

# GEOLOGIA PER TUTTI 2

## Breve corso introduttivo



Lezione 4  
19 aprile 2019

## Evoluzione ed estinzioni

A cura di Manolo Piat

**BIBLIOTECA CIVICA DI BELLUNO**

Via Ripa, 3

Tel. 0437 948093 - [biblioteca@comune.belluno.it](mailto:biblioteca@comune.belluno.it)

<http://biblioteca.comune.belluno.it>

# La vita sulla Terra

La Terra è il solo corpo celeste su cui, attualmente, ci sia vita.

Le prime molecole organiche si sarebbero formate in acque basse, dall'interazione con fulmini; in un secondo momento cominciarono ad aggregarsi.

Il *Last Universal Common Ancestor* (LUCA), ovvero l'antenato comune a tutti gli organismi esistenti, sarebbe comparso circa 4,5 miliardi di anni fa.

## Tappe fondamentali dell'evoluzione della vita

4567,17 Milioni di anni fa (Ma). Nasce la Terra.

4500 Ma. Nascita della vita (LUCA) secondo la genomica.

3800-3700 Ma. Le prime tracce materiali di vita, grafite biogenica.

3480 Ma. I primi organismi, le stromatoliti (cianobatteri).

3400-2700 Ma. Evoluzione dei batteri fotosintetici.

2100 Ma. I fossili più antichi di organismi pluricellulari.

1850 Ma. Compaiono gli eucarioti.

1200 Ma. Il più antico organismo noto con cellule differenziate e specializzate.

579 Ma. Le prime forme di vita complesse.

535 Ma. Esplosione del Cambriano, comparsa di tutti i gruppi moderni.

476 Ma. Le prime evidenze di piante terrestri.

428 Ma. Il più antico animale conosciuto che respirava aria.

395 Ma. Si evolvono i tetrapodi, i vertebrati con 4 zampe.

330 Ma. Il primo vertebrato con uovo amniotico.

320 Ma. I sinapsidi (precursori dei mammiferi) si separano dai rettili.

245 Ma. Comparsa del primo dinosauro.

208 Ma. I primi mammiferi in senso stretto.

174 Ma. I primi fossili di fiori.

155 Ma. Da piccoli dinosauri predatori si evolvono gli uccelli.

60 Ma. Avvento dei mammiferi e nascita dei primati.

7-6,5 Ma. Primo ominide.

2,9 Ma. Comparsa del genere *Homo*.

0,2 Ma. Compara dell'*Homo sapiens*.

Oggi si conoscono oltre 1 milione e 700 mila specie viventi, ma si ipotizza ne possano esistere oltre 12 milioni.

Le specie animali sono circa 1.318.000: 1.265.000 invertebrati e 52.500 vertebrati (2.500 pesci, 9.800 uccelli, 8.000 rettili, 4.960 anfibi, 4.640 mammiferi).

Poi 10.000 specie di batteri, 72.000 di funghi, 50.000 di protisti, 270.000 di piante.

# Alcune precisazioni sull'evoluzione

1. Non esistono specie più o meno evolute. Tutti gli organismi viventi sono la manifestazione di un processo evolutivo cominciato 4,5 miliardi di anni fa da un progenitore comune.

2. La locuzione “anello mancante” per indicare fossili che completino le linee evolutive delle forme viventi è priva di valore scientifico: ogni specie è una forma transizionale, cioè organismi con caratteristiche intermedie tra un gruppo più antico e uno più recente.

3. L'uomo non discende dalle scimmie attuali, né viceversa. Scimmie e uomo hanno invece un antenato in comune (vissuto, secondo le stime, tra i 4 e gli 8 milioni di anni fa) diverso sia dalle scimmie sia dall'uomo.

4. L'espressione “fossile vivente”, per indicare organismi attuali con caratteristiche “antiche” o simili a reperti fossili, non ha significato scientifico. È impossibile che una specie rimanga uguale in milioni di anni di evoluzione.

5. Organismi che occupano le stesse nicchie ecologiche o che vivono nello stesso tipo di ambiente, sia contemporaneamente sia in diversi periodi della storia della Terra, nel corso della loro evoluzione possono assumere forme simili (*convergenza evolutiva*), pur non essendo imparentati.

## Le estinzioni

L'**estinzione** è definita come scomparsa definitiva di una specie.

