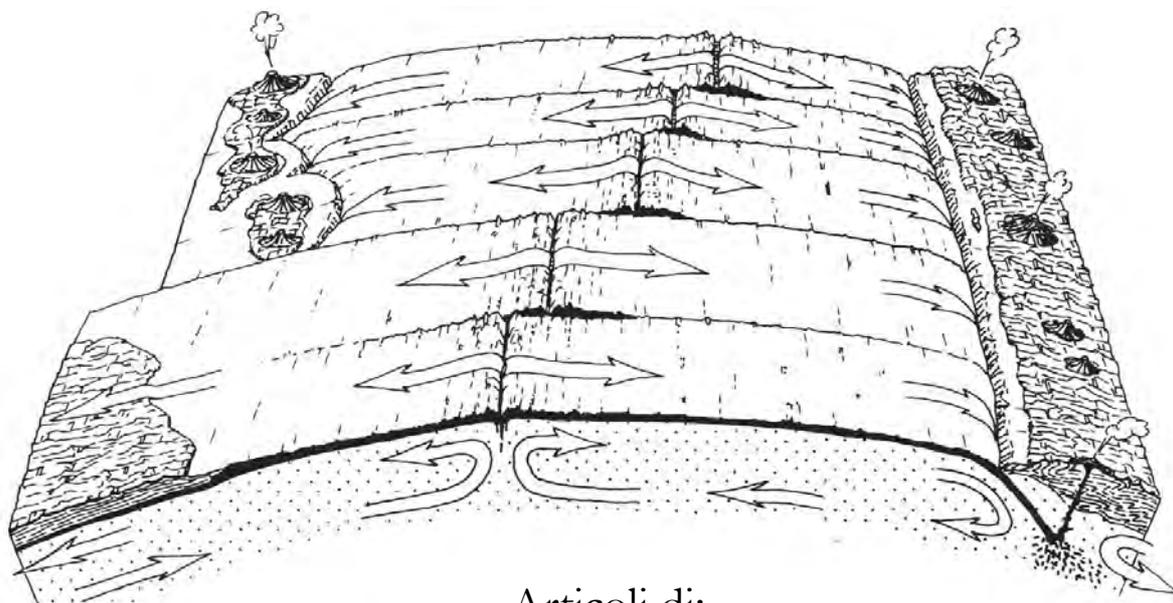


Che cos'è la geologia?

La geologia e il tempo

Le Scienze della Terra per conoscere
il territorio e il paesaggio

Le Scienze della Terra e la scuola



Articoli di:

Livio Trevisan, Marco Tongiorgi, Sandra Piacente, Carlo Genzo, Simone Farina, Angelo Marrucci, Chiara Baldanzi, Maria Teresa De Nardis, Marisa Albani, Luciana Converso Campanaro, Monica Chiara Onida, Alessandra Tongiorgi, Elena Mirco, Elena Battaglini

Spedizione: Poste Italiane SpA - Spedizione in abbonamento postale - D. L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1, CB PISA

Iscrizione al ROC numero 16383

Direttore responsabile: Luciano Luciani

Segretario di redazione: Enrico Pappalettere
(e.pappalettere@alice.it) 3487934426

Redazione: Sandra Bocelli, Francesca Civile, Brunella D'Anesi, Fabio Fantini, Fabrizia Gianni

Impaginazione: Vincenzo Terreni

(terreni@naturalmentescienza.it)

Edizione e stampa: ETS Piazza Carrara, 16-19 PISA - tel. 050 29544 - fax 050 20158

Proprietà: ANISN - Pisa c/o Museo di Storia naturale e del Territorio, Via Roma, 79 - 56011 Calci (Pi)

Abbonamenti:

Conto Corrente Postale n. 14721567

Banca Intesa - San Paolo

IBAN: IT 95 T 0306914020013958150114

Cassa Risparmio di Lucca, Pisa e Livorno

IBAN: IT 96 A 0620014011000000359148

Ordinario 20,00 euro; ordinario e CD tutto Naturalmente 30,00 euro; ordinario e TUTTO NATURALMENTE PDF 25,00 euro; sostenitore 35,00 euro; Scuole, Associazioni, Musei, Enti ecc. 27,00 euro; biennale 36,00 euro; estero 40,00 euro; singolo numero 8,00 euro; numeri arretrati 12,00 euro; copie saggio su richiesta.

Registrato il 25/02/1989 presso il Tribunale di Pisa al n. 6/89

Informazioni: www.naturalmentescienza.it

050/571060-7213020; fax: 06/233238204

Collaboratori

Maria Arcà Centro studi Ac. Nucleici CNR Roma

Maria Bellucci doc. St. Fil. Prato

Claudia Binelli doc. Sc. Nat. Torino

Marcello Buiatti doc. Genetica Università di Firenze

Luciana Bussotti doc. Sc. Nat. Livorno

Stefania Consigliere dip. Antropologia Università di Genova

Luciano Cozzi doc. Sc. Nat. Milano

Tomaso Di Fraia dip. Archeologia Università di Pisa

Elio Fabri doc. Astronomia Università di Pisa

Tiziano Gorini doc. Lettere Livorno

Alessandra Magistrelli doc. Sc. Nat. Roma

Piegiacomo Pagano ENEA Bologna

Marco Piccolino doc. Fisiologia e Storia della Scienza
Università di Ferrara

Giorgio Porrotto cultore di politica scolastica Roma

Laura Sbrana doc. Lettere Pisa

Marco Tongiorgi doc. Stratigrafia Università di Pisa

Maria Turchetto Dipartimento Filosofia e Beni culturali
Università Ca' Foscari di Venezia

Che cos'è la geologia?

1. Scienze della Terra, un'evoluzione a sbalzi

Livio Trevisan

6. Il nano e i giganti. Le idee della Geologia fra '700 e '900

Marco Tongiorgi

22. Piccoli pensieri eretici su teorie e modelli in geologia

Sandra Piacente

25. Scienze hard, scienze soft: il caso della geologia, scienza geo-storica

Carlo Genzo

La geologia e il tempo

34. I fossili e il tempo

Marco Tongiorgi

42. I fossili, la chiave del presente per conoscere il passato. La storia recente del Monte Pisano

Simone Farina

46. Geologia non intuitiva: si può prevedere il passato?

Marco Tongiorgi

Le Scienze della Terra per conoscere il territorio e il paesaggio

52. Le Biancane di Monterotondo Un percorso didattico sulle manifestazioni naturali della geotermia

56. Volterra Percorso didattico sull'erosione di argille e sabbie plioceniche

60. Monterufoli Un territorio per l'educazione ambientale

Angelo Marrucci

68. Trasformazioni paesaggistiche nella media Val di Cecina

73. Morfologia legata alla estrazione di salgemma

82. La miniera di rame di Caporciano

Chiara Baldanzi

Le Scienze della Terra e la scuola

89. Gli adolescenti e il senso del tempo

Maria Teresa De Nardis

92. La cava di Agnano

Marisa Albani

95. Il laboratorio di SdTerra, questo sconosciuto

Maria Teresa De Nardis

98. I processi orogenetici

Luciana Converso Campanaro

102. Riflessioni sull'insegnamento e l'apprendimento delle Scienze della Terra nella scuola di base

107. Percorsi didattici di Scienze della Terra, dalla scuola dell'infanzia alla media

Monica Chiara Onida

112. Un percorso didattico sperimentale per l'introduzione alle SdTerra nella scuola elementare

Alessandra Tongiorgi, Marco Tongiorgi

120. Progetto didattico Radon

Elena Mirco

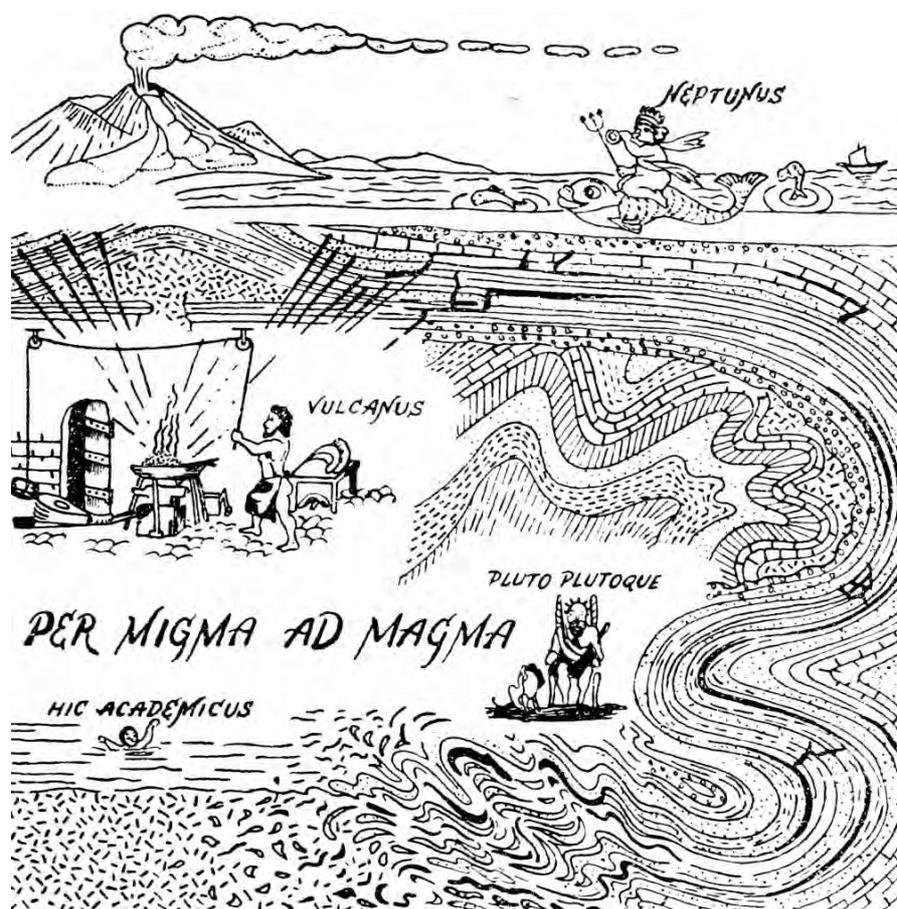
124. Le collezioni naturalistiche pisane e la nascita del museo di Calci

Elena Battaglini

Che cos'è la geologia?

Scienze della Terra, un'evoluzione a sbalzi

LIVIO TREVISAN



Ogni disciplina scientifica progredisce secondo un modello che consta di tre momenti: impostazione di un problema, formulazione di ipotesi esplicative, verifiche delle loro attendibilità. Quando l'ipotesi o la teoria ottiene il consenso della maggioranza dei competenti, entra nell'archivio delle conoscenze scientifiche. Uno sguardo alla storia delle varie discipline rivela che gli archivi crescono a sbalzi, con un andamento che, se fosse quantificabile nelle ordinate di un diagramma, col tempo nelle ascisse, sarebbe rappresentato da una linea con tratti in salita leggera separati da impennate di intensità varia.

Le impennate corrispondono alle scoperte di rilievo; le più forti all'"esplosione" di teorie nuove. In termini così generici questa proposizione è piuttosto banale. Più varia ed interessante è l'analisi dei casi singoli, quando si indaga sul come e sul perché si sono svolti gli eventi. Un'inchiesta storica con un contorno di epistemologia. La storia della scienza - ha scritto SCARDONI (1978) - non è solo la storia delle scoperte e delle invenzioni: è la storia delle ricerche e degli errori, delle

ipotesi e dei controlli, dei 'totem' e dei 'tabù' di ogni epoca. Si è parlato anche di rivoluzioni nell'ambito di singole discipline; in termini meno astratti questi eventi sono stati qualificati come "mutamento di paradigma" (T. S. KUHN), con riferimento all'abbandono di concezioni precedenti; oppure "mutamenti di programma di ricerca" (I. LAKATOS), espressione che pone l'accento sulle nuove vie che così si aprono agli studiosi; oppure anche "mutamento" di Tradizione di ricerca (L. LAUDAN). Sono sfumature diverse suggerite agli autori dagli esempi che hanno considerato. Senza sottilizzare sulle definizioni, si può esaminare come ciascuno di questi eventi abbia avuto una fisionomia propria riguardo al passato, nel senso che alcuni hanno portato a

eliminare teorie precedenti, altri no, oppure in misura ridotta. Nel caso delle Scienze della Terra, qualche teoria è stata falsificata con l'affermarsi delle idee nuove; ma in generale più che di teorie si trattava di presupposti, di assunzioni a priori, che si tramandavano quasi passivamente: idee che, col senno di poi, sono state declassate al rango di pregiudizi. Qui intendo analizzare per sommi capi questo processo di falsificazione nel caso di un argomento di vasta portata: la mobilità della crosta terrestre attraverso i tempi geologici.

Quando e come è nato questo problema? problema, in termini concreti, poteva sorgere soltanto dopo la "scoperta del tempo", l'idea rivoluzionaria entrata nella scienza tra il 1810 e il 1830, che segna la nascita della Geologia e nel campo biologico ha fornito la base delle teorie dell'evoluzione. Quando dominava la credenza che il mondo fosse stato creato circa seimila anni fa, l'aspetto iniziale della Terra non si poteva immaginare diverso dall'attuale se non per particolari relativamente minuti.

Il nano e i giganti: le idee della geologia tra il '700 e il '900

Un difficile cammino tra scienza e filosofia, tra biologia e fisica

Premessa

Il geologo classico è un essere eminentemente pratico. Il suo interesse principale risiede nella puntiforme osservazione delle rocce, il suo metodo è sostanzialmente analitico-descrittivo, il suo obiettivo la ricerca per via induttiva di possibili esplicazioni.

Questa immagine del geologo come pratico indagatore della natura delle rocce, più portato alla esperienza sul campo che all'astratta riflessione teorica, si era già consolidata fin dal '700, se il mineralista e geologo francese Dolomieu (proprio quello cui si deve il nome delle nostre Dolomiti) poteva scrivere nel 1794: "Un Géologue est essentiellement un lithoclaste, ou rompeur de pierre, et à peine résiste-t-il au plaisir d'ecorner les monuments des arts pour mieux déterminer la nature des substances dont ils sont faits".

Ma è tutto questo ancora vero? Come vedremo, da pochi anni, alla fine di un percorso culturale difficile e talora contorto, una vera e propria rivoluzione scientifica ha profondamente modificato l'atteggiamento delle Scienze della Terra. È stata una rottura drastica, un vero e proprio rapidissimo capovolgimento delle basi metodologiche e delle prospettive cognitive. La geologia di oggi non è più essenzialmente esplicativa; da poco più di due decenni essa è entrata nel novero delle scienze predittive, è a tutti gli effetti una moderna scienza sperimentale.

