

**.**

**Evoluzione**

|  |
| --- |
|  |

In [biologia](http://it.wikipedia.org/wiki/Biologia), l'**evoluzione** è il fenomeno di cambiamento, attraverso successive generazioni, del patrimonio genetico delle [specie](http://it.wikipedia.org/wiki/Specie) (il [genotipo](http://it.wikipedia.org/wiki/Genotipo)) e conseguentemente della sua manifestazione somatica (il [fenotipo](http://it.wikipedia.org/wiki/Fenotipo)).

Tale processo si basa sulla trasmissione del patrimonio genico di un individuo alla sua progenie e sull'interferenza in essa frapposta dalle [mutazioni](http://it.wikipedia.org/wiki/Mutazione_genetica) casuali.

Sebbene i cambiamenti tra una generazione e l'altra siano generalmente piccoli, il loro accumularsi nel tempo può portare un cambiamento sostanziale nella popolazione, attraverso i fenomeni di [selezione naturale](http://it.wikipedia.org/wiki/Selezione_naturale)

La [selezione naturale](http://it.wikipedia.org/wiki/Selezione_naturale) è il fenomeno per cui organismi della stessa specie con caratteristiche differenti ottengono, in un dato ambiente, un diverso **successo riproduttivo**; di conseguenza, le caratteristiche che tendono ad avvantaggiare la riproduzione diventano più frequenti di generazione in generazione. Si ha selezione perché gli individui hanno diversa capacità di utilizzare le risorse dell'ambiente e di sfuggire a pericoli presenti (come predatori e avversità climatiche); infatti le risorse a disposizione sono limitate, e ogni popolazione tende ad incrementare la sua consistenza in progressione geometrica, per cui i cospecifici competono per le risorse (non solo alimentari).

e [deriva genetica](http://it.wikipedia.org/wiki/Deriva_genetica),

La [deriva genetica](http://it.wikipedia.org/wiki/Deriva_genetica) è la variazione, dovuta al caso, delle frequenze geniche in una piccola popolazione. Nelle piccole popolazioni derivanti da una più vasta è anche importante l'"effetto del fondatore", per cui esse possono avere casualmente frequenze geniche significativamente diverse da quelle della popolazione originaria.

fino all'[emergenza di nuove specie](http://it.wikipedia.org/wiki/Speciazione_%28evoluzione%29).

**Prove dell’evoluzionismo**

Le affinità morfologiche e biochimiche tra diverse specie e le evidenze [paleontologiche](http://it.wikipedia.org/wiki/Paleontologia) suggeriscono che tutti gli organismi derivino, attraverso un processo di divergenza, da progenitori ancestrali comuni.

I dati della [paleontologia](http://it.wikipedia.org/wiki/Paleontologia) mostrano non solo che gli organismi fossili erano diversi da quelli attuali, ma anche che man mano che andiamo indietro nel tempo le differenze con gli organismi viventi sono maggiori.

Ad esempio, fossili abbastanza recenti possono essere attribuiti generalmente a generi attuali, mentre quelli man mano più antichi sono sempre più diversi e sono attribuibili ad altri generi; permangono talora caratteristiche di base, per cui possono essere spesso attribuiti agli stessi gruppi tassonomici di ordine elevato attuali.

Ciò si accorda bene con l'ipotesi generale, che, arretrando nel tempo, ci si avvicina alla radice dell'[albero filogenetico](http://it.wikipedia.org/wiki/Albero_filogenetico).

Altro aspetto fondamentale a favore dell’evoluzionismo, è che l’[ontogenesi](http://it.wikipedia.org/wiki/Paleontologia) ovvero lo sviluppo del singolo essere ripercorre la [filogenesi](http://it.wikipedia.org/wiki/Paleontologia) ovvero il cammino della intera evoluzione della specie.

**Prove biogeografiche**

La distribuzione geografica delle specie viventi, anche alla luce delle conoscenze sulla [deriva dei continenti](http://it.wikipedia.org/wiki/Deriva_dei_continenti), ben si accorda con l'evoluzione organica.

