

La Scienza di prima mano, 10 Maggio 2012

**DINOSAURI, ASTEROIDI
E SOPRAVVIVENZA DEL PIU' ADATTO**

Andrea Milani

Dipartimento di Matematica, Università di Pisa

e-mail: milani@dm.unipi.it

INDICE

- **Tyrannosaurus Rex**
- **Animali antidiluviani**
- **Concetti che mancavano**
- **Uniformitarismo e catastrofismo**
- **Evoluzione delle specie**
- **Asteroidi, meteoriti, crateri**
- **La pistola fumante**
- **Difesa dagli asteroidi**
- **La corsa non la vince il più veloce**

Tyrannosaurus Rex

Il tirannosauro Sue nel Museo Field di Chicago



Evitando considerazioni specialistiche, alcune considerazioni intuitive:

- 1) bestie bellissime, di un'agilità incredibile malgrado la loro mole.
- 2) Bestie micidiali: T-Rex stava in cima alla catena alimentare

Problemi posti dal T-Rex

Tyrannosaurus Rex all'American Museum of Natural History, New York (Barnum Brown, 1902)



3) Bestie omnipresenti e dominanti.

4) Coesistenza impossibile con gli umani.

5) Che cosa ha sterminato i T-Rex? Un'altra specie no; ci vuole una catastrofe globale.

La scoperta dei dinosauri

Mary Anning scoprì per prima un Plesiosauro a Lyme Regis, Dorset, nel 1811.



I naturalisti della prima metà del 1800 non erano scienziati professionisti, ma per lo più preti (anglicani) con studi a Oxford o Cambridge, o medici di campagna, o gentlemen (come Darwin).

Animali antidiluviani

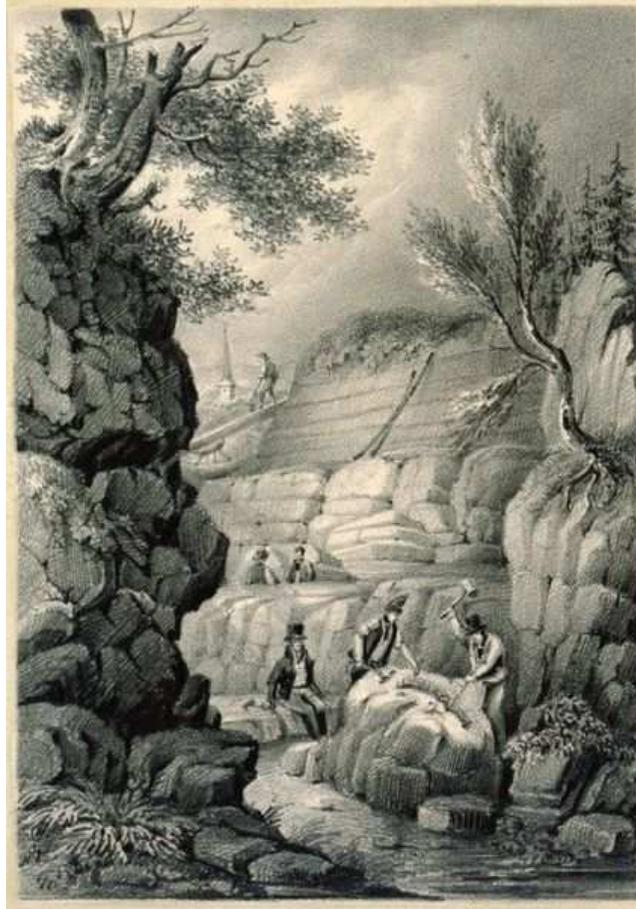
Il Reverendo William Buckland, fellow del Corpus Christi College di Oxford.



Buckland pubblicò nel 1823 *Reliquie del Diluvio*, in cui cercava di interpretare i dati della geologia e della paleontologia come conferme del racconto biblico.

Negli anni 1830 nei *Bridgewater Treatises* Bukland propone un'interpretazione biblica meno letterale, in cui i giorni della *Genesi* rappresentano epoche lunghissime (*creazionismo lungo, disegno intelligente*).