È accaduto da così poco tempo e così in fretta, che molti degli stessi geologi hanno spesso durato fatica a cogliere la portata del cambiamento. Le persone e le intere comunità scientifiche portano con sé un bagaglio storico di idee che è difficile da modificare in poco tempo. La stessa terminologia in uso non cambia subito: e vecchi termini nascondono spesso vecchie idee, se non vecchi pregiudizi.

Osservava Max Plank (1949): "Una verità scientifica nuova non trionfa convincendo i suoi oppositori e rivelando loro la luce, ma piuttosto perché a un certo punto gli oppositori muoiono e cresce una nuova generazione che ha familiarità con essa".

L'enorme bagaglio di cognizioni accumulate dalla geologia classica non deve però essere disperso. Per salvarlo, va ricollocato in una prospettiva storica, nei diversi contesti culturali ove si è andato formando.

La stratigrafia: una esigenza pratica di classificazione

Come molte branche della scienza, anche la stratigrafia è nata da necessità pratiche, soprattutto legate allo sviluppo dell'attività mineraria.

Non fa dunque meraviglia che i fondamenti della stratigrafia siano stati posti da uomini come Johann Gottlob Lehmann (1719-1767), mineralista e ingegnere minerario tedesco, che nel 1756 pubblicò una classificazione delle rocce della crosta terrestre:

Urgebirge (montagne primitive), rocce di origine chimica, cristalline, anteriori all'avvento della vita e prive di fossili);

Flötzgebirge (montagne stratificate), rocce fossilifere, stratificate, formate da particelle erose dalle precedenti);

Aufgeschwemmte Gebirge (montagne di trasporto, alluvionali), rocce superficiali, poco cementate, recenti).

L'influsso della classificazione di Lehmann fu grandissimo. Anche perché, come spesso accade alle opere che si collocano tra quelle che hanno posto storicamente i fondamenti di una scienza, l'opera di Lehmann coglie i frutti di un intensissimo dibattito, centrato soprattutto sulla natura dei fossili e sull'origine delle montagne e dei continenti, dibattito che aveva coinvolto scienziati, filosofi e uomini di chiesa già da almeno un secolo. Basti pensare all'abate veneziano Anton Lazzaro Moro che fin dal 1740 aveva proposto la divisione tra Monti primari (composti "di gran massi di pietre") e Monti secondari (composti "strati sopra strati, di una o di varie sorte di materia").

Certo la classificazione di Lehmann si colloca in un contesto diverso ("plutonista" il Moro e "nettunista" Lehmann), è meno "filosofica" ed è più organicamente legata ad ipotesi operative. Tant'è vero che una analoga classificazione delle rocce in Primitive, Secondarie e Terziarie fu ben presto (1759) introdotta in Italia proprio da un altro "tecnico", Giovanni Arduino (1714-1795), dapprima "metallurgo" e "minerista" in Tirolo, poi Soprastante alle Miniere di Schio, quindi consulente minerario e scienziato di fama internazionale.

Piccoli pensieri eretici su teorie e modelli in geologia

Teoria e modello due parole molto frequenti nelle scienze sperimentali, a volte usate, erroneamente, come sinonimi, comunque due termini che portano ad analizzare i modi che l'uomo ha utilizzato per giungere alla conoscenza e i mezzi per conseguirla.

La parola teoria deriva dal greco θεωρεῖν, termine che indica l'azione del contemplare: nel suo significato sono racchiusi lo spirito e la saggezza dei filosofi greci che, attribuendo supremazia dell'atto contemplativo, lo assimilano, anzi lo identificano, all'atto del conoscere.

Quando si osservano i fatti concreti, così come si presentano ai nostri occhi, o come più frequentemente accade nelle scienze sperimentali, quando si è davanti alle conseguenze di quanto è accaduto, si ha la sensazione di avere a che fare con una realtà innegabile, certa, comunque esistente, indipendentemente da qualsiasi spiegazione che di essa si voglia, o si possa dare, una realtà, quindi, autoreggente. Nasce così la tentazione di accordare un ruolo primario a questo tipo di certezza e di imboccare inevitabilmente la strada dell'empirismo: la necessità di ricorrere a una teoria apparirebbe superflua.

Se si supera però la fase puramente osservativa e descrittiva, la τεχνή dei greci, i fatti e i fenomeni osservati acquistano rilevanza soltanto se è possibile intravedere il loro inserimento in uno schema concettuale accettabile; subentra allora la necessità di formulare dei principi nei quali collocare le dimostrazioni logiche: si tenta allora di formulare una teoria.

Ma il ricercatore sa perfettamente che nel mondo della scienza certezze assolute e definitive non ve ne sono. Ha senso allora parlare di una forma teorica ideale per spiegare i fenomeni naturali, se con il termine di "teoria ideale" si deve intendere quella che comporta una validità assoluta dei principi e degli schemi esplicativi che essa contiene? Che fare allora? Le possibilità sono due: rinunciare a ogni tentativo di acquisire delle certezze e accontentarsi dell'efficacia di un certo numero di conoscenze empiriche; oppure tentare di costruire delle reti di conoscenze più sicure, nella consapevolezza però che al massimo si potrà giungere a formulare delle teorie molto parziali, incomplete, perfettibili e, cosa più importante ancora, mutabili.

Nel campo scientifico, e soprattutto nel settore delle scienze sperimentali, e ancora di più nelle scienze geologiche che non possono essere definite "sperimentali" in assoluto (ma questo è tutto un altro discorso che meriterebbe un approfondito e specifico dibattito), le teorie che si formulano o che si adottano, non solo devono tener conto di un certo equilibrio tra i contributi dell'osservazione e quelli della ragione, ma per essere accettate devono essere compatibili con il contesto culturale e sociale del tempo in cui sono

state formulate.

Occorre quindi spiegare quali siano le fonti possibili delle nostre certezze. Però bisogna intendersi sulla parola spiegare. Spiegare significa rendere conto dei fenomeni a partire da qualcosa di diverso da essi, qualcosa a cui essi possano essere associati attraverso relazioni considerate come necessarie o quanto meno altamente possibili. La spiegazione implica sempre l'intervento di processi elementari che si ritiene ne siano all'origine, in modo da formulare delle ipotesi di interazioni tra le parti. Inoltre la spiegazione, come la definizione, deve mettere in luce non soltanto ciò che lega l'oggetto studiato ad altri, ma anche i tratti e le peculiarità che lo differenziano.

Una delle maggiori difficoltà dell'elaborazione teorica sta allora nella scelta di un livello di generalità adeguato, che è sempre legato al grado di precisione e di attendibilità dei dati e delle osservazioni accessibili e alla scelta di quelle variabili ritenute qualitativamente e quantitativamente pertinenti.

Non va dimenticato, inoltre, che in ogni campo della scienza esistono dei periodi di relativa tranquillità, di assuefazione ed accettazione di alcuni "dogmi", separati da radicali cambiamenti, in cui si passa da un sostegno quasi esclusivo nei confronti di una teoria ad uno ugualmente totale di appoggio ad un'altra, spesso incompatibile con la precedente. Ogni passaggio di questo tipo è caratterizzato sovente da un modo radicale di intendere l'intera disciplina.

Uno dei compiti della scienza è anche quello di far emergere questi problemi e queste contraddizioni e di cercare di capirli, cosa che già si realizza mettendone in evidenza la loro origine e utilizzando un linguaggio che non sia esso stesso contraddittorio.

In Geologia le regole quasi sempre devono riguardare processi e fenomeni non direttamente osservabili, che fra l'altro si collegano con processi accessibili alla nostra comprensione solo attraverso la mediazione di una teoria, ma la teoria a sua volta per essere definita ha bisogno della precisazione di un modello di descrizione scelto (vedi teoria della tettonica delle placche, vedi modello delle correnti subcrostali). Gran parte dei modelli sono fatti per deduzioni: se accade questo da una parte.. allora può essere che... Ne è un esempio quanto accade nelle dorsali medio - oceaniche: se la formazione (documentata) di una nuova crosta oceanica avviene in un globo di dimensioni pressoché uniformi - ma è poi veramente uniforme? Secondo alcuni scienziati il diametro terrestre sarebbe soggetto ad un aumento medio di 1,5 cm all'anno - allora una quantità equivalente di vecchia crosta deve scomparire lontano dalle dorsali. Ne consegue, per deduzione, che la vecchia crosta deve essere distrutta per sprofondamento nel mantello.

Ma un sapere, ovvero dei principi formulati, ha valore

Scienze hard scienze soft: il caso della geologia, scienza geostorica

CARLO GENZO

A parte la matematica pura, la scienza più progredita è la fisica.

Bertrand Russel *L'analisi della materia*

E' noto che le scienze vengono distinte nelle cosiddette categorie "hard" e "soft" a seconda del livello dei formalismi descrittivi dei vari fenomeni. Tipica rappresentante della prima categoria è la fisica, la quale descrive i fenomeni, collegandoli con relazioni matematiche (*leggi*) ben definite. In tal modo, la fisica è in grado non solo di riprodurre sperimentalmente i fenomeni descritti, ma ha anche un alto potere di predicibilità degli stessi (1), in conseguenza proprio della sua elevata formalizzazione matematica.

Queste sue caratteristiche traggono spunto, in effetti, proprio dal padre della fisica moderna, Galileo Galilei, il quale, come "atto di fede" nella sua indagine poneva non solo l'intelligibilità del mondo, ma anche la convinzione che questo fosse scritto in termini matematici, con numeri e figure. Quest'assunto venne sviluppato nei secoli successivi fino alle enunciazioni rigidamente deterministiche di Laplace, secondo il quale ogni sistema contiene le condizioni necessarie per un particolare svolgimento, per cui una "mente universale" sarebbe in grado di prevedere gli stati successivi dell'intero cosmo. Questa concezione rigidamente deterministica venne incrinata nella prima metà del nostro secolo, nello studio dei fenomeni subatomici, dallo sviluppo della teoria quantistica, col principio di indeterminazione di Heisenberg. Negli ultimi decenni, si è andati ben oltre nell'approccio non deterministico di molti fenomeni, anche a livello macroscopico, come ad es. nella meteorologia.

L'introduzione nelle scienze dei concetti di complessità e di caos impedisce di prevedere, anche teoricamente, lo sviluppo futuro di fenomeni molto complessi, il cui svolgimento può essere valutato solo in misura probabilistica (2). Nelle scienze "soft", come la biologia, la geologia, ecc., tali anche per la presenza intrinseca di una complessità più elevata, per lungo tempo gli scienziati si limitarono sostanzialmente a una descrizione qualitativa dei fenomeni. Tuttavia, negli stessi anni in cui Darwin enunciava la teoria dell'evoluzione delle specie, l'allora sconosciuto Gregorio Mendel impostava correttamente non solo le basi della genetica, ma

utilizzava anche quel metodo statistico-probabilistico che tanto sviluppo avrebbe avuto negli anni successivi nella trattazione oggettiva dei fenomeni complessi. A mio avviso, quindi, la sua importanza nella storia della scienza risulta almeno duplice. Non è un caso, tuttavia, che le sue importanti scoperte siano rimaste sostanzialmente ignorate per oltre trent'anni, proprio *a causa della novità del metodo* da lui esposto, che non era familiare e comprensibile dai biologi dell'epoca. Si narra, e non è forse leggenda, che lo stesso Darwin abbia ricevuto un estratto del lavoro di Mendel, e che l'abbia conservato intonso nel suo studio, scervellandosi invano, fino alla fine della vita, su quali potevano essere i meccanismi che regolano il passaggio dei caratteri da una generazione all'altra (3).

E' ormai da tempo, tuttavia, che la biologia ha adottato e sempre più adotta, metodi statistico-probabilistici per la verifica di sperimentazioni e la risoluzione oggettiva di aspetti descrittivi riguardanti popolazioni, specie, associazioni di specie, ecc. A questo tipo di analisi ha dato un notevole aiuto anche l'impetuoso sviluppo dell'informatica, la quale ha consentito con l'uso del computer il trattamento rapido di una tale mole di dati, che un tempo sarebbe stata inimmaginabile.

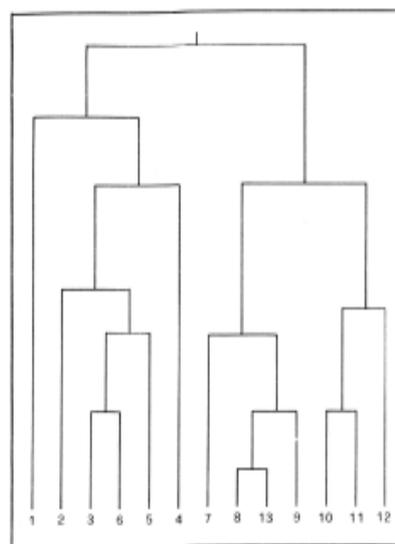


Figura 1
Classificazione di alcune zone climatiche in base alle forme biologiche vegetali. 1: Seicelle; 2: deserto libico; 3: Cirenaica; 4: Mar Morto; 5: Italia; 6: Palestina; 7: bacino parigino; 8: Svizzera centrale; 9: Danimarca; 10: Spitzbergen; 11: Groenlandia; 12: Alpi; 13: Carso; 14. I collegamenti

a livello inferiore (come ad esempio 8-13, 3-6, 10-11) indicano maggiori affinità. Da Poldini, 1989

La geologia e il tempo

I fossili e il tempo

Premessa: una cultura ottocentesca per i giovani del 2000?