È contrapposta alla **speciazione**, il processo per cui una nuova specie nasce a partire da una preesistente.

Le specie oggi presenti sul pianeta sarebbero circa l'1% di tutte quelle esistite finora, ossia il 99% di tutte le specie mai comparse sulla Terra sono estinte.

Normalmente il tasso di estinzione di fondo, ossia il numero di famiglie che si estingue ogni milione di anni, è compreso tra 2 e 5.

Nel corso della storia della Terra si sono verificati alcuni picchi di questo valore, definiti **estinzioni di massa** o **transizioni biotiche**. Si parla di estinzione di massa quando ricorrono i seguenti requisiti:

- si estingue almeno il 30% delle specie;
- le specie estinte occupavano ambienti diversi e rappresentavano varie tipologie di organismi;
- le estinzioni si sono verificate in un breve lasso temporale.

Le principali osservazioni derivano dalla testimonianza fossile. Altri dati derivano dai “marcatori”, ovvero le tracce lasciate dalla causa dell'estinzione. I problemi derivano dalla fossilizzazione discontinua e dalla difficoltà della datazione precisa e della correlazione tra cause ed effetti.

## Cause

Le teorie che spiegano un'estinzione devono: i) spiegare tutte le scomparse, non solo di alcuni gruppi; ii) spiegare perché particolari gruppi si sono estinti e altri no; iii) fornire dei meccanismi forti abbastanza da causare un'estinzione di massa, ma non tanto da determinare l'estinzione totale; iv) basarsi su eventi o processi dimostrabili come avvenuti, non desunti dall'estinzione.

**Flood basalt.** Imponenti eventi magmatici in brevi periodi di tempo potrebbero produrre particolato atmosferico che inibisce la fotosintesi; emettere ossidi di zolfo, causa di piogge acide e avvelenamento di molti organismi; emettere CO<sub>2</sub>, causa di riscaldamento globale.

**Caduta del livello marino.** Il rapido abbassamento del livello marino riduce gli habitat marini e può ripercuotersi sul clima. È comunque il risultato di altri eventi, come un raffreddamento globale o il collasso delle dorsali oceaniche.

**Eventi da impatto.** L'impatto di un asteroide potrebbe causare il collasso della catena alimentare, producendo particolato e inibendo la fotosintesi. L'impatto può emettere ossidi di zolfo e provocare megatsunami e incendi.

**Raffreddamento globale.** Potrebbe uccidere molte specie polari e temperate e forzare le altre a migrare verso le zone equatoriali, riducendo l'area disponibile per le specie tropicali; spesso causa un inaridimento del clima e un conseguente abbassamento del livello del mare.

**Riscaldamento globale.** Espande le aree disponibili per le specie tropicali, uccide le specie temperate o le costringe a migrare, causando la scomparsa delle specie polari; rende il clima più umido e può causare eventi anossici.

**Clatrati di metano.** Sono composti in cui un reticolo d'acqua trattiene del metano. Si formano sulla piattaforma continentale; se la temperatura aumenta o la pressione decresce, si rompono e rilasciano il metano, gas serra.

**Eventi Anossici.** L'acqua nella porzione mediana o superiore degli oceani diviene povera o totalmente priva di ossigeno. Le cause sono complesse e controverse, ma le principali sono associate a un forte riscaldamento globale.

**Emissioni di idrogeno solforato.** Massicce emissioni possono avvelenare le forme di vita e causare l'assottigliamento dello strato di ozono.

**Overtorn oceanico.** Perturbazione della circolazione oceanica per cui le acque superficiali (più salate) sprofondano, facendo risalire acque profonde anossiche e uccidendo quegli organismi che necessitano dell'ossigeno.

**Esplosioni di supernova o raggi gamma.** Un'esplosione di raggi gamma potrebbe essere abbastanza potente da distruggere lo strato di ozono, lasciando gli organismi vulnerabili alle radiazioni ultraviolette.

**Inversioni del campo magnetico.** Un periodo di accresciute inversioni geomagnetiche potrebbe indebolire il campo magnetico a sufficienza da esporre l'atmosfera al vento solare, con conseguente decrescita dell'ossigeno.

**Tettonica.** I movimenti continentali possono contribuire alle estinzioni iniziando o terminando un'era glaciale, modificando le correnti oceaniche e atmosferiche; creando collegamenti tra specie che entrano in competizione...