Catastrofismo



Il dottor Gideon Mantell, di Lewes (Sussex), era un medico di campagna, con la sua passione per la scoperta di ere passate riuscì a dimostrare che prima dell'era dei mammiferi (*terziario*) era esistita un era dei rettili (*secondario*) in cui vivevano piante ed animali del tutto diversi, tra cui i dinosauri come Iguanodonte.

Concetti che mancavano

L'incapacità di comprendere e accettare le scoperte dei dinosauri, e altre evidenze di ere precedenti l'uomo, da parte degli scienziati del 1800 (in GB) derivava dai problemi non risolti:

1. La storia dell'Universo (e della Terra) compete alla scienza o alla religione/filosofia?
2. Il tempo dalla creazione è troppo corto, non ci sono epoche anteriori all'uomo.
3. Le specie possono trasmutare, o evolversi? O solo nascere ed estinguersi?
4. Esistono tipi di catastrofi diverse dal diluvio universale, o da ripetuti diluvi?

Gli uomini di 200 anni fa non erano meno intelligenti, ma non avevano gli strumenti per capire.

Creazionismo corto

James Ussher, arcivescovo anglicano di Armagh (Irlanda)



Ussher, sulla base dell'analisi dei testi sacri in latino, Greco ed Ebreo, in particolare le genealogie dei re di Israele, aveva concluso che la creazione della Terra era avvenuta nella notte prima del 23 Ottobre 4004 AC.

Tutte le specie vegetali, animali e lo stesso uomo erano stati creati nella settimana seguente. La Bibbia non menziona l'estinzione, l'arca di Noè salvò tutte le specie esistenti.

Estinzioni e catastrofismo

Georges Cuvier, del Muséum National d'Histoire Naturelle (Jardin des Plantes)



Cuvier aveva già scoperto diverse specie di mammiferi estinti, tra cui il Mammouth e il Mastodonte, di epoca terziaria.

Consultato da Buckland nel 1818, aveva deciso che resti già presenti da più di un secolo nel Museo Ashmoleano di Oxford appartenevano ad un gigantesco rettile preistorico.

Cuvier sviluppò una teoria *catastrofista* in cui a ripetizione si verificano estinzioni causate da eventi geologici straordinari.

Stratigrafia



La geologia, a partire dal 700, studia la formazione delle montagne, valli, pianure alluvionali, vulcani. Utilizza la posizione delle unità: gli strati più recenti si depositano sopra ai precedenti (poi piegatura, o rovesciamento, erosione).

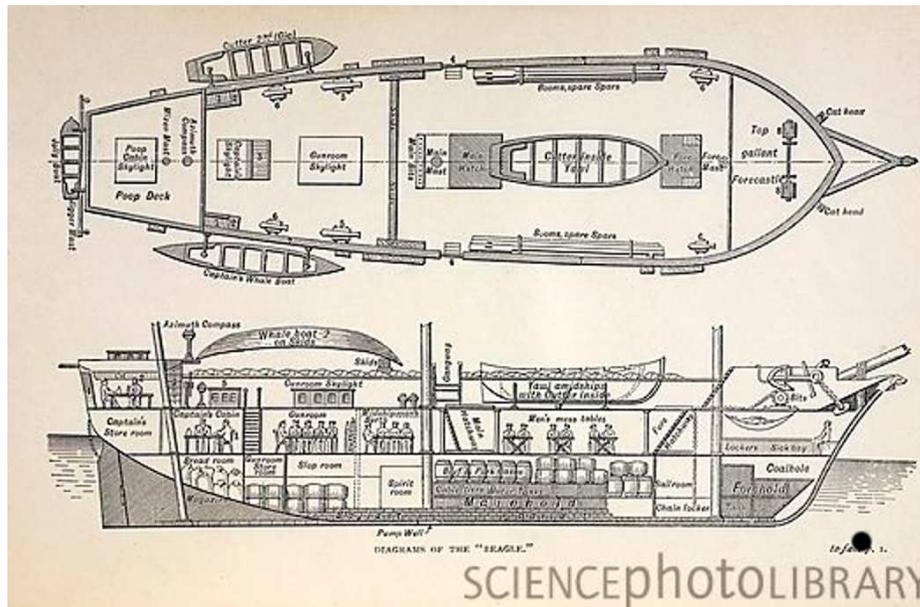
La stratigrafia fornisce un ordine temporale per le ere geologiche. Mancava una scala di tempi, ma la deposizione dei sedimenti è troppo lenta per operare in poche migliaia di anni.