Lo spazio che i libri di testo di Scienze per la Scuola media superiore dedicano alla Paleontologia ed al significato cronologico dei fossili è di regola assai ridotto e sembra purtroppo destinato a contrarsi ulteriormente. Ne derivano, per quel poco che se ne parla, semplificazioni spesso eccessive, che possono dare un'idea sbagliata dei problemi scientifici reali. Colpisce soprattutto quanto sia terribilmente "data-to" l'approccio che viene proposto: sembra, infatti, che tutto si sia fermato al 1815, anno della pubblicazione del fondamentale (ma ormai largamente superato) "A delineation of the strata of England and Wales ...ecc." (il titolo intero è lunghissimo!), di William Smith, quasi sempre unico autore esplicitamente citato nei libri di testo. Scompaiono, dunque, quasi due secoli di progresso scientifico e di riflessione teorica sulla pratica biostratigrafica. Poco male: la Paleontologia non ha più quella centralità epistemologica e filosofica che essa ebbe nell'800. Ma neanche emerge qualcosa del moderno ripensamento sulle problematiche biostratigrafiche (non solo teorico: l'industria del petrolio è tra i principali artefici ed il più importante utilizzatore di questo ripensamento), al posto del quale ancora campeggia spesso, nelle pagine dei libri, un solo vero e proprio "fossile": il Fossile Guida, di ottocentesca memoria! Esamineremo dunque il problema, seguendo un percorso ideale che parte dalle affermazioni contenute in alcuni libri di testo, ordinate come fossero parte di un unico ragionamento. Per non appesantire il discorso, non farò ulteriori richiami bibliografici, limitandomi a fornire qui un limitatissimo elenco di citazioni puntuali, che può anche essere un indice parziale degli argomenti sviluppati (sia pure con diversi intendimenti) in seguito:

- a) "L'età relativa degli strati può essere identificata in base ai fossili che essi contengono" (Fornasero D., 1992 *Scienze della Terra* Paravia p. 361).
- b) "...rocce che contengono gli stessi fossili si sono formate contemporaneamente". (Filippini, Bignami, 1990 *La riscoperta della terra e dell'universo* Minerva Italica p. 386).
- c) "I fossili-guida sono particolarmente utili per identificare gli strati di roccia che li contengono; sappia-

mo per esempio, che i dinosauri sono vissuti solo durante il Mesozoico: quando si rinvencono resti o tracce di dinosauri, possiamo affermare che le rocce che li contengono risalgono al Mesozoico" (Matthews W. H. III, Roy C. J. et al., 1992 *Terra e Universo* Zanichelli pp. 235-236).

d) I migliori fossili guida permettono il riconoscimento dell'età di una formazione geologica anche se è presente un solo esemplare!" (Federici P. R., Axianas L., 1983 *Nuovi lineamenti di Geografia generale* Bulgarini Firenze p. 171).

e) "... anche le rocce sedimentarie marine, che rappresentano gran parte della testimonianza del passato della Terra, non possono venir datate con la tecnica dei fossili poiché ne contengono in quantità insufficiente." (McAlester A. L., 1982 *La Terra* Loescher p. 323).

f) "A causa delle difficoltà presentate dalla datazione fossile è dunque indispensabile trovare un metodo alternativo per la determinazione delle relazioni d'età tra le rocce" (Mc Alester A.L., 1982 *La Terra* Loescher p. 323).

Un moderno approccio: complessità e rigore metodologico

È uso corrente dire che l'età relativa delle rocce sedimentarie è stabilita dai fossili che esse contengono. Si può senz'altro accettare questa affermazione, purché sia chiaro che si tratta della notevole semplificazione di un problema teorico complesso. I fossili sono infatti oggetti materiali che possono cadere sotto la nostra osservazione diretta; il tempo invece è una entità immateriale, la cui oggettivazione sotto forma di "età" delle rocce implica ipotesi e processi deduttivi tutt'altro che semplici.

Il geologo - stratigrafo di terreno ha poco a che fare col tempo almeno in prima approssimazione. Oggetto del suo studio sono corpi geologici materiali, classificabili in base a caratteristiche osservabili, quali la litologia o il contenuto fossilifero. Strumenti della classificazione sono le unità stratigrafiche osservabili (pacchi di strati omogenei per composizione chimico-mineralogica o contenuto fossilifero od altre caratteristiche empiricamente riscontrabili), quali, ad esempio, le unità litostratigrafiche (basate sulla litologia) o le unità biostratigrafiche (basate sui fossili).

I fossili, la chiave del presente per conoscere il passato

La storia recente del Monte Pisano

SIMONE FARINA

La paleontologia, oggi sempre più *paleobiologia*, è la disciplina che studia i fossili, cioè la vita del passato, e si integra sia con le scienze geologiche che con quelle biologiche.

Il termine *fossile* (dal latino *foedere*, scavare), fu introdotto da Georg Bauer (1495-1555), conosciuto con il nome di Agricola e, originariamente, si riferiva a qualsiasi oggetto scavato e portato alla luce, senza distinzione tra animali, vegetali o minerali. Oggi i fossili vengono considerati come *ex vivo*, ovvero resti di organismi vissuti nel passato (più o meno recente), che si conservano all'interno delle rocce grazie a particolari processi fisici e chimici, e che comprendono resti di animali, vegetali e delle tracce lasciate da questi organismi.

Si tratta quindi di una disciplina estremamente utile che, integrata con altre come la paleobotanica, la geologia, la stratigrafia, la geomorfologia, la geocronologia e la paleoclimatologia, aiuta a tentare di capire gli ambienti e la vita del passato.

I fossili fin dall'antichità hanno suscitato curiosità e attrattiva nell'uomo e, salvo rare eccezioni (Senofane, Pitagora e Erodoto elaborarono le prime ricostruzioni paleoambientali basate su ritrovamenti di conchiglie fossili), ispirarono miti e leggende. Molti fossili infatti, vennero utilizzati come amuleti, talismani, pietre medicinali e anche come "ingredienti" per riti magici; altri, alimentarono i miti dei giganti, dei draghi, dell'unicorno, del diavolo e del grifone; altri ancora, come ad esempio lo scheletro di una salamandra gigante, fu ritenuto un uomo vittima del diluvio universale (1).

Solo dal XVI secolo i fossili acquistarono il moderno significato, e la prima interpretazione razionale dei fossili nel contesto di un modello paleoambientale e geologico fu di Leonardo Da Vinci (1452-1519), che precorreva di circa due secoli la storia della geologia e anticipava James Hutton (il "padre" della geologia moderna). Nella sue interpretazioni, Leonardo dimostrava di conoscere la nozione di *strato* e di stratigrafia e suggeriva anche osservazioni sulla posizione di vita dei molluschi ritrovati, sull'accrescimento delle conchiglie e sulla loro disposizione negli strati, che precorrono la *tafonomia* (cioè la storia degli organismi dalla morte al momento del loro ritrovamento come fossili) (2).

Successivamente, grazie a Stenone (1638-1686), si arrivò a comprendere il vero significato dei fossili ed il loro legame con le scienze della terra. Stenone, osservando

gli strati rocciosi, arrivò a formulare tre principi che ancora oggi sono alla base della geologia, ovvero il *principio di sovrapposizione*, l'*orizzontalità degli strati* ed il *principio della continuità laterale*.

Alla fine del Settecento e nei primi anni dell'Ottocento, grazie a William Smith (1769-1839) e a Georges Cuvier (1769-1832), il fondatore della paleontologia dei vertebrati e dell'anatomia comparata, si comprese come una successione di strati poteva essere divisa in base ai fossili e quindi questi potevano essere usati per correlare, cioè per stabilire la contemporaneità di una successione di strati trovati in zone diverse. I fossili sono quindi diventati sempre più importanti sia come *markers* cronologici che come strumento per comprendere l'evoluzione degli ecosistemi del passato (2). Negli ultimi 50 anni sono stati poi introdotti e sviluppati nuovi metodi di indagine stratigrafica, come la stratigrafia paleomagnetica e isotopica, ed oggi i fossili non sono più il solo marcatore cronologico a disposizione dei ricercatori, anche se la biostratigrafia riveste sempre un ruolo fondamentale.

La biostratigrafia quindi, studia la distribuzione stratigrafica dei fossili ed ha come scopo quello di organizzare gli strati in unità basate sul loro contenuto in fossili. Ogni specie fossile infatti, presenta dei precisi limiti di distribuzione stratigrafica, ed è perciò esclusiva di un determinato intervallo di tempo. L'utilizzo dei semplici principi biostratigrafici, che prevedono quindi un *continuum sedimentario* con precisi limiti, non si adatta però allo studio di tutti i resti animali. Infatti, le successioni sedimentarie continue, sono tipiche prevalentemente degli ambienti marini, nei quali le *biozone* (l'unità fondamentale della biostratigrafia marina) sono corpi rocciosi che si distinguono da altri corpi rocciosi simili per il loro peculiare contenuto fossilifero. Il soggetto della biostratigrafia marina è quindi il corpo roccioso.

Le associazioni fossili a vertebrati continentali, invece, vengono spesso ritrovate in successioni sedimentarie molto scarse, in tasche o cavità carsiche e quindi non rispondono ai requisiti richiesti dalla biostratigrafia, poiché presentano una distribuzione puntiforme sul territorio. Il sedimento inglobante viene quindi privato del suo contenuto fossilifero come conseguenza del recupero dei reperti osteologici e l'attenzione viene quindi spostata dal contenente al contenuto, cioè dal contesto sedimentario inglobante all'insieme dei resi-

Geologia non intuitiva: si può prevedere il passato?

MARCO TONGIORGI

Su IL SOLE 24 ORE di Domenica 21 Agosto 2011 è apparso un bell'articolo di Gilberto Corbellini (*Il sapere che ci migliora la vita*) il cui sottotitolo ne riassume efficacemente il contenuto: *È andando contro il senso comune che l'ingegno umano ha svelato le leggi della natura ...* Per questo, secondo Corbellini, necessitano *beautiful minds*, poiché *La ricerca richiede uomini speciali. Non superiori, ma umili ed educati all'antidogmatismo...* Uomini come Euclide, Archimede, Ippocrate e su, fino ad Einstein, e tante altre eccezionali *beautiful minds*.

È innegabile la rilevanza storica di queste figure, da cui dipende, come ricorda Corbellini, *la qualità della nostra esistenza*. Sulla stessa linea si muove l'articolo di Carlo Rovelli (*Occhi nuovi per capire il mondo*), apparso nello stesso numero de IL SOLE 24 ORE. Secondo Rovelli: *La grande scienza nutre la nostra visione del mondo: ci obbliga a ripensare noi stessi e il mondo. Ci dà occhi nuovi per comprendere la realtà.* Rovelli si richiama almeno in parte alla filosofia della scienza di Kuhn (*La struttura delle rivoluzioni scientifiche*); tant'è che il sottotitolo del suo articolo recita *Viaggio nelle grandi rivoluzioni della mente ...*. Ma tende però a sottolineare che *Le grandi rivoluzioni scientifiche, come quelle di Anassimandro, Copernico, Darwin o Einstein, sono i momenti salienti del processo. Ma il processo è continuo.* (...) *È l'avventura di un pensiero vivacissimo e ribelle, che ha avuto la forza di mettere in dubbio e scardinare pregiudizi radicati e antichi e ridisegnare ripetutamente il mondo.*

Non si può che essere in gran parte d'accordo con questi autori. Ma quello che mi sembra importante cogliere è la continuità del percorso della scienza, come giustamente sottolinea Rovelli. La continuità non esclude ed anzi implica le "rivoluzioni", intese come crisi di un "paradigma" consolidato, a fronte dell'accumularsi di ripetute contraddizioni nel corso della ricerca "normale", ricerca che ha come scopo non tanto l'invenzione del "nuovo" quanto piuttosto quello di accrescere *la portata e la precisione con cui il paradigma può essere applicato* (Kuhn, *La struttura...*, cap. IV); almeno fino alla (non volutamente perseguita) rottura "rivoluzionaria" di questo paradigma. La ricerca "normale", dunque, per essere appunto "ricerca", non può non andare contro "il senso comune", comprendente anche lo stesso paradigma condiviso su cui il ricercatore serio necessariamente si basa ma di cui deve forzare fino in fondo i limiti...

Per questo la ricerca, anche la "ricerca normale", appare ostica ai non addetti ai lavori, viene perfino irrisa o negata come portatrice di valori (vedi Benedetto Cro-

ce), quando non compresa nel suo essere "strutturalmente" non intuitiva. Se questo può avere una spiegazione psicologica per le scienze a base prevalentemente matematica (ostica ai più), lo stesso può dirsi però anche per le scienze prevalentemente descrittive (come la geologia stratigrafica), che per essere appunto descrittive ci si aspetta siano facilmente comprese da tutti sulla base del senso comune. Ma non è così... Anche una scienza "storica" come la geologia stratigrafica non può limitarsi alla semplice rappresentazione (che si presumerebbe oggettiva e pertanto facilmente comprensibile) degli accadimenti passati. Essa resta comunque (come del resto anche l'archeologia moderna, o la paleontologia evoluzionistica, due esempi di scienze "storiche") una scienza sperimentale, dove le ipotesi interpretative non appaiono scontate nonostante la loro coerenza con i dati sperimentali, ma devono passare al vaglio della loro potenzialità predittiva. Tutto questo non è affatto ovvio, come ho potuto rilevare, con una qualche sorpresa, durante alcune lezioni teoriche e sul terreno che ho tenuto nel 2010, nel quadro di un corso di formazione per guide turistiche "naturalistico-ambientali".

Esporrò qui di seguito alcune delle riflessioni che da questa esperienza ho ricavate, avendo in mente una sezione geologica reale, nel Mesozoico inferiore dei Monti Pisani.

Una necessaria premessa: il concetto di "facies"

Spesso la parola "facies" viene adoprata in geologia come sinonimo di "ambiente". Questo è evidentemente un non senso: se sono sinonimi, tant'è adoperare la parola "ambiente", senza introdurre nuovi termini dal significato oscuro.

In realtà questo termine è stato adoprato nel passato con vari significati. Proprio per questo si continua ad adoprarlo relativamente ai depositi sedimentari, perché vuol dire tante cose diverse e fa comodo usarlo: ognuno lo tira dalla sua parte, tanto ci si intende lo stesso.

Vediamo comunque di fare un po' d'ordine: "facies" è termine latino e significa "faccia", ma anche "apparenza, aspetto, sembianza", dunque un significato aperto che si presta ad usi diversi.

In geologia il termine è stato introdotto dal geologo svizzero Amanz Gressly nel 1838, ed è stato in seguito largamente usato nel significato di "aspetto" di una formazione sedimentaria, cioè *l'insieme dei caratteri petro-*

Le Scienze della Terra per conoscere
il territorio e il paesaggio

Le biancane di Monterotondo

Un percorso didattico sulle manifestazioni naturali della geotermia

Angelo Marrucci

Tra i fenomeni naturali più suggestivi che si possono osservare nella Toscana a Sud dell'Arno vi sono certamente quelli legati alle ultime manifestazioni spontanee della geotermia: straordinarie modificazioni dell'ambiente naturale determinate in talune zone delle Colline Metallifere da alcune intense attività superficiali (soffioni, fumarole, lagoni, putizze, sorgenti termali ecc.) riconducibili alla presenza nel sottosuolo di questa regione di un vasto (almeno 400 km²) e potente sistema idrotermale a vapore dominante.