L'enorme varietà di adattamenti dei [marsupiali](http://it.wikipedia.org/wiki/Marsupiali) australiani, ad esempio, può essere spiegata col fatto che la separazione dell'[Australia](http://it.wikipedia.org/wiki/Australia) dagli altri continenti precede la comparsa degli ["placentati"](http://it.wikipedia.org/wiki/Euteri), e quindi i marsupiali terrestri australiani hanno potuto adattarsi a nicchie ecologiche in cui non dovevano competere con altri ordini di mammiferi.

Anche la sviluppo di grossi [uccelli](http://it.wikipedia.org/wiki/Uccelli) non volatori in grandi isole porta alle medesime conclusioni. Infatti, visto che esse erano già separate dai continenti alla comparsa degli animali omeotermi, solo gli uccelli hanno potuto raggiungerle ed occupare nicchie terrestri solitamente occupate da [mammiferi](http://it.wikipedia.org/wiki/Mammiferi).

**Prove matematico/informatiche**

**G**li [algoritmi genetici](http://it.wikipedia.org/wiki/Algoritmi_genetici) sono delle [metaeuristiche](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Metaeuristica&action=edit&redlink=1) per la ricerca della soluzione ottimale di un problema basate sulla logica del modello evoluzionistico. Studiando questo metodo si è visto come, partendo dalle ipotesi del modello evoluzionistico, si può arrivare all'evoluzione di più specie.

Sono stati realizzati molti programmi per computer che simulano un [ecosistema](http://it.wikipedia.org/wiki/Ecosistema) per diversi scopi (divertimento, studio dei meccanismi evolutivi naturali, studio degli algoritmi genetici). Anche questi hanno dimostrato la plausibilità del modello evoluzionistico. Inoltre, gli algoritmi genetici sono stati applicati in campi lontani dalla biologia, come i problemi di ottimizzazione di funzioni matematiche, in cui le soluzioni vengono fatte "competere" e "incrociare" tra di loro con particolari metodi.

La [teoria](http://it.wikipedia.org/wiki/Teoria) dell'evoluzione delle specie è uno dei pilastri della [biologia](http://it.wikipedia.org/wiki/Biologia) moderna.

 Nelle sue linee essenziali, è riconducibile all'opera di [Charles Darwin](http://it.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin), che vide nella selezione naturale il motore fondamentale dell'[evoluzione della vita](http://it.wikipedia.org/wiki/Evoluzione_della_vita) sulla Terra.

Ha trovato un primo riscontro nelle [leggi di Mendel](http://it.wikipedia.org/wiki/Leggi_di_Mendel) sull'[ereditarietà](http://it.wikipedia.org/wiki/Ereditariet%C3%A0) dei caratteri e, poi, con la scoperta del [DNA](http://it.wikipedia.org/wiki/DNA) e della sua [variabilità](http://it.wikipedia.org/wiki/Diversit%C3%A0_genetica).

Se i princìpi generali della teoria dell'evoluzione sono consolidati presso la comunità scientifica, aspetti secondari della teoria sono tutt'oggi ampiamente dibattuti, e costituiscono un campo di ricerca estremamente vitale.

La definizione del concetto di evoluzione ha costituito una vera e propria [rivoluzione](http://it.wikipedia.org/wiki/Rivoluzione_scientifica) nel pensiero scientifico in biologia, e ha ispirato numerose teorie e modelli in altri settori della conoscenza.

Un errore concettuale comune può essere il considerare l'evoluzione un processo di "miglioramento" delle specie o di aumento della complessità degli organismi o ancora più semplicemente nella capacità di "uscire vincente" dal processo di selezione naturale.

Ciò che in realtà mutazione e selezione producono è [adattamento](http://it.wikipedia.org/wiki/Adattamento) all'[habitat](http://it.wikipedia.org/wiki/Habitat) e, quindi, in tal senso, può comportare anche "perdita" di caratteri e di funzionalità.

L'insieme delle condizioni ambientali e delle relazioni con le altre specie sussistenti ad un dato momento costituisce l'habitat ed esso è, al contempo, una fonte di selezione e il terreno in cui si esplicano gli adattamenti in essere. Un troppo rapido cambiamento delle medesime condizioni, quindi, può giungere a causare l'[estinzione](http://it.wikipedia.org/wiki/Estinzione) di [popolazioni](http://it.wikipedia.org/wiki/Popolazione_biologica) evolute nel senso di una forte specializzazione.

|  |
| --- |
|  |

**Storia**



Uno dei primi disegni di Darwin

Sin da prima che [Charles Darwin](http://it.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin), il "padre" del moderno concetto di evoluzione biologica, pubblicasse la prima edizione de [*L'origine delle specie*](http://it.wikipedia.org/wiki/L%27origine_delle_specie), le posizioni degli studiosi erano divise in due grandi correnti di pensiero che vedevano, da un lato, una natura dinamica ed in continuo cambiamento, dall'altro una natura sostanzialmente immutabile.