Uniformitarismo



La teoria uniformitaria ha come autore Charles Lyell, con i suoi *Principles of Geology* (primo volume 1831). Il principio ispiratore dice che i fenomeni che determinano le forme della Terra (montagne, valli, fiumi, pianure eccetera) devono essere gli stessi che vediamo operare ogni giorno. Un vulcano che erutta della lava può nel corso di millenni edificare un cono vulcanico alto migliaia di metri. Un fiume che trasporta dei sedimenti può riempire una pianura. Un lento sollevamento del suolo può creare una catena di montagne, e rovesciare degli strati. Un fiume può scavare un canyon profondo 1,6 km (Grand Canyon). Evidentemente i tempi necessari per questi processi sono lenti, dell'ordine dei milioni di anni.

Viaggio di un naturalista attorno al mondo



Charles Darwin aveva studiato da medico ad Edimburgo, poi a Cambridge, però rinunciò presto alla carriera di parroco per dedicarsi allo studio delle scienze naturali (botanica, zoologia, geologia) oltre che alla obbligatoria teologia. Nel 1831 gli fu offerto il posto di naturalista di bordo sulla nave reale Beagle, che partiva per un viaggio di 5 anni attorno al mondo. Darwin era un naturalista che ha viaggiato a lungo e ha esplorato regioni selvagge, ma anche un osservatore attento delle pratiche degli allevatori ed orticoltori dell'agricoltura moderna. Dopo questo viaggio sposò una cugina, si ritirò in campagna, e continuò per quasi 40 anni a scrivere libri e articoli.

La teoria dell'evoluzione



Si può quindi considerare improbabile, vedendo che variazioni utili all'uomo si sono senza dubbio verificate, che altre variazioni utili in qualche modo a ciascun essere nella grande e complessa battaglia per la vita, possano accadere nel corso di molte successive generazioni? Se esse si verificano, possiamo dubitare (ricordando che molti più individui nascono di quanti possano sopravvivere) che individui che abbiano un qualsiasi vantaggio, anche piccolo, avrebbero le migliori possibilità di sopravvivere e procreare altri come loro? D'altro canto, possiamo stare sicuri che ogni variazione anche di poco dannosa sarebbe rigidamente distrutta. Questa conservazione di favorevoli differenze e variazioni individuali, e la distruzione di quelle dannose, io ho chiamato Selezione Naturale, o Sopravvivenza del più Adatto. (The origin of species, Chapter 4).

Transizioni tra ere geologiche



L'interpretazione uniformitaria si presenta in alternativa alla teoria catastrofista. Eppure l'uniformitarismo contiene in sé il germe di una contraddizione. La stessa definizione di ere geologiche si basa sulla presenza di discontinuità nella stratificazione: diversi strati, corrispondenti a diverse ere geologiche, hanno colori diversi, contengono fossili ben distinti. Soltanto questo fornisce ai geologi la capacità essenziale per il loro mestiere, quella di identificare l'era geologica di uno strato a partire da un piccolo campione.

Macchine fine di mondo



Quali cause diverse dal diluvio possono produrre un'estinzione di molte specie? Esempio: tra la fine del Cretaceo (ultima parte dell'*era dei rettili*) e l'inizio del Terziario si estinsero circa il 70% delle specie di animali terrestri; non tutti i dinosauri (gli uccelli sono discendenti dei dinosauri) ma tutti gli animali sopra ai 20 kg di peso. Un fenomeno "uniformitario": la caduta di meteoriti. Meteore cadono ogni notte (pochi grammi). Un evento frequente è un bolide, cioè una grossa meteora. L'immagine mostra il bolide caduto a Peekskill, NY, nel 1992, di cui esistono molte immagini e video (massa totale stimata 10 tonnellate; un pezzo ha danneggiato un'automobile). Una pioggia di meteoriti nel 1794 vicino a Siena convinse gli scienziati che delle pietre potevano cadere dal cielo, cosa ben nota agli antichi (siderale da sider).