Sull'origine e sulle caratteristiche dell'energia geotermica è già intervenuto sinteticamente su questa rivista Enrico Barbier (1) e a tale contributo, pertanto, rinvio il lettore per tutto ciò che riguarda tutti gli aspetti generali del fenomeno. Ciò che, infatti, desidero proporre in questa sede non è tanto l'ennesima illustrazione dei vari aspetti della geotermia toscana, quanto, piuttosto, la descrizione di un interessantissimo percorso didattico incentrato su alcune straordinarie manifestazioni naturali ancora presenti nella zona boracifera e sui loro particolari effetti ambientali.

A differenza di quanto ci si potrebbe attendere, non è, tuttavia, a Larderello (capitale mondiale della geotermia e primo esempio nella storia di sfruttamento di questa risorsa per scopi chimici ed energetici) che bisogna recarsi per poter osservare ed apprezzare in pieno gli aspetti naturalistici del fenomeno geotermico, bensì nella zona a cavallo tra le province di Pisa e di Grosseto, e, più precisamente, nell'area che separa Monterotondo M.mo (Gr) da Sasso Pisano (Pi) dove è tuttora attivo quello che a buon diritto può ritenersi l'ultimo campo di manifestazioni naturali dell'intera regione boracifera.

La zona in questione è nota da tempo per i suoi caratteri inconsueti ed atipici a tutti coloro che si interessano a più vario titolo degli aspetti naturalistici della Toscana e, per la verità, è già stata opportunamente segnalata quale oggetto di rilevante interesse escursionistico alcuni anni or sono sulla rivista *Airone* (Costanzi, 1991): in quella circostanza, tuttavia, le informazioni relative a questa regione ed ai fenomeni in essa presenti furono così modeste da non rendere affatto giustizia alle straordinarie potenzialità scientifiche, didattiche e turistiche che essa racchiude e che ne fanno, come vedremo, un vero e proprio laboratorio-museo all'aperto per la conoscenza e lo studio dei fenomeni geotermici.

L'area interessata maggiormente da tali manifestazioni è situata circa 1 km a Nord di Monterotondo M.mo, sulle pendici sud-orientali del Monte (755 m s.l.m.), ad una quota altimetrica compresa tra i 600 e i 675 m s.l.m. e prende il nome assai indicativo di "Biancane": qui su una vasta superficie arroventata, pressoché priva di vegetazione e dall'aspetto calcinato si osservano numerose emissioni fumaroliche responsabili delle vistose alterazioni sulle rocce in posto che subito colpiscono l'occhio del visitatore. Ai diaspri completamente sbiancati si alterna, infatti, il color ruggine dell'arenaria "macigno", il giallo dei piccoli ma diffusi depositi di zolfo o il bianco dei borati e dei composti d'ammonio, mentre rivoli d'acqua rossastra segnano col loro corso tutto questo particolarissimo paesaggio che spicca visibilmente anche da grandi distanze fra il verde delle sughere e le fitte chiome dei castagni.

Geologia

Sotto l'aspetto geologico e stratigrafico la zona in esame presenta caratteri di modesta complessità in quanto connotata quasi esclusivamente dall'affioramento di formazioni appartenenti alla cosiddetta Serie Toscana (Falda Toscana). Tra queste assumono particolare rilievo i calcari massicci, i diaspri (radiolariti), il membro argilloscistoso pertinente alla cosiddetta "Scaglia Toscana" (o "Scisti varicolori") e l'arenaria Macigno coi suoi vari stadi di alterazione pelitica.

Rispetto allo schema geologico generale della regione boracifera, la zona delle Biancane di Monterotondo presenta, appunto, condizioni assai particolari in quanto situata su un alto strutturale che porta in affioramento alcune importanti formazioni della Falda Toscana: Calcari massicci, Diaspri, Scaglia e Macigno.

In particolare, risulta qui significativa la presenza in superficie dei calcari massicci e dei diaspri (formazioni entrambe assai permeabili in quanto fittamente fratturate sia per motivi intrinseci che tettonici) che, infatti, quando non giacciono al di sotto della prevalente copertura dell'arenaria Macigno (a permeabilità media o bassa), divengono sede di diffuse manifestazioni fumaroliche. In questa regione, infatti, a differenza di quanto accade nel resto della zona geotermica, i fluidi surriscaldati presenti nel sottosuolo, non trovandosi confinati da alcuna copertura impermeabile, possono raggiungere liberamente la superficie dando luogo a vistose manifestazioni endogene naturali e a profonde

Volterra

Percorso didattico sull'erosione di argille e sabbie plioceniche

ANGELO MARRUCCI

Volterra e i suoi immediati dintorni ricadono all'interno di un'ampia fossa di sprofondamento tettonico (*Graben* dell'Era) sviluppatasi in varie fasi durante il Neogene: con l'aumento della subsidenza tale fossa divenne sede durante il Pliocene inferiore (circa 5 Ma) di un bacino marino esteso e profondo che poi riemerse progressivamente da Sud verso Nord a partire dal Pliocene medio (circa 3 Ma). E', questo, il cosiddetto bacino pliocenico di Volterra-Valdera: esso si allunga per circa 75 km. in direzione NW-SE e presenta al suo interno una potente coltre di terreni argillosi, deposta durante la fase della profonda ingressione marina (Pliocene inferiore: circa 5 Ma), alla quale si sovrappongono gradualmente limitate placche di depositi sabbiosi con al tetto calcari arenacei, testimoni della fase regressiva (Pliocene medio: circa 3 Ma). Tali sedimenti argillosi e sabbiosi sono dunque stati oggetto fin dal loro comparire in ambiente subareo di un'attiva erosione che ha modellato in varie forme il suolo di Volterra e delle sue circostanti campagne. Tre sono le attività erosive accelerate che, oltre ad essere descritte in ogni manuale di Scienze della Terra, fanno dell'antica città etrusca e del suo circondario un laboratorio all'aperto per lo studio dei fenomeni franosi ed erosivi: *calanchi*, *balze* e *biancane*. Queste peculiarità hanno costituito per secoli parte del fascino del paesaggio volterrano tant'è che ogni viaggiatore che transitava per il luogo non ha potuto fare a meno di parlarne, in bene o in male.

Modalità di accesso ai calanchi di S. Cipriano

Si lascia il mezzo di trasporto all'inizio della strada sterrata che conduce alla chiesa di S. Cipriano. Prima di raggiungere l'edificio sacro si piega a sinistra e, passato un laghetto artificiale, si guadagna facilmente un ampio prato erboso dal quale è possibile osservare, con tutta calma e da vicino, un tipico paesaggio con calanchi.

CALANCHI

Tra le varie forme di erosione che interessano i terreni argillosi del colle volterrano, una delle più aggressive e spettacolari è sicuramente quella rappresentata dai *calanchi* (taluni autori fanno derivare il termine *calanco* dal verbo latino *calare* = chiamare, convocare), un'unità idrografica di modesta estensione con contorno generalmente a ferro di cavallo, costituita da un siste-

ma di solchi o da tipici gruppi di vallecole dai versanti nudi e ripidissimi, separati reciprocamente da sottili e affilate creste argillose e limose dal profilo assai scosceso.

La natura dei calanchi, che talora possono svilupparsi anche su un dislivello di circa 100 metri e per alcune centinaia di metri in lunghezza, è attribuita per lo più alla velocità e alla quantità d'acqua meteorica dilavante (*splash erosion* o "erosione da impatto") che scorre in superficie (*sheet erosion* o "erosione laminare") e che, dunque, interagisce col terreno argilloso che qui costituisce il suolo. L'argilla è una roccia altamente igroscopica e pertanto si impregna di una grande quantità d'acqua capillare: tale fenomeno la rende in natura praticamente impermeabile quando essa è satura o quando è vicina al punto di saturazione.

Nei climi mediterranei, in cui le precipitazioni sono intense e concentrate in alcuni periodi dell'anno, le argille superficiali -sempre alterate in suoli argillosi-assorbono, altresì, l'acqua attraverso la fitta rete di fratture profonde 1 o 2 metri che ne caratterizza l'aspetto durante le stagioni asciutte, ossia quando sono secche ed espongono una tipica crepacciatura con le cosiddette "fratture di ritiro": esse divengono quindi plastiche e pesanti e iniziano a scivolare verso il basso per effetto della gravità determinando la formazione di veri e propri solchi (*gully erosion* o "erosione a solchi"). Col progredire del fenomeno erosivo i solchi si approfondiscono e si espandono lateralmente. Nello stesso tempo si assiste all'arretramento delle testate e alla riduzione delle superfici interposte tra una vallecola e l'altra. A queste forme evolutive sono da aggiungere inoltre la circolazione idrica ipodermica (*piping* o "pseudocarsismo" o "erosione ipodermica") (Vittorini, 1979) e i movimenti di massa che coinvolgono i suoli argillosi.

Insomma, si tratta in questo caso di un'*erosione idrica polimorfa* (Rodolfi, 1991) che combina vari aspetti erosivi (solitamente uno prevale sugli altri) fino a produrre morfologie complesse nelle argille quali le *badlands*, i calanchi e le biancane.

Alcuni studi (Rodolfi e Frascati, 1979) hanno individuato nell'alta Val d'Era due tipi morfologici prevalenti: *calanchi di tipo A*, dalle forme molto marcate e con solchi dal profilo a V profondo che si sviluppano in terreni con dominanza delle frazioni limosa e sabbiosa,

Monterufoli

Un territorio per l'educazione ambientale

ANGELO MARRUCCI

Monterufoli non è solo un castello, una fattoria, una villa o un programma della Comunità Montana della Val di Cecina. No, Monterufoli è un territorio che in pochi kmq racchiude una serie impressionante di caratteri ambientali altrove introvabili. Proprio qui, infatti, ci appassiona alla storia, alla geologia, agli aspetti mineralogici, minerari, vegetazionali e faunistici di una zona ad altissima naturalità e che conta un fitto stuolo di turisti, di ricercatori e di appassionati. Andare oggi a Monterufoli significa mettere alla prova se stessi e le proprie conoscenze aprendosi a nuovi saperi locali e lasciandosi andare a nuove prospettive globali.

Modalità di accesso a Monterufoli

Si giunge a Monterufoli passando da Larderello (capitale mondiale della geotermia e primo luogo in cui i fluidi endogeni sono stati sfruttati industrialmente per estrarvi prodotti borici ed elettrici) e da Serrazzano. Oltrepassato quest'ultimo paese si piega a destra in fondo alla discesa, poco prima di raggiungere il Pod. Cantè, e si percorre l'ampia strada sterrata che congiunge alla villa di Monterufoli. Si lascia il mezzo di trasporto alla base del rilievo su cui sorge la villa e si prosegue a piedi (ogni accesso motorizzato è qui impedito da una catena) per tutto il tragitto.

Storia della villa e dei suoi dintorni

Situata sulla sommità di un alto rilievo (m. 554 s.l.m.) in un'aspra e solitaria zona collinare coperta da fittissima boscaglia, la villa di Monterufoli domina in magnifico isolamento uno degli ambienti naturali più intatti, selvaggi e suggestivi della Val di Cecina (MARRUCCI, 1999). Edificata in età moderna, la villa sorge accanto agli scarsi resti di un insediamento castellare d'età medievale il cui tracciato originario è oggi ben rilevabile solo mediante riprese aeree e di cui restano sul terreno solo alcuni tratti murari in filaretto di calcare palombino. Le prime notizie relative al luogo risalgono al 1158, allorché Alberto vescovo di Massa Marittima cedette in permuta all'abbazia di S. Pietro in Palazzuolo presso Monteverdi numerosi beni tra i quali il distretto (*curtis*) di Monterufoli; come insediamento fortificato (castello, *castrum*), il toponimo compare invece per la prima volta in un documento del 1208 nel quale l'abbazia di Monteverdi concedeva al Comune di Volterra la giurisdizione su vari castelli della Val di Cecina.

Al 1252 poi risale un atto con cui gli abitanti di Monterufoli (rappresentati da 1 camerlengo, 2 consiglieri e 24 uomini) giurarono fedeltà al Comune di Volterra. A questa prima attestazione d'obbedienza ne seguirono poi altre nel 1270, 1273, 1308, 1311 e 1320. Incluso nel 1259 tra i castelli che dovevano versare un contributo annuale al vescovado di Volterra, Monterufoli fu quindi tra i possessi che nel 1283 la famiglia Cavalcanti, detta dei Nobili di Libbiano, affidò al comune di Volterra assieme ai vicini castelli di Libbiano e Rogheta.

Allibrato nelle entrate fiscali volterrane per la somma di 2.150 lire nel 1288 -ovvero per una quota ben superiore rispetto alle tassazioni richieste ai castelli di Sassa (1450 lire), Canneto (975 lire) e S.Dalmazio (700 lire) (ciò a dimostrazione della sua maggiore consistenza demografica, del resto confermata da un atto del 1271 in cui gli uomini del luogo si riuniscono *in burgo castris de Monte Rufoli*) - e per 1.804 lire nel 1298, al castello di Monterufoli furono poi imposti, nel 1320, 17 coscritti per il Comune di Volterra, facendo così stimare la sua popolazione dell'epoca in poco più di 200 abitanti (GINATEMPO, 1994). Il luogo fu poi tassato ancora nel 1340-46, ma allora risultava già in via di abbandono. Dopo aver rinnovato la propria obbedienza al Comune di Volterra nel 1343 ed essere passato sotto la giurisdizione dei Nobili di Querceto, il castello fu quindi occupato dai partigiani di Bocchino Belforti (allora signore assoluto e tiranno di Volterra) che vi si insediarono facendone un proprio punto di forza. Dopo la cruenta ribellione volterrana del 1361 che si concluse con la decapitazione di Bocchino e con la cacciata dalla città della sua famiglia e della sua fazione, Monterufoli funse da rifugio ai fuoriusciti seguaci dei Belforti fino al 1368, allorché il castello fu riconquistato dal Comune di Volterra, che ancora nel 1411 vi inviava un proprio ufficiale di giustizia. Il declino del castello era però ormai da tempo avviato; l'insediamento, infatti, andò spopolandosi sempre più rapidamente (nel catasto del 1429 Monterufoli compare con dimensioni da singolo podere) tanto da restare in breve tempo pressoché deserto e perdere pertanto la propria identità amministrativa e religiosa. Fu così che nel corso del Quattrocento bandita, corte e parrocchia di Monterufoli (sul luogo vi era una chiesa, nota a partire dai primi del XIV secolo ed oggi scomparsa, intitolata a S. Andrea) furono infine riunite e registrate come beni del vicino castello di Libbiano.