Della prima corrente facevano parte scienziati e filosofi vicini all'[Illuminismo](http://it.wikipedia.org/wiki/Illuminismo) francese, come [Maupertuis](http://it.wikipedia.org/wiki/Pierre_Louis_Moreau_de_Maupertuis), [Buffon](http://it.wikipedia.org/wiki/Georges-Louis_Leclerc_di_Buffon), [La Mettrie](http://it.wikipedia.org/wiki/Julien_Offray_de_La_Mettrie), che rielaboravano il meccanismo di eliminazione dei viventi malformati proposto da [Lucrezio](http://it.wikipedia.org/wiki/Tito_Lucrezio_Caro) nel *De rerum natura* ed ipotizzavano una derivazione delle specie le une dalle altre. Tuttavia, l'interpretazione di tali teorie come veri e proprî preannunci di evoluzionismo è discussa.[[1]](http://it.wikipedia.org/wiki/Evoluzione#cite_note-0)

In ogni modo, ancora alla fine del [1700](http://it.wikipedia.org/wiki/1700) la teoria predominante era quella della fissità, dello scienziato [Linneo](http://it.wikipedia.org/wiki/Carl_von_Linn%C3%A9), che definiva le varie [specie](http://it.wikipedia.org/wiki/Specie) come entità create una volta per tutte e incapaci di modificarsi o capaci entro ben determinati limiti. Tali concetti si ispiravano al concetto gerarchico della [*scala naturae*](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Scala_naturae&action=edit&redlink=1), medievale, ma con radici profonde nella [Genesi](http://it.wikipedia.org/wiki/Genesi) biblica, nella filosofia [aristotelica](http://it.wikipedia.org/wiki/Aristotele) e [platonica](http://it.wikipedia.org/wiki/Platone) e nei [pitagorici](http://it.wikipedia.org/wiki/Scuola_pitagorica) come [Timeo di Locri](http://it.wikipedia.org/wiki/Timeo_di_Locri).

Su questo tema oggi il mondo scientifico non è più diviso: le scoperte di [Mendel](http://it.wikipedia.org/wiki/Gregor_Mendel) e [Morgan](http://it.wikipedia.org/wiki/Thomas_Hunt_Morgan) nel campo della [genetica](http://it.wikipedia.org/wiki/Genetica), i progressi della paleontologia e della biogeografia hanno conferito validità scientifica alla teoria dell'evoluzione delle specie.

Il dibattito si è così spostato su un altro tema: ci si interroga sulle modalità e le dinamiche dell'evoluzione e quindi sulle [teorie](http://it.wikipedia.org/wiki/Teoria) che la possono spiegare.

Oggi sappiamo che l'evoluzione delle specie è avvenuta in seguito a trasformazioni, selezionate poi dall'ambiente; per arrivare a questa affermazione ci sono voluti molti anni.

All'inizio del [XIX secolo](http://it.wikipedia.org/wiki/XIX_secolo) iniziarono a sorgere, negli studiosi di Scienze Naturali i primi dubbi concreti: negli strati rocciosi più antichi infatti mancano totalmente tracce ([fossili](http://it.wikipedia.org/wiki/Fossili)) degli esseri attualmente viventi e se ne rinvengono altre appartenenti ad organismi attualmente non esistenti. Nel [1809](http://it.wikipedia.org/wiki/1809), il naturalista [Lamarck](http://it.wikipedia.org/wiki/Jean-Baptiste_Lamarck) presentò per primo una teoria evoluzionista (detta [lamarckismo](http://it.wikipedia.org/wiki/Lamarckismo)) secondo cui gli organismi viventi si modificherebbero gradualmente nel tempo adattandosi all'ambiente: l'uso o il non uso di determinati organi porterebbe con il tempo ad un loro potenziamento o ad un'atrofia. Tale ipotesi implica quello che oggi viene considerato l'errore di fondo: l'*ereditabilità dei caratteri acquisiti* (esempio: un culturista non avrà necessariamente figli muscolosi; la muscolosità del culturista è infatti una manifestazione [fenotipica](http://it.wikipedia.org/wiki/Fenotipo), cioè morfologica, derivante dall'interazione dello sportivo con l'ambiente, il continuo sollevare pesi; ma il particolare sviluppo muscolare non è dettato dal suo patrimonio genetico, il genotipo).