Meteoriti



Meteoriti più grossi cadono di rado, e ancora più raro è che ne resti un gran pezzo intero. Figura: meteorite di Hoba, Namibia. Più spesso grossi meteoriti arrivano in mille pezzi, es. Sikhote-Alin, Siberia 1947 (massa 90 tonnellate).

Oggetti ancora più grandi possono esplodere nell'atmosfera, anche senza produrre una pioggia di meteoriti macroscopici. Caso più famoso, Tunguska, Siberia, 1908; potenza dell'esplosione 3-5 Megaton, area di distruzione 2000 Km quadrati.

Crateri



Barringer Crater, vicino a Flagstaff, Arizona (oggi chiamato Meteor Crater). Impianto minerario al centro, tentativo fallito nel 1800 di estrarre il ferro del meteorite. Diametro del cratere 1200 metri; diametro del meteorite 40 metri, molto solido e pesante; Tunguska aveva circa lo stesso diametro, ma diversa densità, composizione e struttura. Eta geologica stimata 50 mila anni.

Eugene Shoemaker, USGS dimostrò la natura di cratere di impatto, cosa che era messa in dubbio dai geologi degli anni 1950.

Ancora crateri



Cratere di Gosses Bluf, Northern Territory, Australia. Ora 5 km di diametro, il resto fortemente eroso di un cratere originariamente di 22 km di diametro.

Età geologica stimata: 142 milioni di anni (incertezza di 1 milione di anni).

Come ogni fenomeno geologico, gli impatti di meteoriti/asteroidi hanno una distribuzione di dimensioni, con gli eventi più piccoli molto più frequenti. Un cratere come questo si forma circa ogni 500 mila anni, su tutta la superficie della Terra (di cui 70% è oceano).

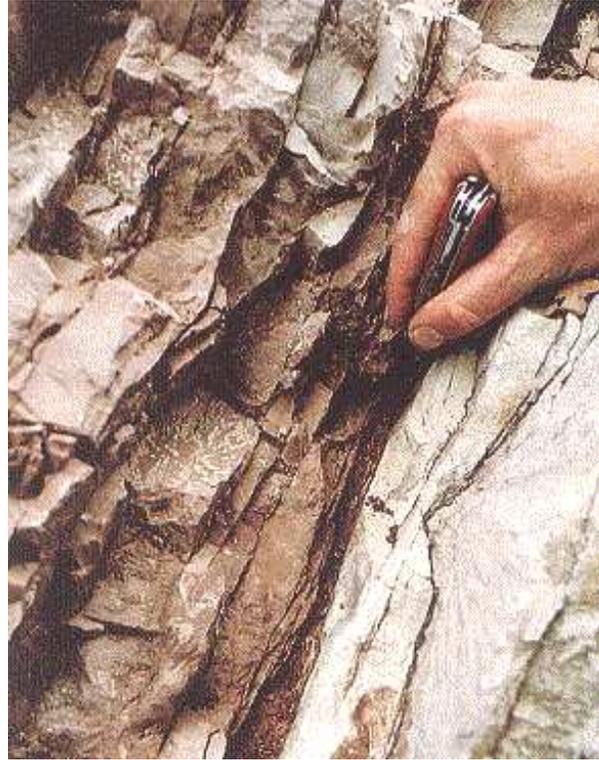
Crateri ed estinzioni



Ma quale è il limite superiore della distribuzione delle dimensioni dei crateri? In sostanza non c'è limite. Il cratere di Manicougan (sopra) ha un diametro di 70 km, e si può apprezzare solo nelle foto da satellite. Anche questo è eroso (età 214 ± 1 milioni di anni, diametro originale circa 100 km).

La craterizzazione è molto diffusa nel sistema solare; per es. la Luna, con superficie molto più antica (3,8-4,5 miliardi di anni) è saturata di crateri. Il cratere di Aitken vicino al Polo Sud lunare che ha un diametro di 2500 km e una profondità di 13 km.

La frontiera tra Cretaceo e Terziario



Lo strato di confine K-T tra il cretaceo ed il terziario in una parete rocciosa nei pressi di Gubbio, Umbria. Lo strato biancastro è del cretaceo, quello un po' più colorato al di sopra del Terziario. Lo strato di confine contiene materiale carbonaceo.