Trasformazioni paesaggistiche nella media Val di Cecina

CHIARA BALDANZI

Quello che segue è un articolo relativo alla Morfologia Antropica in Val di Cecina, tratto da uno studio geomorfologico effettuato nel 2000 (una tesi di Laurea), il cui scopo è quello di fornire spunti e strumenti per procedere ad un'analisi paesaggistica di un territorio. Infatti è facile trovare in Toscana, e più in generale in Italia, analoghe trasformazioni paesaggistiche dovute alla presenza antropica: agricoltura, pastorizia, attività estrattive, difesa del suolo e urbanizzazione. Penso che la lettura del paesaggio possa essere un valido strumento interdisciplinare in grado di insegnare le diverse materie di studio con metodo applicativo. Naturalmente l'articolo, pur mettendo in luce una parte della Provincia di Pisa spesso sconosciuta o conosciuta marginalmente, non ha la pretesa di essere esaustivo, ma offre piuttosto spunti per ulteriori approfondimenti.

Prima di cominciare ... una definizione di paesaggio

Paesaggio è una parola di difficile definizione. Difficile mettere tutti d'accordo. Se si chiede una definizione ad un geografo, ad un naturalista o ad un architetto, ci accorgiamo che non dicono tutti le stesse cose. Allo stesso modo gli abitanti di una regione non percepiscono il paesaggio come un turista di passaggio.

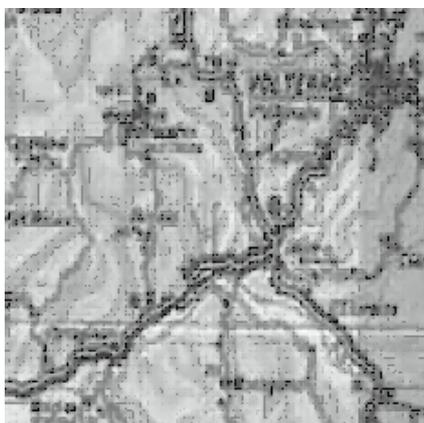
Ma si può mettere d'accordo tutti quanti? Sì, se si definisce il paesaggio come una distesa di spazio che si presenta al nostro sguardo. Può sembrare banale, ma ciò permette di porre dei limiti ad un paesaggio e appare subito chiaro che questo cambia in base al punto di osservazione scelto. I paesaggi possono essere divisi in due grandi categorie: naturale, difficilmente rintracciabile in Europa, e antropizzato.

Per *paesaggio antropizzato* si intende uno spazio naturale sul quale si è esercitata l'azione umana, in forme molto diverse nel corso dei secoli. Esso è dunque il risultato, in un determinato luogo e in uno specifico momento, della combinazione degli elementi fisici, biologici ed umani. Esso costituisce, in se stesso, un insieme unico, in continua trasformazione.

Lo studio del paesaggio deve portare a descriverne i componenti, ma anche a comprenderne le relazioni. Questa lettura conduce ad una serie di domande, le cui risposte devono essere cercate nel paesaggio stesso, negli abitanti, nei documenti cartografici. Sicuramente il livello di lettura di un paesaggio dipende dalle conoscenze e dalle capacità di chi lo osserva: "l'occhio vede solo ciò che il cervello conosce!", diceva un mio

professore all'università. Infatti per leggere un paesaggio per prima cosa occorre osservarne e distinguerne i particolari; a loro volta i particolari vanno interpretati in funzione delle varie discipline di interesse: la geologia/litologia, la geomorfologia, la geobotanica, la storia del territorio, l'architettura/storia dell'arte. Inoltre si può confrontare uno stesso paesaggio nei suoi diversi momenti storici, attraverso foto d'epoca e/o cartografia ed eventuali ricerche in archivi catastali. Così facendo si procede da una semplice analisi delle forme e dei colori ad una ricerca più dettagliata applicando le discipline teoriche al paesaggio in questione.

Lo studio che ispira questo articolo intende valutare l'impatto che l'uomo può aver prodotto su una determinata area considerandone soprattutto gli aspetti geomorfologici. Quindi verrà fatta una valutazione delle trasformazioni paesaggistiche nel loro insieme e non una vera e propria lettura del paesaggio, cosa che richiederebbe minuziose descrizioni di tutte le immagini che lo compongono.



Introduzione

L'area studiata si trova in Val di Cecina, in provincia di Pisa, sulla destra del fiume Cecina e ricade nei territori comunali di Montecatini Val di Cecina e di Volterra per una superficie di circa 55 kmq ed è caratterizzata dalla presenza di due alti morfologici: ad Est il Colle di Volterra (555 m s.l.m.), ad Ovest i rilievi di Monte ai Massi (617 m s.l.m.), Poggio alla Croce (534 m s.l.m.) e Montecatini (417 m s.l.m.). Il paesaggio è collinare con forme dolci, mentre s'inasprisce in prossimità delle zone più alte dove le incisioni si fanno più evidenti ed i versanti hanno forti pendenze. Nell'area a N-O affiorano le liguridi (150 milioni di anni circa) e nel resto dell'area di studio affiorano terreni mio-pliocenici (9-4 milioni di anni) ad esclusione dei modesti

Trasformazioni paesaggistiche nella media Val di Cecina

Morfologia legata all'estrazione del Salgemma

CHIARA BALDANZI

Introduzione

Nell'area presa in considerazione nel precedente articolo sono presenti depositi di salgemma legati ad una intensa fase evaporitica avvenuta nel Messiniano. Secondo Trevisan (1951), il sistema di faglie, che taglia trasversalmente il corso del fiume Cecina, ha favorito il formarsi dapprima di stagni e lagune lignitifere e in seguito anche di bacini lagunari aventi piccole comunicazioni con il mare aperto, tali da favorire la deposizione del salgemma oltre al gesso. La discontinuità spaziale dei giacimenti salini sarebbe quindi da ricollegare, sempre secondo Trevisan, alle faglie che hanno suddiviso la serie sedimentaria in vari blocchi (fig.1).

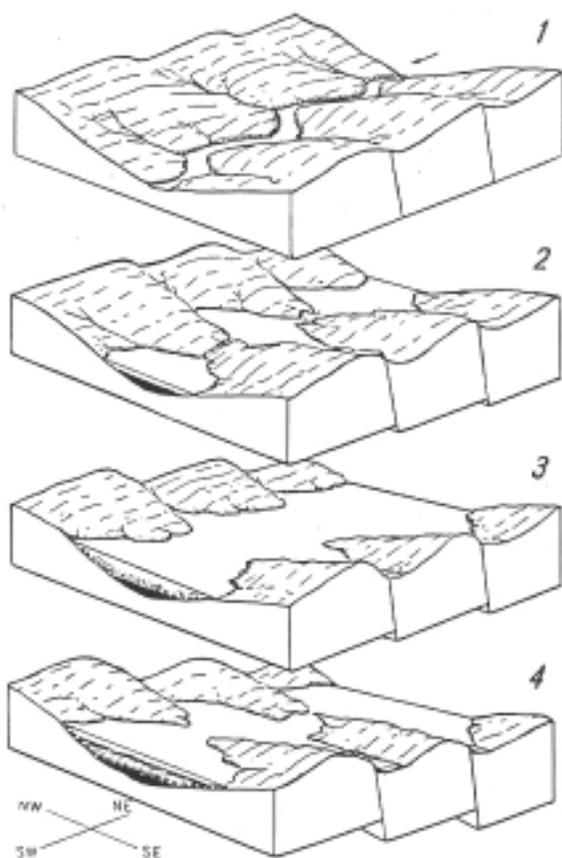


Fig. 1. Schema dell'evoluzione paleogeografica in relazione alla tettonica. 1) Valle trasversale dopo corrugamento principale; 2) Le faglie a gradinate determinano ristagni che diventano paludi lignitifere; 3) trasgressione marina; 4) ripresa del movimento delle faglie, riduzione della comunicazione con il mare aperto e creazione di bacini in cui precipitano gesso e sale. (da Trevisan 1951)

Il salgemma è presente nel sottosuolo in forma di lenti, intercalate a strati di argilla e gesso, come si può vedere, per esempio, nella concessione Solvay di Buriano, interamente compresa nell'area presa in esame, in cui le lenti saline hanno uno spessore compreso fra 10 e 35 m, che arriva in qualche caso a 50 m e sono localizzate a profondità variabili da poche decine a centinaia di metri.

Storia dello sfruttamento del Giacimento Salino del Volterrano

I primi usi del salgemma devono essere fatti necessariamente risalire a tempi antichi, già in epoca preistorica, attraverso l'utilizzo delle sorgenti salate. La presenza di tale sfruttamento non è documentata da testimonianze archeologiche, ma il fatto che in siti neolitici dell'Europa e del Vicino Oriente sia confermata la capacità di sfruttamento delle acque salse ci fa supporre che anche in Val di Cecina sia stata utilizzata tale risorsa (Borelli, 2000). Negli autori classici non si trovano riferimenti diretti al giacimento salino del Volterrano, mentre è certa l'esistenza delle Saline marittime presso la foce del Cecina a Vada. Per i Romani, probabilmente, era preferibile lo sfruttamento del sale marino rispetto al sale delle sorgenti salse che sono soggette a continui spostamenti dovuti agli assestamenti delle conformazioni geologiche (Borelli 2000). Nel Medioevo con l'impaludamento delle coste lo sfruttamento del sale di Volterra ha assunto maggiore importanza. Dal X secolo in poi le Moie Volterrane acquistano un peso di rilievo nell'economia locale e regionale; infatti con il passare dei secoli si susseguono scontri per il controllo dell'estrazione del sale, vengono fatte leggi e imposte tasse relative alla risorsa sale. Le strutture di estrazione e di commercializzazione si fanno sempre più raffinate. Inizialmente sono presenti numerosi "laboratori" nei pressi delle moie (sorgenti di acqua salsa), nei quali l'acqua salata viene fatta evaporare per ricavarne il sale, *la manifattura consiste in una semplice capanna sotto la quale sta una rozza caldaia di piombo* (Savi P. in Borelli, 2000) perennemente riscaldata da un fuoco a legna. Per l'inaridirsi delle sorgenti, causa l'eccessivo sfruttamento o l'abbassamento della falda freatica, e la conseguente impossibilità di mantenere un rifornimento costante di acqua salsa alle caldaie di condensazione con i miseri flussi stagionali rimasti, si ricercano le acque salate profonde. Si costruiscono

Trasformazioni paesaggistiche in Val di Cecina

La miniera di rame di Caporciano

CHIARA BALDANZI

Introduzione

La zona della miniera di rame è ampia poco più di due chilometri quadrati che interessano il Poggio alla Croce ed il Poggio ai Massi, spostati leggermente a N-NO rispetto all'abitato di Montecatini Val di Cecina.

La conformazione geologica è caratterizzata da affioramenti di liguridi che, estesamente presenti e diffuse nell'area nord-occidentale e meridionale della Val di Cecina, sono rappresentate da più unità tettoniche sovrapposte. Ogni unità è costituita da un flysch che sormonta stratigraficamente, ma in discordanza, il complesso ofiolitico, residuo della crosta dell'oceano ligure-piemontese, con associate porzioni della copertura sedimentaria originaria. L'età di queste rocce è compresa tra il Giurassico Medio e l'Eocene Superiore (Foresi *et alii*, 2003). Fra le varie unità tettoniche ofiolitifere, nell'area affiora solamente l'unità delle argille a palombini. Fra gli elementi di crosta oceanica (serpentine, gabbri e basalti) affiorano esclusivamente questi ultimi nell'area rilevata. La copertura sedimentaria è costituita da diaspri, argille a palombini e calcari a calpionelle (questi ultimi non presenti nella zona). Secondo l'interpretazione di Foresi *et alii* (2003) il flysch di questa unità tettonica è rappresentato dalle arenarie di Montecatini, che sormontano il complesso ofiolitico.

I basalti si presentano di norma con tessitura massiccia ed afanítica ed hanno un colore variabile da grigio scuro a verde scuro e spesso le patine di alterazione sono arrossate per la presenza di ossidi di ferro. Hanno struttura a pillows, con fessurazioni colonnari e tessiture sferoidali e variolitiche (Mazzanti *et alii* 1963). Essi affiorano presso il Poggio alla Croce ed il Monte ai Massi ed in passato hanno destato molto interesse per i giacimenti cupriferi che vi sono associati.

I diaspri rappresentano la prima formazione sedimentaria che copre in maniera pressoché uniforme i termini ofiolitici. Si tratta di rocce costituite da sottili strati silicei (5-6 cm) di colore rosso fegato e da sottilissimi interstrati di argilliti di color rosso con zonature verdi e talora bianche. I sedimenti, che si sono depositi direttamente su crosta oceanica, sono di tipo pelagico e hanno un contenuto fossilifero formato quasi esclusivamente da Radiolari e nell'area che ci interessa ne affiorano piccoli lembi ai margini inferiori delle aree a basalti.

La formazione delle argille a palombini mostra in genere un assetto caotico ed è costituita prevalentemente da argilliti (80-60%), da siltiti e da marne di colore grigio scuro o grigio nocciola. A questi litotipi sono intercalati calcari e calcari silicei e marnosi, di colore variabile dal grigio piombo al grigio chiaro. In maniera del tutto subordinata sono presenti arenarie e calcareniti a grana fine, di colore grigio. Gli strati calcarei hanno una potenza variabile da dieci centimetri a circa un metro mentre gli intervalli argillosi mostrano spessori superiori al metro. La formazione è interpretabile come un deposito di piana abissale interessato da episodi torbidity silicoclastici (Foresi *et alii* 2003).

In Val di Cecina l'areale di affioramento delle argille a palombini è piuttosto ampio; nella zona di Montecatini Val di Cecina è individuabile nei pressi dell'area compresa tra il Monte ai Massi e Poggio alla Croce, mentre cospicui depositi detritici a SE dell'abitato di Montecatini Val di Cecina testimoniano che in passato l'estensione dell'affioramento era maggiore.

La lettura delle trasformazioni paesaggistiche

Per effettuare una valutazione della trasformazione paesaggistica di questa area dobbiamo conoscere la storia della miniera e capire quali edifici sono stati costruiti e qual è la loro funzione. Inoltre solo comprendendo le caratteristiche della zona industriale possiamo capire come la miniera può aver modificato il paesaggio precedente ed in che modo il suo abbandono ha determinato il paesaggio attuale.

Studiando la storia di questa miniera si percepisce la presenza di varie fasi di trasformazione, ma sicuramente non possono essere documentate tutte e nel dettaglio dato che molte di queste fasi si sovrappongono e sono ora difficilmente leggibili.