Lamarck trovò opposizione in [Georges L. Chretien Cuvier](http://it.wikipedia.org/wiki/Georges_Cuvier), il quale aveva elaborato la '[teoria delle catastrofi naturali](http://it.wikipedia.org/wiki/Teoria_delle_catastrofi_naturali)' secondo la quale la maggior parte degli organismi viventi nel passato sarebbero stati spazzati via da numerosi cataclismi e il mondo infatti sarebbe stato ripopolato dalle specie sopravvissute.

Dopo cinquant'anni [Darwin](http://it.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin) formulò una nuova teoria evoluzionista; il noto naturalista, durante il suo viaggio giovanile sul [brigantino](http://it.wikipedia.org/wiki/Brigantino) [*Beagle*](http://it.wikipedia.org/wiki/HMS_Beagle), fu colpito dalla variabilità delle forme viventi che aveva avuto modo di osservare nei loro ambienti naturali intorno al mondo. Riflettendo sugli appunti di viaggio e traendo spunto dagli scritti dell'economista [Thomas Malthus](http://it.wikipedia.org/wiki/Thomas_Malthus), Darwin si convinse che la "lotta per la vita" fosse uno dei motori principali dell'evoluzione intuendo il ruolo selettivo dell'ambiente sulle specie viventi. L'ambiente, infatti, non può essere la causa primaria nel processo di evoluzione (come invece sostenuto nella teoria di Lamarck) in quanto tale ruolo è giocato dalle [mutazioni genetiche](http://it.wikipedia.org/wiki/Mutazione_genetica), in gran parte casuali. L'ambiente entra in azione in un secondo momento, nella determinazione del vantaggio o svantaggio riproduttivo che quelle mutazioni danno alla specie mutata, in poche parole, al loro migliore o peggiore [adattamento](http://it.wikipedia.org/wiki/Adattamento) (*fitness* in inglese).

I principali meccanismi che partecipano in queste situazioni sono:

* meccanismi genetici
* meccanismi ecologici

**Neodarwinismo: la sintesi moderna** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=2)]

La moderna teoria dell'evoluzione (detta anche *sintesi moderna* o [*neodarwinismo*](http://it.wikipedia.org/wiki/Neodarwinismo)) è basata sulla teoria di Charles Darwin, che postulava l'evoluzione delle specie attraverso la [selezione naturale](http://it.wikipedia.org/wiki/Selezione_naturale), combinata con la teoria di [Gregor Mendel](http://it.wikipedia.org/wiki/Gregor_Mendel) sulla ereditarietà biologica. Altre personalità che hanno contribuito in modo importante allo sviluppo della sintesi moderna sono: [Ronald Fisher](http://it.wikipedia.org/wiki/Ronald_Fisher), [Theodosius Dobzhansky](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Theodosius_Dobzhansky&action=edit&redlink=1), [J.B.S. Haldane](http://it.wikipedia.org/wiki/J.B.S._Haldane), [Sewall Wright](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Sewall_Wright&action=edit&redlink=1), [Julian Sorell Huxley](http://it.wikipedia.org/wiki/Julian_Sorell_Huxley), [Ernst Mayr](http://it.wikipedia.org/wiki/Ernst_Mayr), [George Gaylord Simpson](http://it.wikipedia.org/wiki/George_Gaylord_Simpson) e [Motoo Kimura](http://it.wikipedia.org/wiki/Motoo_Kimura).