Lo strato carbonaceo si era formato in poco tempo, o in molte migliaia di anni? Il quantitativo di ceneri corrispondeva a una combustione globale di quasi tutta la biomassa esistente sulla Terra a quell'epoca. Si tratta di una catastrofe del tipo che può produrre un'estinzione di massa.

La famiglia Alvarez



Nel 1980 il geologo Walter Alvarez voleva studiare precisamente la questione della rapidità della transizione tra due ere geologiche, usando come esempio il segmento di confine KT a Gubbio. Si rivolge quindi a suo padre Luis, premio Nobel per la fisica nucleare, perchè sa che nel suo laboratorio sono capaci di misurare la presenza di elementi rari, presenti nelle rocce in proporzioni minuscole, anche una parte su un miliardo. Vuole conoscere la concentrazione di iridio nello strato di confine. L'iridio è rarissimo sulla superficie perchè è precipitato nel nucleo terrestre.

Asteroidi

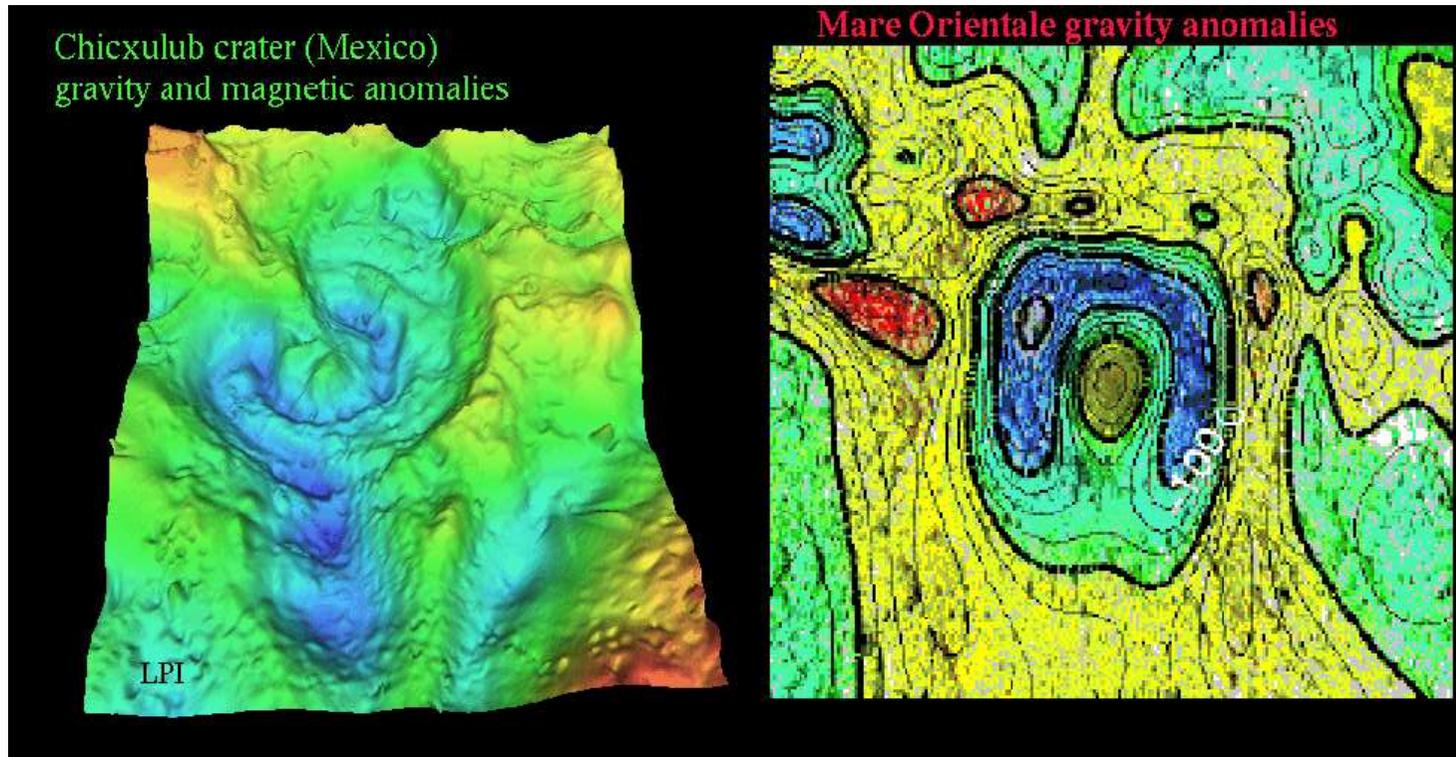


Lo scopo del test dell'iridio era di misurare la durata della deposizione dello strato di confine, misurando quanto materiale è di provenienza extraterrestre. Il risultato, molto più alto di quanto atteso, indicava una fonte extraterrestre.