La miniera di rame di Caporciano

CENNI STORICI

Sull'origine della miniera di Montecatini Val di Cecina non si hanno dati certi; si pensa che i giacimenti cupriferi siano stati sfruttati inizialmente dagli Etruschi, che usavano il rame per forgiare utensili e oggetti ornamentali, per proseguire poi anche in età romana (non esistono resti di attività mineraria, ma la presenza di tombe nel circondario accerta quasi sicuramente la loro presenza).

Le Scienze della Terra a scuola

Gli adolescenti ed il senso del tempo

Il senso del tempo non è un concetto innato ma si acquisisce con l'età. Infatti nei primi anni il bambino conosce solo il "prima" e il "dopo"; alle elementari viene introdotto allo studio della storia mediante indagini sui "tempi passati" di genitori, nonni ecc... Ma già alle medie inferiori e soprattutto alle superiori e spesso in prima (istituti tecnici, sperimentazioni Brocca ecc..) i ragazzi si scontrano improvvisamente con i tempi geologici, commettendo errori madornali come scambiare i milioni di anni con i miliardi.

A noi adulti sembra impossibile che concetti così facili da apprendere presentino tante difficoltà. Il problema sta nel fatto che un'idea astratta qual è il tempo deve essere appresa con l'esperienza.

Qui di seguito saranno fornite alcune esercitazioni adatte a tale scopo.

Scorrere del tempo

- Nascondere gli orologi di tutti gli alunni;
- ciascuno deve escogitare un metodo personale per segnare il tempo trascorso (in silenzio!);
- l'insegnante, col proprio orologio, dà il **via** e lo **stop**, senza però comunicare il tempo trascorso. (Bastano 5 o 6 minuti, tuttavia maggiore è il tempo intercorso maggiori saranno le differenze);
- scrivere sulla lavagna i tempi ottenuti per ciascun metodo;
- discutere i diversi risultati ottenuti;
- da ciò si dedurrà che è necessario trovare un riferimento unico. Tradizionalmente tale riferimento è il Sole che ci permette di scandire i giorni e gli anni. (A questo punto sorgeranno dubbi sulla diversa lunghezza del dì e della notte durante l'anno, che si potranno chiarire, a piacere, con brevi cenni sui moti della Terra).

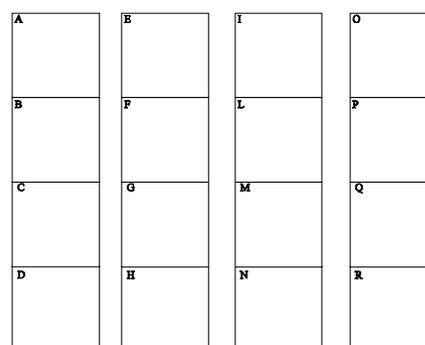
Tempo storico

- L'insegnante ed alcuni alunni scrivono sulla lavagna alcuni avvenimenti della loro vita, possibilmente collegandoli con fatti noti (eventi sportivi, politici, naturali ecc..) **ma senza dire l'anno**;
- collegando i vari eventi, si compone un unico calendario fatto di "prima", "durante" e "dopo";
- si pone la domanda: è possibile conoscere l'età dell'insegnante?

Dalla discussione che seguirà emergerà il significato di età relativa ed età assoluta (che risulterà comodo quando si parlerà di stratigrafia e metodi radioattivi).

Tempo geologico

- Si disegnano tre o quattro colonne stratigrafiche (sedimentarie)



località X Y Z T

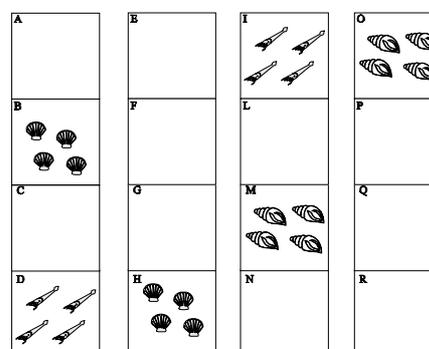
- ci si domanda: è possibile stabilire se l'età di D è maggiore minore o uguale all'età di A?

Si spiega brevemente la sedimentazione e il principio stratigrafico, per cui se gli strati sono inalterati risulterà l'età di D maggiore dell'età di A;

- ci si chiede: è possibile sapere se l'età di D è maggiore minore o uguale all'età di H?

No, perchè non si possono fare altre correlazioni;

- si introduce l'uso dei fossili spiegando brevemente come si sono formati.



Si può mostrare un organismo conosciuto (es. *Pecten*) e uno sconosciuto (es. rostro di *Belemnite*) chiedendosi quale sia più antico. La risposta intuitiva è che

La cava di Agnano

La finalità di questa esperienza non è legata, tanto, all'acquisizione di precise nozioni di geologia, quanto a questioni di metodo.

Lo scopo è infatti quello di ricostruire un ambiente di sedimentazione a partire da ciò che è possibile osservare. Tuttavia bisogna tener presente che le osservazioni non assumono rilevanza se ad esse non si fa precedere una teoria generale.

La teoria generale che permette lo svolgimento di questo lavoro è l'attualismo, cioè l'ammissione che nel passato abbiano agito sulla Terra gli stessi fattori che agiscono attualmente (forza di gravità, agenti atmosferici, condizioni ambientali).

La prima osservazione che si compie riguarda la stratificazione piano parallela delle rocce.

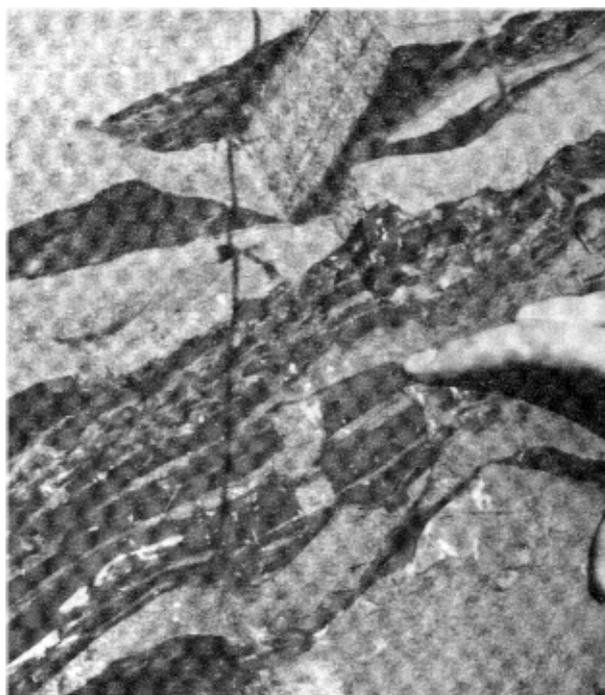
A un esame più accurato questo risultano costituite da "sabbia cementata", più o meno fine a seconda dei punti: si tratta, dunque, di rocce sedimentarie (complicati metodi di datazione hanno rivelato un'età di circa 200 milioni di anni).

Perché i sedimenti sono stratificati?

Per poter rispondere a questa domanda, bisogna formulare l'ipotesi che i fattori che operavano, nel passato, sulla superficie terrestre fossero sostanzialmente gli stessi che operano oggi (principio dell'attualismo). Alla luce di questa ipotesi si può riformulare la domanda nel modo seguente: come mai oggi, come 200 milioni di anni fa, i sedimenti si depositano, formando strati separati da superfici piane e parallele?



Se le forze che operavano allora sono le stesse di quelle di oggi, basta individuare quali fattori anche oggi danno come risultato una disposizione stratificata: materiali trascinati, poi lasciati cadere, precipitano per gravità e si dispongono l'uno sull'altro in strati paralleli.



Il Laboratorio di Scienze della Terra, questo sconosciuto

Leggendo il programma di Scienze della Terra redatto dalla Commissione Brocca e soprattutto le relative indicazioni metodologiche, mi sono tornate alla mente le conclusioni del Il gruppo di lavoro del Convegno "L'insegnamento delle Scienze naturali in prospettiva" (Pisa, 9/10 marzo 1990) circa l'incompatibilità tra sperimentazione ed esame di maturità e mi sono detta: questa è l'occasione buona per la "promozione" delle S.d.T. a discipline sperimentali: finalmente affrancati dallo spauracchio dell'esame di maturità, se il progetto si realizzerà, potremo "divertirci" con un insegnamento "motivante e coinvolgente".

D'altra parte non occorre attendere la realizzazione del biennio unico: già in alcune scuole tradizionali (ITI, ITC ITG) le S.d.T. vengono impartite al I anno, mentre in alcune sperimentazioni (Liceo Scientifico, Magistrali, ISA) sono previste al II, III anno.

Nonostante questo, però, manca una solida tradizione sperimentale, rimanendo l'impostazione, magari semplificata, quella tipica dell'ultimo anno dei licei: le S.d.T. "raccontate".

D'altra parte gli stessi libri di testo ricalcano e aggravano questa situazione: di tutti i volumi da me esaminati (più di 25) solo cinque presentano un percorso sperimentale più o meno ricco e articolato.

Ed anche seguendo il dibattito relativo al Convegno mi è parso di notare una pigrizia di fondo ad affrontare il problema: infatti mentre si possono registrare posizioni anche discordi sul laboratorio di Biologia e di Chimica, il laboratorio di S.d.T. viene semplicemente ignorato.

Eppure necessita di mezzi e attrezzature meno dispendiose di un laboratorio chimico fisico o anche biologico; infatti spesso con strumenti di fortuna e un po' di creatività si possono realizzare esperienze tutt'altro che banali. Anzi, in una realtà in cui i giovani troppo spesso hanno perso il contatto con la natura, il ritorno alla manualità (nel senso di "manipolazione", non quella asettica da chimici, quella di cose naturali: sabbia, argilla, sassi, legno, acqua) non può che essere "motivante e coinvolgente". Io stessa ho sperimentato, portando per anni le classi a cercare fossili, che la ritrosia a "sporcarsi le mani" veniva in breve tempo superata dall'entusiasmo di scovare il reperto più grande, più bello, più interessante. Inoltre bisogna rilevare che la lunghezza dei tempi geologici e la irripetibilità di certi fenomeni non ne permettono l'osservazione diretta, per cui è indispensabile operare per modelli quanto più possibile semplici e adeguati allo sviluppo cognitivo degli alunni.

Sulla base di queste riflessioni ho ritenuto utile elaborare un elenco di esperienze, per la maggior parte desunte dai testi summenzionati, alcune inedite,

Per la scelta del percorso didattico ho seguito abbastanza fedelmente il progetto Brocca con la sola eccezione della cartografia che, pur essendo appannaggio della classe XLVI, attualmente viene ancora insegnata nell'ambito delle S.d.T. Attenendomi a tale progetto, non ho riporta-

to le esperienze relative alle Scienze dell'universo (a parte le interazioni Terra Sole) che comunque sono presenti in gran numero negli stessi testi e facilmente reperibili.

Per ogni esperienza ho indicato se si tratta di una attività manuale (tipo laboratorio) o di una esercitazione teorica da svolgere in classe, alcune indicazioni di fallibilità che per brevità ho riassunto con una lettera e la bibliografia che ho segnalato con un numero: di solito il primo di essi indica il testo dove l'esperienza è meglio articolata.

Pressoché tutte le esperienze sono realizzabili anche senza l'apparato di un vero laboratorio: i materiali e gli strumenti usati, talvolta rudimentali, ne permettono l'allestimento anche in classe, purché si abbia un po' di spazio e, in qualche caso, una presa di elettricità; l'unica difficoltà, che mi ha spinto a segnalare la necessità del laboratorio, è l'uso di acqua, ma anche a questo si può sopperire con un minimo di organizzazione, buona volontà, collaborazione.

Molte delle esperienze riportate potranno sembrare banali, altre paradossali, altre ancora di difficile realizzazione ma, io penso, se guardiamo con spirito nuovo, oserei dire più fantasioso, all'insegnamento di S.d.T., esse ci appariranno, tutto sommato, fattibili e stimolanti. Inoltre vorrei segnalare il testo "Uomo Terra Uomo" che, pur non presentando vere esperienze di gruppo, contiene molti esercizi pratici basati sull'osservazione di modelli di situazioni reali, per esempio: fenomeni vulcanici e post vulcanici: meteorologia, climi; esposizione e sfruttamento di valli; pianure alluvionali, fiumi, argini naturali e artificiali; risorse naturali e interventi umani; ecc.

Un'ultima considerazione: 78 esperienze sono tante, tre ore settimanali poche: come conciliarle? Penso che si debbano operare scelte coraggiose anche se ciò perpetuerà quella sorta di "anarchia" e "disobbedienza civile" che caratterizza le nostre discipline.

Sono convinta, e appare chiaro anche dalle finalità del progetto Brocca, che lo studio delle S.d.T. debba fornire agli alunni gli strumenti per la comprensione dei fenomeni geografici in un'ottica finalizzata al rispetto degli equilibri naturali e a una corretta gestione delle risorse. Per questo ciascuno di noi dovrà necessariamente selezionare quei contenuti e quelle esperienze che ritiene più idonei alla evoluzione di tale processo formativo.

LEGENDA

E = Esercitazione in classe, singolarmente o a gruppi

M = Attività manuale a gruppi

T = Fornire tabella, figura, carta geografica ...

G = Fornire una griglia di classificazione

L = Da realizzarsi preferibilmente in laboratorio

A = Da realizzarsi all'aperto

C = Occorre una collezione in dotazione alla scuola

I = Occorre raccogliere informazioni per mezzo stampa o da istituti di ricerca Occorre fornirsi di materiali e/o strumenti anche rudimentali, solitamente non reperibili in laboratorio

I processi orogenetici

LUCIANA CONVERSO CAMPANARO

Perché parlare di orogenesi?

Il geologo può essere definito uno *storico della natura*, i cui documenti sono gli affioramenti rocciosi. Saperli interpretare non è solo una scienza, ma un'arte, una fantasia, persino una poesia; ricostruire il passato più lontano della Terra attraverso labili tracce pietrificate è affascinante quanto leggere un romanzo.

Le montagne sono state le prime ad essere lette; ci hanno provato molti illustri geologi, dal '600 ad oggi, ed anche prima. Rivedere in chiave didattica le idee sull'orogenesi può essere utile ad insegnanti ed allievi. Gli appunti che seguono sono stati scritti proprio per gli allievi. Non sono però rimasti sulla carta ma tutti verificati direttamente sul terreno: per chi ha la fortuna di insegnare a Torino, ai piedi dei monti, è sufficiente una breve uscita di una giornata.