**Rapporti** [**filogenetici**](http://it.wikipedia.org/wiki/Filogenetica)[[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=3)]





Schema semplificato dell'evoluzione degli esseri viventi

|  |  |
| --- | --- |
| Exquisite-kfind.png | *Per approfondire, vedi la voce* [***Evoluzione della vita***](http://it.wikipedia.org/wiki/Evoluzione_della_vita)*.* |

La maggior parte dei biologi sostiene la tesi della *discendenza comune*: cioè che tutta la vita presente sulla Terra discenda da un comune antenato. Questa conclusione si basa sul fatto che molte caratteristiche degli organismi viventi, come il [codice genetico](http://it.wikipedia.org/wiki/Codice_genetico), in apparenza arbitrari, sono invece condivisi da tutti gli organismi anche se qualcuno ha ipotizzato origini multiple della vita.

I rapporti di discendenza comune tra [specie](http://it.wikipedia.org/wiki/Specie) o gruppi di ordine superiore si dicono *rapporti filogenetici*, e il processo di differenziazione della vita si chiama [filogenesi](http://it.wikipedia.org/wiki/Filogenesi). La paleontologia dà prove consistenti di tali processi.

Organi con strutture interne radicalmente diverse possono avere una somiglianza superficiale e avere funzioni simili: si dicono allora *analoghi*. Esempi di [*organi analoghi*](http://it.wikipedia.org/wiki/Organi_analoghi) sono le ali degli [insetti](http://it.wikipedia.org/wiki/Insetti) e degli [uccelli](http://it.wikipedia.org/wiki/Uccelli). Gli organi analoghi dimostrano che esistono molteplici modi per risolvere problemi di funzionalità. Nello stesso tempo esistono organi con struttura interna simile ma che servono a funzioni radicalmente diverse (*organi omologhi*).

Confrontando [*organi omologhi*](http://it.wikipedia.org/wiki/Organi_omologhi) di organismi dello stesso [phylum](http://it.wikipedia.org/wiki/Phylum), ad esempio gli arti di diversi [Tetrapodi](http://it.wikipedia.org/wiki/Tetrapodi), si nota che presentano una struttura di base comune anche quando svolgono funzioni diverse, come la mano umana, l'ala di un uccello e la zampa anteriore di una [lucertola](http://it.wikipedia.org/wiki/Lucertola). Poiché la somiglianza strutturale non risponde a necessità funzionali, la spiegazione più ragionevole è che tali strutture derivino da quella del comune progenitore. Inoltre, considerando gli [*organi vestigiali*](http://it.wikipedia.org/wiki/Organi_vestigiali), risulta difficile ammettere che siano comparsi fin dall'inizio come organi inutili, mentre se si ammette che avessero una funzione in una specie progenitrice la loro esistenza risulta comprensibile.

La *mutazione* (termine introdotto all'inizio del [Novecento](http://it.wikipedia.org/wiki/XX_secolo)) consiste nella comparsa improvvisa, casuale ed ereditabile nelle future generazioni, di caratteristiche non possedute da antenati degli individui che le presentano. La ricombinazione genetica, che permette di creare nuove combinazioni di caratteristiche ereditarie, può aver luogo sia durante la [meiosi](http://it.wikipedia.org/wiki/Meiosi) (riproduzione sessuata) sia per trasferimento di materiale genetico da una cellula all'altra (coniugazione o trasformazione batterica).

Con [cladismo](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Cladismo&action=edit&redlink=1) si intende la ramificazione evolutiva già figurata da [Darwin](http://it.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin) nell'Origine della specie del [1859](http://it.wikipedia.org/wiki/1859). Attualmente fonda la classificazione sulla prospettiva filogenetica. La paleontologia aiuta a comprendere con numerosi esempi come una specie madre possa dare origine a due o più specie figlie, per ramificazione dicotomica, utilizzando la distinzione fra caratteri primitivi e innovativi.

**Sopravvivenza differenziata delle caratteristiche** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=4)]

Con questo termine si intende quali caratteristiche sono presenti in una popolazione e se la frequenza di presenza aumenta o diminuisce (anche fino alla totale scomparsa). Due processi fondamentali determinano la sopravvivenza di caratteristiche: la selezione naturale e la deriva genetica.