## Principali eventi

**Ordoviciano-Siluriano.** 443.8 Ma.

Estinti 100 famiglie, 49-60% dei generi e 85% delle specie marine.

Organismi: i più colpiti graptoliti, brachiopodi, briozoi, conodonti, trilobiti.

Cause: glaciazione, vulcanismo, avvelenamento da metalli, raggi gamma.

**Devoniano.** 376-360 Ma.

Estinti il 22% delle famiglie, 57% dei generi e almeno il 75% delle specie.

Scomparve il 97% delle specie di vertebrati.

Organismi: soprattutto organismi costruttori di scogliere (stromatoporoidi, coralli tabulata e rugosa), poi brachiopodi, trilobiti, ammoniti, conodonti, acritarchi, graptoliti, cistoidi, anche vertebrati.

Cause: variazioni nel livello marino e anossia, innescate da un raffreddamento globale o da vulcanismo, impatto meteorico (non dimostrato).

**Permiano-Triassico.** 251.4 Ma.

La maggior estinzione. Scompaiono il 57% delle famiglie, l'83% dei generi e dal 90% al 96% delle specie. Il recupero della vita richiese almeno 10 Ma, secondo alcuni anche 30 (per i vertebrati terrestri).

Organismi: scompaiono trilobiti, tabulata, euripteridi, blastoidi, acantodi; molto ridotti: radiolari, foraminiferi, ammoniti, antozoi, briozoi, brachiopodi, bivalvi, gasteropodi, crinoidi, ostracodi e vertebrati terrestri (rettili, anfibi).

Cause. Vulcanismo; altre ipotesi: impatto, anossia, clatrati, idrogeno solforato, effetti tettonici e passaggio del sistema solare in un braccio di spirale.

### **Triassico-Giurassico.** 201.3 Ma.

Estinti il 23% delle famiglie, il 48% dei generi e 70%-75% di tutte le specie.

Organismi: scompaiono i conodonti; si riducono molto rettili e anfibi, anche la flora ne risente. Le nicchie ecologiche vengono occupate dai dinosauri.

Cause: variazioni climatiche e fluttuazioni del livello marino, legate a eruzioni vulcaniche e clatrati. Impatto extraterrestre non provato.

### **Cretaceo-Paleogene.** 66 Ma.

Estinti il 17% delle famiglie, 50% dei generi e 75% delle specie.

Organismi: scompaiono ammoniti, belemniti, rudiste, plesiosauri e mosasauri, molte specie del plancton. Si estinguono tutti i dinosauri non-aviani e i rettili volanti. Mammiferi e uccelli emergono come animali terrestri dominanti.

Cause: Impatto di un asteroide di 10-15 km di diametro. Altre cause o contributi sono fornite dal vulcanismo, cambiamenti climatici e del livello marino.

NB: le teorie sull'estinzione dei dinosauri sono almeno un centinaio. Attualmente si considera che i dinosauri siano sopravvissuti come uccelli.

**Olocene:** in atto. Dal 1920 l'estinzione è avvenuta con un tasso di estinzione almeno 1000 volte superiore a quello di fondo ed è il risultato dell'attività antropica. Nel 2015, le specie a rischio tra quelle censite erano quasi 25000.

## **Bibliografia minima**

COLBERT E.H., *Cacciatori di dinosauri*. Introd. di G. Pinna; trad. di S. Nosotti. Torino: G. Einaudi, 1993.

GEE H., *Tempo profondo: antenati, fossili, pietre*. Traduzione di M. Luzzatto. Torino: Einaudi, 2006.

MIETTO P., BELVEDERE M., BARBUNI M., *Dinosauri nelle Dolomiti: recenti scoperte sulle impronte di dinosauro nelle Dolomiti*. Belluno: a cura della Fondazione G. Angelini, 2012.

PIEVANI T., *La teoria dell'evoluzione: [attualità di una rivoluzione scientifica]*. 3. ed. aggiornata, Bologna: il Mulino, 2017.

ROMÁ-MATEO C., DELGADO-MORALES R., *Evoluzione e genetica: passato e futuro dei nostri geni*. Milano: RBA Italia, 2017.

WALKER C., WARD D., *Fossili*. Fotografie di C. Keates. Bologna: Poligrafici editoriale, stampa 2004.