A una cinquantina di chilometri da Torino, nella zona di Ivrea, c'è infatti la cerniera delle Alpi, dove in poco spazio si possono trovare tutte le rocce che ne testimoniano l'origine: le ofioliti o *pietre verdi*, brandelli di crosta oceanica venute in superficie anziché essere consumate nelle fosse oceaniche, grazie alle potenti spinte compressive delle placche in avvicinamento; le eclogiti e gli scisti blu che indicano il tipico metamorfismo di subduzione in cui le alte temperature dovute alle forti pressioni sono refrigerate dalle fresche acque oceaniche; la peridotite, cioè il mantello profondo che qui si è scagliato ed è venuto a giorno, creando uno scenario quasi lunare; le granuliti, che sono tipiche solo della crosta continentale profonda, ma qui sono risalite e svelano le condizioni estreme dell'interno della Terra; e poi radiolariti, vulcaniti, dolomie, calcari, che testimoniano l'antico fondale della Tetide da cui le Alpi sono emerse; e infine graniti, sieniti, dioriti dovute alla forza intrusiva di un antico magma.

Sono tutti nomi di rocce che sui libri dicono poco, così divise e classificate come sono, ma sul terreno è possibile collegarle e ricostruirne gli eventi successivi di formazione e di trasformazioni. La loro diretta osservazione negli affioramenti apre affascinanti orizzonti, lontani nel tempo e nello spazio, quasi scene dinamiche della vita della Terra.

Le rocce non sono mute, ma libri aperti per chi le vuole leggere, pronte a svelare i segreti del tempo.

Evoluzione nel tempo dell'idea di orogenesi

Orogenesi è l'insieme dei processi attraverso cui si formano le catene montuose. L'argomento ha da sempre coinvolto i

geologi, sia per interessi scientifici sia per interessi economici, in quanto le catene montuose sono spesso sede di giacimenti minerali, soprattutto là dove l'erosione ne ha messo a nudo l'interno.

Tutte le catene montuose, antiche o recenti, hanno in comune il fatto di:

- avere radici profonde;
- essere formate da dorsali parallele;
- presentare un nucleo di rocce metamorfiche ripiegate e fagliate;
- una copertura sedimentaria di facies marina di spessore considerevole;
- intrusioni magmatiche e lembi di ofioliti, cioè rocce femiche della crosta oceanica.

Tutte le teorie orogenetiche devono dunque tener conto nella loro formulazione di questi dati.

Nella seconda metà dell' '800 l'origine delle catene montuose veniva spiegata con le idee fissiste del tempo, cioè con la teoria del contrazionismo (in analogia con l'idea di Kant e Laplace sull'origine del sistema solare): la Terra calda, raffreddandosi, si contrae; la crosta solida si incurva raggrinzendosi, come la buccia di una mela secca.

Dana (1813-1895), caposcuola della geologia degli Stati Uniti, non rinnega le teorie contrazioniste, ma le rielabora in modo nuovo, formulando la teoria della geosinclinale, concetto fondamentale della geologia, rivisto oggi alla luce di teorie più moderne. Partendo dal presupposto che i grandi rilievi hanno la loro origine nel mare, Dana pensò che ai margini dei continenti ci fossero grandi depressioni dove i sedimenti si accumulano nel corso dei millenni, con conseguente lento sprofondamento per effetto del loro peso (= *subsidenza*). Il materiale che sprofonda inizia a fondere per il progressivo riscaldamento, diventa così meno denso e può risalire per isostasia: i sedimenti posti superiormente emergono, si deformano e formano la catena montuosa su cui agirà nuovamente l'erosione. Dana, con la sua teoria, apre la strada al sorgere del mobilismo, cioè del dinamismo della crosta della Terra e del suo continuo divenire.

Anche SUESS (1831-1914), geologo francese e uno dei primi studiosi delle Alpi, fu un contrazionista, ma introduce un concetto del tutto nuovo per il tempo: la contrazione comporta movimenti verticali ma questi creano dei piani inclinati lungo i quali il materiale scivola, originando a sua volta spinte tangenziali, cioè movimenti orizzontali.

Riflessioni sull'insegnamento e l'apprendimento delle Scienze della Terra nella scuola di base

MONICA CHIARA ONIDA

Il quadro di riferimento nazionale ed internazionale

I risultati delle ricerche cognitive più recenti mettono in luce come i bambini abbiano fin da piccoli competenze e possibilità non solo pratiche ma anche teoriche e metacognitive molto più ampie di quel che si è creduto fino ad ora nel mondo della scuola. Ciò nonostante non si sono ancora affermati a sufficienza modelli e proposte organiche e innovative a livello didattico, soprattutto relativamente alla scuola di base. Solo in questi ultimi anni la ricerca nazionale e internazionale ha tentato di delineare ed esplicitare delle indicazioni praticabili affinché si crei un ponte reale e attuabile tra ricerca e pratica didattica (1).

Secondo queste ricerche per giungere da adulti ad una comprensione profonda dei modi di guardare la realtà tipici della scienza è auspicabile affrontare tutte le discipline scientifiche fin dalla scuola dell'infanzia, seguendo i seguenti criteri:

- selezionare i contenuti fondamentali da affrontare individuando poche idee chiave e le strutture di base;
- intorno a queste idee elaborare e proporre percorsi lunghi di insegnamento che si sviluppino, a partire dall'inizio della scuola di base, attraverso livelli successivi di approfondimento e formalizzazione a seconda dell'età;
- elaborare strategie didattiche e approcci metodologici finalizzati non ad addestrare gli alunni ma a far comprendere il perché e il come delle cose, quale logica e quale processo è sotteso nelle cose e nei fenomeni;
- tenere in forte considerazione ed esplicitare le idee iniziali degli studenti, costruire le nuove conoscenze intorno ad esse evidenziando il modo attraverso cui si sta imparando (abilità metacognitive);
- partire dai fatti per arrivare ad una profonda comprensione di questi attraverso la costruzione di un forte quadro di riferimento concettuale;
- insegnare delle strategie che permettano agli studenti di monitorare la loro comprensione e il loro progresso nel risolvere i problemi (abilità metacognitive).

A differenza degli ambiti della fisica e della biologia, nei quali la ricerca didattica ha già prodotto e diffuso diversi risultati, la letteratura sulle scienze della Terra è decisamente più esigua e per la maggior parte riguarda il cambiamento concettuale (2) e concerne per lo più gli

alti livelli di insegnamento (scuola superiore e università). Nella maggior parte dei casi inoltre vengono trattati argomenti specifici, problemi pratici legati ad un particolare ambito disciplinare più che elaborate riflessioni sui problemi generali di insegnamento e apprendimento legati a queste scienze. In alcuni articoli recenti è stata avviata una riflessione sul come gli studenti apprendono (anche tenendo conto delle nuove teorie sulla fisiologia dell'apprendimento a livello di sistema nervoso), su cosa dovrebbero apprendere delle scienze della Terra e dunque su cosa e come insegnarle (3) ma sempre in riferimento ai livelli scolari superiori e universitari.

In questo articolo intendo delineare quelle che secondo me sono le idee chiave delle Scienze della Terra su cui vale la pena lavorare durante la scuola di base, e i metodi con cui insegnare in modo che si metta in atto un apprendimento con comprensione (4). Questa proposta è il risultato del confronto dell'analisi epistemologica e pedagogico-didattica trovata in letteratura con percorsi di ricerca sperimentale da me condotti in classi-laboratorio selezionate della scuola di base.

Le idee chiave delle scienze della terra sulle quali lavorare a scuola

Quale idea di Terra è importante costruire?

Quali sono le idee di fondo, i nodi concettuali, le domande chiave (e le affermazioni chiave) che hanno fatto la storia della geologia e delle varie teorie che si sono succedute nel tempo e che sono anche le domande fondamentali che si pongono i bambini (e gli adulti) di fronte alla realtà che li circonda?

A. LA TERRA È DINAMICA

Le domande chiave che hanno guidato l'uomo verso la costruzione di questa "idea" (Pedrinacci, 2006) sono: la Terra è immutabile? Il nostro pianeta è sempre stato come lo vediamo? Come funziona la Terra? Perché troviamo fossili sulle montagne? Qual è l'origine delle montagne?

Oggi si sa che ogni parte del pianeta è in continua trasformazione, nulla è statico, immobile e immutabile anche se al mondo non vivente, minerale, si associa inconsapevolmente l'idea di assenza di cambiamento e movimento. I cambiamenti possono essere graduali e continui ma anche sporadici e intensi, molte trasforma-

Percorsi didattici di Scienze della Terra

Dalla scuola dell'infanzia alla scuola secondaria di primo grado

MONICA CHIARA ONIDA

Introduzione

In accordo con la letteratura più recente (AAVV, 2007; Bransford et al., 1999; Guidoni e Levrini, 2007; Giordano, 2008) ritengo che per raggiungere una conoscenza profonda e coerente dei concetti scientifici si debbano selezionare poche idee fondamentali intorno alle quali sviluppare percorsi lunghi di insegnamento/apprendimento a diversi livelli di formalizzazione a seconda dell'età, cominciando dalla scuola dell'infanzia. I temi e i concetti di scienze della Terra sono tantissimi e di vario grado di complessità e questo spesso spaventa gli insegnanti che si sentono poco preparati e che, di conseguenza, spesso evitano di trattarli. Ma le grandi *idee di fondo* (dettagliatamente delineate in Onida, 2010, a) sono poche e dovrebbero far parte della cultura di base di tutti gli studenti. Possono essere riassunte in poche frasi: il nostro pianeta è "vivo" nel senso che si muove, forgia in continuazione il materiale di cui è formato e lo trasforma e ricicla incessantemente in altro materiale. Il dinamismo del pianeta è percepibile solamente quando si verificano fenomeni repentini come le eruzioni vulcaniche e i terremoti, ma questo non vuol dire che altrimenti il pianeta sia immobile: ogni sua parte è in incessante movimento, solo che avviene in modo così lento che è per noi impercettibile e i cambiamenti che si producono avvengono in un tempo troppo lungo per poterli notare nell'arco della nostra breve vita. E poi c'è tutto l'invisibile ai nostri occhi, ciò che è sotto la superficie del pianeta e che non potremo mai vedere in modo diretto, e ciò che è troppo piccolo per essere visto, come la composizione e la struttura della materia.

Fondamentale, quindi, non è tanto la scelta dell'argomento specifico che si intende insegnare e la sua conoscenza approfondita, ma l'idea di fondo che si vuole costruire con gli alunni e il *modo* con cui ci si propone di lavorare.

Difficoltà di insegnamento/apprendimento e strategie didattiche

L'insegnamento/apprendimento delle scienze della Terra pone alcuni problemi legati sostanzialmente alla complessità strutturale propria delle discipline. La storia della geologia e l'analisi epistemologica ci mostrano come e quando sono stati costruiti i concetti importanti e con quali difficoltà di accettazione da parte della comunità scientifica (Pedrinacci, 2006). A queste diffi-

coltà si aggiunge il fatto che per comprendere i fenomeni geologici è necessario possedere conoscenze fisiche e chimiche di base che, soprattutto ai livelli scolastici più bassi, spesso non sono state ancora raggiunte. Le difficoltà concettuali più comuni, confermate contemporaneamente sia dalle fonti pedagogiche che da quelle storico-epistemologiche, sono relative ai seguenti temi (Pedrinacci, 2006): l'origine e il ciclo delle rocce, i cambiamenti della superficie terrestre, la diversità di scale temporali e il concetto di tempo geologico, la dinamicità del pianeta, il concetto di interazione. Alle difficoltà concettuali si affiancano forti limitazioni di tipo metodologico-didattico (ben descritte da Pedemonte, 1992, ma riprese anche da Pozzo, 2000 e Pedrinacci, 2006) che possono mettere in difficoltà l'insegnante soprattutto ai livelli scolari più bassi.

E' interessante notare come le difficoltà di apprendimento (desunte dall'analisi delle idee e concezioni più o meno spontanee) siano spesso le medesime in bambini e adulti (rilevate in studenti universitari, allievi delle Silsis e insegnanti in servizio) e questo aumenta fortemente il rischio di continuare a perpetuarle di generazione in generazione.

Qui di seguito affronto alcune questioni nodali, suggerendo delle strategie di insegnamento che a mio avviso possono aiutare a migliorare l'apprendimento degli allievi.

Metodi sperimentali e "storici".

Non è possibile isolare sperimentalmente un fenomeno geologico ed analizzarlo al di fuori dello spazio e dal tempo e questo ha molte implicazioni a livello metodologico. Infatti la geologia, seppure venga inclusa a volte tra le scienze sperimentali in quanto utilizza nelle sue ricerche procedimenti quali osservazione, analisi dei dati, formulazione di ipotesi, classificazioni, controllo di variabili, esperimenti, ecc., è prioritariamente una scienza storica. La maggior parte delle grandi conoscenze sono state raggiunte grazie a metodi legati alla componente storica più che sperimentale. I metodi storici sono sostanzialmente quello dell'attualismo (che permette di capire i cambiamenti del passato dallo studio di ciò che avviene attualmente) e del rilevamento sul terreno secondo i principi della stratigrafia (che ci permettono di ricostruire una cronologia relativa e dunque la storia della Terra e degli eventi). Per questo motivo è necessario mettere in atto modalità di studio/

Un percorso didattico sperimentale per l'introduzione alle Scienze della Terra nella Scuola elementare

ALESSANDRA TONGIORGI, MARCO TONGIORGI

Premessa

Questo percorso è stato sperimentato durante l'anno scolastico 2005-2006 nella III C della Scuola Elementare "D. Chiesa" dell'Istituto Comprensivo "Fibonacci" di Pisa. L'insegnante (A.T.) era coadiuvata da un esperto (M.T.), con il quale il percorso didattico è stato elaborato e poi testato "sul campo" con una co-presenza costante in aula e sul terreno durante le lezioni di scienze di argomento attinente alle Scienze della Terra, nel corso dell'intero anno scolastico. Al corso vero e proprio (*Erosione, Trasporto e Sedimentazione in classe e in natura*), sono state fatte precedere alcune lezioni preparatorie atte ad introdurre metodologie (*Classificare e classificazione*) e nozioni (*Il ciclo dell'acqua*) necessarie per il successivo percorso.