**Selezione naturale** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=5)]





Quattro differenti tipi di becco in diverse specie di fringuello

La [selezione naturale](http://it.wikipedia.org/wiki/Selezione_naturale) è il fenomeno per cui organismi della stessa specie con caratteristiche differenti ottengono, in un dato ambiente, un diverso successo riproduttivo; di conseguenza, le caratteristiche che tendono ad avvantaggiare la riproduzione diventano più frequenti di generazione in generazione. Si ha selezione perché gli individui hanno diversa capacità di utilizzare le risorse dell'ambiente e di sfuggire a pericoli presenti (come predatori e avversità climatiche); infatti le risorse a disposizione sono limitate, e ogni popolazione tende ad incrementare la sua consistenza in progressione geometrica, per cui i cospecifici competono per le risorse (non solo alimentari).

È importante notare che mutazione e selezione, prese singolarmente, non possono produrre un'evoluzione significativa.

La prima, infatti, non farebbe che rendere le popolazioni sempre più eterogenee. Inoltre, per il suo carattere casuale, nella maggior parte dei casi essa è neutrale, oppure nociva, per la capacità dell'individuo che la esibisce di sopravvivere e/o riprodursi.

La selezione, dal canto suo, non può introdurre nella popolazione nessuna nuova caratteristica: tende anzi ad uniformare le proprietà della specie.

Solo grazie a sempre nuove mutazioni la selezione ha la possibilità di eliminare quelle dannose e propagare quelle (poche) vantaggiose. L'evoluzione è quindi il risultato dell'azione della selezione naturale sulla variabilità genetica creata dalle mutazioni (casuali, ovvero indipendenti dalle caratteristiche ambientali). L'azione della selezione naturale e delle mutazioni viene analizzata quantitativamente dalla [genetica delle popolazioni](http://it.wikipedia.org/wiki/Genetica_delle_popolazioni).

È anche importante sottolineare che la selezione è controllata dall'ambiente, che varia nello spazio e nel tempo e comprende anche gli altri organismi.

Le mutazioni forniscono perciò il meccanismo che permette alla vita di perpetuarsi. Infatti gli ambienti sono in continuo cambiamento e le specie scomparirebbero se non fossero in grado di sviluppare adattamenti che permettono di sopravvivere e riprodursi nell'ambiente mutato.

**Deriva genetica** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=6)]

La [deriva genetica](http://it.wikipedia.org/wiki/Deriva_genetica) è la variazione, dovuta al caso, delle frequenze geniche in una piccola popolazione. Nelle piccole popolazioni derivanti da una più vasta è anche importante l'"effetto del fondatore", per cui esse possono avere casualmente frequenze geniche significativamente diverse da quelle della popolazione originaria.

Grazie a questi due fenomeni piccole popolazioni possono "sperimentare" combinazioni genetiche improbabili in quelle grandi.

**La speciazione** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=7)]





Tipi di speciazione

|  |  |
| --- | --- |
| Exquisite-kfind.png | *Per approfondire, vedi la voce* [***Speciazione***](http://it.wikipedia.org/wiki/Speciazione)*.* |

Affinché specie oggi distinte possano discendere da un progenitore comune è necessario che le specie in qualche modo "si riproducano". Ciò richiede che una parte della specie subisca un'evoluzione divergente dal resto, in modo che ad un certo punto si siano accumulate tante variazioni da poterla considerare una specie distinta.

Ogni specie (a meno che non sia in via di estinzione o residuale) è formata da più *popolazioni mendeliane*. Esse non coincidono con le popolazioni ecologiche e sono definite come parti della specie al cui interno si ha un'ampia possibilità di incrocio. La speciazione è possibile quando tra popolazioni o gruppi di popolazioni si instaura un *isolamento riproduttivo*, ossia vi è uno scambio genetico pressoché nullo.

Se si realizza l'isolamento per un tempo abbastanza lungo, è impossibile che per puro caso si abbia la stessa evoluzione nelle due parti della specie. La divergenza evolutiva è ancor più marcata se i due gruppi vivono in ambienti diversi poiché la selezione agisce su di loro in modo diverso.

**Speciazione allopatrica** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=8)]

La speciazione allopatrica avviene quando l'evoluzione di parti diverse della specie madre avviene in territori diversi. È necessario che l'areale della specie sia discontinuo, ossia che sia diviso in porzioni disgiunte, separate da zone in cui la [specie](http://it.wikipedia.org/wiki/Specie) non può vivere. Si ha quindi un *isolamento geografico*.