Gli asteroidi, come Gaspra in figura, sono ricchi di iridio e di altri elementi rarissimi sulla Terra, e anche i meteoriti, che non sono altro che frammenti di asteroidi.

Però la distribuzione di dimensioni degli asteroidi/meteoriti è tale che la maggior parte della massa sta nei più grandi. Perciò non si spiega l'enorme concentrazione di iridio se non con l'impatto di un asteroide di grandi proporzioni, circa 10 km di diametro. (L'ipotesi vulcanica è stata studiata ma non ha trovato conferme.)

Il cratere di Chicxulub



Malgrado l'efficacia della teoria degli Alvarez per spiegare la transizione K-T, mancava la *pistola fumante*, cioè la prova certa che la causa era un impatto: non si conosceva un cratere del diametro (200 km) e dell'età (65 milioni di anni) giusti.

La ragione è la sedimentazione che ha sepolto il cratere sotto centinaia di metri di sedimenti, in parte anche sul fondo del mare (Golfo del Messico). Il cratere di Chicxulub si può osservare solo indirettamente, dalle anomalie magnetiche e gravitazionali, e confermare con le perforazioni petrolifere.

Cercare gli asteroidi vicini alla Terra

Mount Lennon, telescopio da 1,5 metri di diametro del Catalina Sky Survey, attualmente il miglior scopritore di NEA.



Programma in 5 passi per eliminare il problema degli impatti di asteroidi (o grossi meteoriti): 1- osservare gli oggetti vicino alla Terra con telescopi abbastanza potenti 2- calcolare le loro orbite 3- verificare se possono colpire la Terra (nei prossimi 80-100 anni). 4- riosservarli per confermare/smentire l'impatto 5- se l'impatto è confermato, deflettere l'asteroide dalla rotta di collisione con una missione spaziale.

Predire gli impatti

The screenshot shows the NEODys2 Risk Page in a Mozilla Firefox browser. The page title is "NEODys2 - Near Earth Objects - Dynamic Site". The main content is a "RISK PAGE" with a "RISK LIST" table. The table lists several NEOs with their designations, H, PSmax, TSmax, Status, and impact dates. The table is as follows:

Designation	H	PS _{max}	TS _{max}	Status	Camp. start	Camp. end	Notes
(99942) Apophis	19.2	-3.08	0	Special			Risk estimated with a mass from physical observations
(101955) 1999RQ36	20.8	-1.52	n/a	Special			Risk estimated with a mass from physical observations
2009FD	22.1	-1.90	n/a	Special			
2012DA14	24.4	-3.84	0	Observable			
2012HB25	24.9	-6.04	0	Observable			
2012HG2	27.0	-4.88	0	Observable			
2012HP13	24.3	-7.20	0	Observable			
1999SF10	24.2	-8.25	0	Possible recovery		2012-10-31	
2000SG344	24.8	-3.31	0	Possible recovery		2028-12-31	

Questo è il passo 3: noi all'Università di Pisa abbiamo scoperto (nel 1999) il metodo matematico per predire impatti possibili nei prossimi 80-100 anni, e ne siamo tuttora responsabili (in collaborazione con JPL-NASA dove il responsabile è un nostro allievo).

La difficoltà del problema deriva dal fatto che le orbite sono caotiche (vedi Fronzoni), con tempo di Lyapounov più breve dell'intervallo di predizione.

Problemi un po' filosofici

Restano almeno tre implicazioni filosofiche che vale la pena di discutere, anche se non mettiamo in discussione il primato della scienza:

1-La corsa non va al più veloce.

2-Ma noi siamo una specie più intelligente?

3-Esiste davvero un disegno intelligente?