È importante sottolineare che i test sottoposti agli alunni a valle di ognuno dei passaggi didattici più rilevanti non erano pensati come strumenti formativi di per sé ma piuttosto come momenti di raccolta di informazioni (per l'insegnante), ai fini della verifica dell'efficacia del percorso didattico e per l'adeguamento di questo *in itinere*, secondo le risposte della classe. È su questa base che, durante lo svolgimento del programma, sono state effettivamente apportate integrazioni e modifiche al progetto originario, del quale si è così potuto verificare la validità su base sperimentale. Di tutto abbiamo cercato di dar conto, per quanto possibile, nei commenti a ciascun passo del percorso, illustrati nella esposizione che segue.

Non è irrilevante osservare che il percorso è stato pensato e realizzato in stretta corrispondenza con un determinato territorio, quello pisano, caratterizzato da due fiumi (vedi l'uscita in campagna lungo il Serchio), colline e montagne (vedi l'uscita a Vecchiano, sulle Colline d'Oltre Serchio), il mare (alla foce del Serchio). In altre realtà paesaggistiche il percorso didattico dovrebbe essere, ovviamente, opportunamente adattato.

Come è nato questo percorso

Questa proposta di sperimentazione di un percorso di Scienze della terra nasce da una serie di esigenze e di curiosità didattiche diverse che hanno suggerito anche l'idea di far incontrare un geologo universitario e un'insegnante di scuola elementare. L'opportunità nasce da una contingenza di natura strettamente biografica,

in quanto i soggetti coinvolti sono padre (il geologo) e figlia (l'insegnante) entrambi curiosi di vedere confrontate le due diverse professionalità nel contesto didattico-educativo della scuola primaria.

Per quanto riguarda l'insegnante, l'esigenza di ripensare l'insegnamento delle scienze nasceva da un lato da una profonda insoddisfazione relativa ad una concezione sempre più diffusa della divulgazione della scienza (spesso identificata con la sola fisica) come insieme di esperimenti quasi magici in cui dominano la meraviglia e lo stupore per ciò che si ottiene compiendo determinate manipolazioni (quasi sempre incomprensibili da parte dei bambini per il bagaglio di conoscenze e l'alto grado di astrazione teorica che sono sottesi a queste dimostrazioni, nonostante ed in contrasto con il tipo di messaggio col quale sono spesso presentate) e dall'altro da una opposta visione propinata dai libri di testo della scuola primaria (di cui varrebbe la pena fare una attenta disamina) come di un sapere astratto da trasmettere in modo puramente verbale, tramite il quale non si costruiscono strutture conoscitive che possano entrare a far parte del quotidiano, integrandolo e riqualificandolo. Di questo tipo di didattica fanno parte tutte le descrizioni verbali di fenomeni complessi (es. i mutamenti di stato) che sono contenute in libri di testo che portano l'alunno ad apprendere la descrizione di un fenomeno e non il modo in cui i fenomeni devono venire osservati per comprenderne le relazioni, per costruire delle ipotesi esplicative e pianificare la ricerca dei nessi causali con altri fenomeni.

Succede così che i bambini posseggano due livelli di conoscenza relativamente ai fenomeni scientifici: una del senso comune che li guida nell'agire quotidiano e una, ben separata e non comunicante con la prima, che è fatta di definizioni verbali (in un linguaggio difficile e molto astratto) che non interagisce con la prima e che, soprattutto, non è in grado di far procedere ad una revisione critica delle conoscenze possedute.

Ricordando l'insegnamento di Piaget, è proprio la discrepanza fra le categorie possedute e l'esigenza di comprensione della realtà fenomenologica che costringe il bambino a procedere ad una nuova e superiore (nel senso di più complessa e astratta) riorganizzazione delle categorie mentali. Ma se l'apprendimento scientifico non permette mai il confronto fra la prece-

Progetto Didattico Radon

Un'iniziativa interdisciplinare nelle Scienze Fisiche e Naturali

Introduzione

Negli scorsi mesi si è svolto in alcune scuole della Regione Trentino Alto Adige un interessante esperimento di didattica innovativa e multidisciplinare, unico al momento in Italia. Seguendo un percorso di insegnamento centrato sulla problematica del radon si sono proposte nella scuola media dell'obbligo una serie di tematiche di grande attualità e interesse, che spaziano dai fenomeni radioattivi alla geologia, dagli inquinanti presenti nell'ambiente alla riduzione dei rischi per la salute. Scopo di questo articolo è la presentazione sintetica dei vari aspetti di questa iniziativa, chiamata Progetto Didattico Radon (nel seguito abbreviata con P.D.R), che, dopo aver riscosso un lusinghiero successo in ambito regionale, è ora pronta per essere utilizzata didatticamente anche in altre realtà scolastiche italiane.

Che cos'è il Radon

Il radon è un gas nobile, radioattivo, proveniente dalla disintegrazione spontanea dell'uranio, del torio e dei loro discendenti. In genere esso fuoriesce dal suolo e si disperde nell'atmosfera, senza creare particolari problemi; quando penetra all'interno degli edifici, può però concentrarsi notevolmente. I fattori che influenzano la sua abbondanza in un certo ambiente sono numerosi, andando dalla natura al sottosuolo, alle condizioni meteorologiche, alla tipologia edilizia ed ai materiali da costruzione impiegati. Essendo un gas radioattivo, nel caso esso raggiunga concentrazioni elevate all'interno di un ambiente chiuso, può provocare danni alla salute. È questo il motivo per cui in diverse nazioni sono state recentemente intraprese campagne di studio atte ad individuare e a meglio valutare l'estensione del problema radon e le zone ove questo gas nobile è particolarmente presente.

La misurazione del Radon

Come nel caso di molti fenomeni radioattivi, la misura del radon è relativamente facile. In vista della specifica applicazione didattica, si è allestito un semplice esperimento, eseguibile in qualunque tipo di scuola, con la partecipazione diretta e fattiva degli alunni, che permette di evidenziare con buona precisione la presenza di questo gas nell'ambiente. La metodologia seguita è comprensibile senza difficoltà dagli studenti ed utilizza lastre di materiale plastico speciale,

sensibili alle radiazioni alfa, che vengono poste in un contenitore (ad esempio, un vasetto del tipo di quelli per lo yogurt) chiuso con una pellicola di cellophane. Il rivelatore così assemblato viene quindi posto nell'ambiente da misurare e lì lasciato per alcuni giorni. È opportuno sottolineare come si possa ottenere in tal modo una registrazione diretta delle tracce lasciate dalle particelle alfa nella plastica speciale. Le tracce sono visibili direttamente con il microscopio, o con un semplice proiettore di diapositive, o addirittura su un comune foglio di carta (previo l'ingrandimento fotografico o tramite fotocopia usando il materiale rivelatore come se fosse un negativo normale). In tal modo i giovani possono osservare con i propri occhi come e dove la radioattività ha prodotto i suoi effetti. In questo modo la tematica della radioattività assume un'immediatezza che stimola l'attenzione e la curiosità degli studenti.

Il Radon e la didattica

L'utilizzo di una misura di radon per portare nella scuola dell'obbligo lo studio della radioattività e della fisica ci è stato suggerito da simili esperienze sviluppate in anni recenti in Gran Bretagna ed in alcuni altri paesi esteri. Il nostro contributo originale è consistito nell'ampliare lo scopo dell'iniziativa, includendovi lo studio di alcuni aspetti geologici e medico-biologici. In estrema sintesi si può dire che ci eravamo posti l'obiettivo di studiare ed approfondire, in un'ottica interdisciplinare, i seguenti temi:

- la presenza nell'ambiente di fenomeni (e di rischi) non percepibili con i normali sensi, ma evidenziabili con semplici strumenti;
- l'applicazione pratica delle conoscenze scientifiche di base, in particolare quelle riguardanti fisica, geologia e medicina; il tutto tramite la partecipazione attiva degli studenti ad una vera e propria campagna di ricerca sperimentale;
- la struttura microscopica della materia; importanza dei fenomeni radioattivi (si deve prestare attenzione a che gli alunni non siano mai esposti ad alcuna fonte di radioattività di rilevante intensità; l'assenza nel P.D.R. di fonti radioattive artificiali facilita considerevolmente questo compito);
- l'influenza della natura geologica del sottosuolo e delle tipologie edilizie sulla qualità della vita negli ambienti chiusi;

Le collezioni naturalistiche pisane e la nascita del museo di Calci

SILVIA BATTAGLINI



*This earth is not given to us by our parents,
it is loaned to us by our children.
citazione Masai*

Premessa

“Che cosa sono i musei? Luoghi di conservazione dei materiali della memoria, destinati ad un pubblico sempre più ristretto di cultori dell’antico, o *fabbriche del futuro* in cui forme estetiche archetipali proiettano nella modernità suggestioni e regole per costruire il futuro? Musei reali o musei *virtuali*, musei centralizzati o sistemi museali territoriali, eco-musei o grandi laboratori di ricerca e didattica: alla base di ogni iniziativa museale, dalla piccola galleria di ricordi familiari sino alla grande istituzione culturale resta l’esigenza dell’uomo di costruirsi una *macchina del tempo*, la possibilità di viaggiare in una storia di cui origine e termine restano avvolti ancora dall’oscurità.” (1)

Questo il dibattito, ancora aperto e sempre più ampio, attraverso il quale la museologia odierna cerca di capire quali le strade, quali le prospettive e quali i modi del *fare* ed *essere* museo oggi. Una cosa, segno positivo dei tempi, è certa: l’invito a *visitare un museo* non suona più nella mente di molte persone solamente come un consiglio pedante e inopportuno, ingrediente garante di faticosissima noia. I musei naturalistici stanno vivendo oggi, e da alcuni anni, una fase di profondo ripensamento e di rivalutazione, per cui vengono riscoperti come strumenti di formazione umana e culturale, come ambienti di ricerca scientifica, come luoghi conservatori di aspetti, elementi e storie della natura che ci circonda. E’ all’interno di questo clima di pensiero che si sviluppano le linee programmatiche del museo, perché esso sia veramente strumento di lavoro, tramite tra il pubblico e il bene culturale, sede dove la conservazione della cultura non sia fine a se stessa ma punto di partenza per la creazione della cultura stessa.

Il Museo dalle origini ad oggi

Il Museo di Storia Naturale e del Territorio dell’Università di Pisa fonda le sue origini nella *Galleria* annessa all’Orto Botanico, primo nucleo delle collezioni naturalistiche dell’Ateneo.

Fondata nel 1591 da Ferdinando I dei Medici, la *Galleria* ha sede in quattro stanze al primo piano della casa in via S. Maria (all’attuale numero civico 55) e lì sono conservati, senza alcun ordine sistematico ma secondo un criterio espositivo per “classi”, numerosi prodotti dei tre regni della natura, svariati oggetti rari e stravaganti, esemplari curiosi, belli e meravigliosi, strumenti e manufatti di diverse epoche e provenienze. Dall’inventario che il prefetto Pandolfini compila nel 1626 è possibile leggere, oltre al predominio numerico degli esemplari della natura rispetto all’oggettistica, anche la disposizione della collezione nei tre piani dell’edificio. (2)

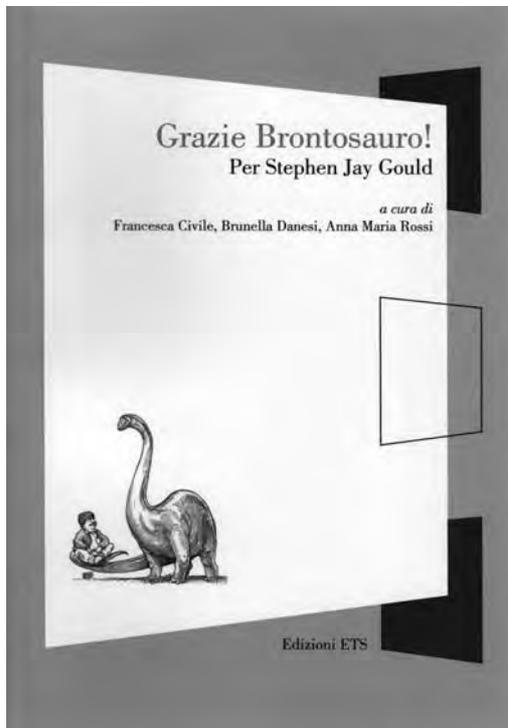
La *Galleria* pisana acquista sin da principio una fisionomia diversa dalle altre numerose collezioni eclettiche che si vanno formando in tutta Europa tra ’500 e ’600 per opera di sovrani, nobili e uomini di scienza, le cosiddette *Wunderkammer* o *Raritatkammer*, diventando solo in parte assimilabile a loro: lo stretto legame con l’Università, e più direttamente con il Giardino dei Semplici, la rende polo di divulgazione e di ricerca di grande importanza, sviluppando quella funzione pedagogica che vede il reperto non più solo oggetto da osservare ma anche e soprattutto da studiare. Fondamentale in tale ottica una lettera inviata nel 1591 a Monsignor Capponi, bidello dello studio pisano, nella quale si chiede che gli oggetti del Museo siano esposti in “armadi con rete di ferro, come disse Sua Altezza, acciocché li scolari li possino vedere et non portar via”. Da questa iniziale *Galleria* -che agli inizi dell’800 aveva intrapreso un cammino indipendente e autonomo rispetto al Giardino dei Semplici- attraverso alterne vicende di rapido sviluppo, quiescenza e decadimento, hanno origine i Musei di Zoologia e Anatomia Comparata, di Mineralogia e Petrografia, di Geologia e Paleontologia, annessi, già alla fine dell’800, agli omonimi Istituti universitari.

Troppo lungo tracciare in questo contesto il percorso storico-museologico di tutte le collezioni naturalistiche. Basti qui ricordare alcuni nomi: Leopoldo Pilla, Antonio e Giovanni D’Achiardi per la mineralogia e la petrografia; Giuseppe Meneghini e Mario Canavari

Finestre

I libri di **NATURALMENTE Scienza** sono luoghi di sosta, si formano inaspettati all'incrocio dei tanti percorsi, multiformi, eclettici, battuti dalla rivista **NATURALMENTE**.

Sono come finestre aperte dagli esploratori più diversi, per osservare e descrivere i panorami più vari, per natura e ordini di grandezza, svelati dalla esplorazione dei fatti e delle trame delle scienze.



F. Civile, B. Danesi, A. M. Rossi *Grazie Brontosauero! Per Stephen Jay Gould*



E. Gagliasso (cura) *Vivi perché diversi Per i cinquant'anni di ricerca e insegnamento di Marcello Buiatti*



M. Bellucci, F. Civile, B. Danesi, L. Luciani, G. Perugi *Rina, Rebecca e le altre Voci femminili nell'Italia unita*



T. Pievani, M. Sala, E. Serrelli *La scoperta tra scienziati e bambini Il caso dei Taccuini giovanili di Charles Darwin*