Più che l'isolamento geografico, il meccanismo di speciazione allopatrica sembra principalmente legato all'isolamento periferico: in seno ad una piccola subpopolazione, vivente ai margini dell'areale della specie in condizioni non ottimali, avviene la rapida differenziazione evolutiva e segregazione di una nuova specie in seguito al limitato scambio genetico con la popolazione principale.

**Speciazione simpatrica** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=9)]

Si ha speciazione simpatrica quando due popolazioni si evolvono separatamente pur vivendo nello stesso territorio. L'isolamento riproduttivo senza separazione geografica si può avere in due modi.

* L'*isolamento ecologico* è dovuto al fatto che le popolazioni occupano *nicchie ecologiche* differenti. Un esempio classico sono i fringuelli delle [Galápagos](http://it.wikipedia.org/wiki/Gal%C3%A1pagos), che han dato origine a specie diverse per alimentazione. *Questo esempio non è ritenuto corretto dalla totalità degli ambienti scientifici, infatti, si potrebbe obiettare che la distanza tra le isole è una sorta di separazione geografica (quindi rientrerebbe nella categoria della speciazione allopatrica).*
* L'*isolamento genetico* è causato da *riarrangiamenti cromosomici* stabilizzatisi in un piccolo gruppo, che non si può più incrociare con i cospecifici pur avendo inizialmente lo stesso fenotipo (*criptospecie*).

**Prove** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=10)]

Oggi l'evoluzione è considerata, dalla stragrande maggioranza dei biologi, un "fatto" supportato da una mole impressionante di prove di varia natura.

Si tratta, perlomeno sino ad oggi, della migliore spiegazione scientifica della diversità dei viventi.

**Prove paleontologiche** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=11)]

|  |
| --- |
| **Esempio di successione evolutiva** |
| La successione degli [ammoniti](http://it.wikipedia.org/wiki/Ammoniti) Hildoceratidi del [Lias](http://it.wikipedia.org/wiki/Lias_%28geologia%29) superiore (Giurassico) nell'Appennino umbro-marchigiano, mostra continue variazioni verticali (ossia nel tempo) con graduali modificazioni nella morfologia delle ammonite presenti, variazioni che sono state interpretate come evolutivi passaggi tra [genere](http://it.wikipedia.org/wiki/Genere_%28tassonomia%29) e genere.Qui, all'interno dell'unità [litostratigrafica](http://it.wikipedia.org/wiki/Litostratigrafia) del [Rosso Ammonitico](http://it.wikipedia.org/wiki/Rosso_Ammonitico), è presente una serie di ammoniti, ben conservate. Raccogliendone sistematicamente varie centinaia di campioni, strato per strato, si è osservato, muovendosi verso i termini più recenti, un adattamento funzionale verso una sempre maggiore idrodinamicità, interpretata con l'idea darwiniana della evoluzione gradualista per selezione naturale. Trattasi di una microevoluzione [simpatrica](http://it.wikipedia.org/wiki/Speciazione#Speciazione_simpatrica) in quanto queste specie sono presenti esclusivamente nell'area mediterranea della [Tetide](http://it.wikipedia.org/wiki/Tetide). |

I dati della [paleontologia](http://it.wikipedia.org/wiki/Paleontologia) mostrano non solo che gli organismi fossili erano diversi da quelli attuali, ma anche che man mano che andiamo indietro nel tempo le differenze con gli organismi viventi sono maggiori.

Ad esempio, fossili abbastanza recenti possono essere attribuiti generalmente a generi attuali, mentre quelli man mano più antichi sono sempre più diversi e sono attribuibili ad altri generi; permangono talora caratteristiche di base, per cui possono essere spesso attribuiti agli stessi gruppi tassonomici di ordine elevato attuali.

Ciò si accorda bene con l'ipotesi generale, che, arretrando nel tempo, ci si avvicina alla radice dell'[albero filogenetico](http://it.wikipedia.org/wiki/Albero_filogenetico).

La paleontologia fornisce prove concrete dell'evoluzione, quando i fossili sono trovati nelle successioni stratigrafiche sedimentarie in abbondanza, laddove è rispettato il principio fondamentale geologico della sovrapposizione. I fossili dentro le rocce sedimentarie marine sono diffusi in tutte le parti del mondo e permettono indagini stratigrafiche molto dettagliate.

**Prove biogeografiche** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=12)]

La distribuzione geografica delle specie viventi, anche alla luce delle conoscenze sulla [deriva dei continenti](http://it.wikipedia.org/wiki/Deriva_dei_continenti), ben si accorda con l'evoluzione organica. L'enorme varietà di adattamenti dei [marsupiali](http://it.wikipedia.org/wiki/Marsupiali) australiani, ad esempio, può essere spiegata col fatto che la separazione dell'[Australia](http://it.wikipedia.org/wiki/Australia) dagli altri continenti precede la comparsa degli ["placentati"](http://it.wikipedia.org/wiki/Euteri), e quindi i marsupiali terrestri australiani hanno potuto adattarsi a nicchie ecologiche in cui non dovevano competere con altri ordini di mammiferi.

Anche la sviluppo di grossi [uccelli](http://it.wikipedia.org/wiki/Uccelli) non volatori in grandi isole porta alle medesime conclusioni. Infatti, visto che esse erano già separate dai continenti alla comparsa degli animali omeotermi, solo gli uccelli hanno potuto raggiungerle ed occupare nicchie terrestri solitamente occupate da [mammiferi](http://it.wikipedia.org/wiki/Mammiferi).

Alle prove biogeografiche si possono aggiungere quelle paleobiogeografiche. La paleobiogeografia si occupa della posizione paleogeografica dei fossili, a partire da quella geografica attuale. L'argomento ha enorme importanza quando i fossili sono molto antichi (per es. quelli del Paleozoico e del Mesozoico), e talora danno indizi di speciazione allopatrica per migrazione. Tali studi, ancora poco sviluppati, devono essere eseguiti con il concorso della [biostratigrafia](http://it.wikipedia.org/wiki/Biostratigrafia); in tal caso possono dare risultati eccezionali. Un caso diverso è quello della presenza degli stessi fossili in aree oggi separate; Sudamerica e Africa infatti presentano in successioni rocciose simili, di origine continentale, fossili di rettili sinapsidi simili del [Permiano](http://it.wikipedia.org/wiki/Permiano), 250 milioni di anni fa, a testimoniare che i due continenti erano uniti nel supercontinente [Gondwana](http://it.wikipedia.org/wiki/Gondwana) in quel lontano periodo.

**Prove matematico/informatiche** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=13)]

Gli [algoritmi genetici](http://it.wikipedia.org/wiki/Algoritmi_genetici) sono delle [metaeuristiche](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Metaeuristica&action=edit&redlink=1) per la ricerca della soluzione ottimale di un problema basate sulla logica del modello evoluzionistico. Studiando questo metodo si è visto come, partendo dalle ipotesi del modello evoluzionistico, si può arrivare all'evoluzione di più specie.

Sono stati realizzati molti programmi per computer che simulano un [ecosistema](http://it.wikipedia.org/wiki/Ecosistema) per diversi scopi (divertimento, studio dei meccanismi evolutivi naturali, studio degli algoritmi genetici). Anche questi hanno dimostrato la plausibilità del modello evoluzionistico. Inoltre, gli algoritmi genetici sono stati applicati in campi lontani dalla biologia, come i problemi di ottimizzazione di funzioni matematiche, in cui le soluzioni vengono fatte "competere" e "incrociare" tra di loro con particolari metodi.

**Evoluzione osservabile** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=14)]

Uno dei pochi fenomeni di evoluzione osservabili, per via della estrema brevità dei cicli vitali in gioco e quindi della rapidità con cui è possibile osservare la successione delle generazioni, è quello relativo alla progressiva resistenza agli [antibiotici](http://it.wikipedia.org/wiki/Antibiotico) da parte dei [batteri](http://it.wikipedia.org/wiki/Batteri). È necessario utilizzare sempre nuovi antibiotici per assicurare trattamenti efficaci e ciò è dovuto al fatto che i batteri, come tutte le specie, mutano, e in un ambiente a loro ostile come un corpo umano in terapia antibiotica, sopravvivono semplicemente quegli individui le cui mutazioni determinano una maggiore resistenza a quello specifico antibiotico. L'uso diffuso degli antibiotici (sia sugli uomini che sugli animali) non fa che selezionare i ceppi batterici più resistenti, con drammatica diminuzione dell'efficacia. L'introduzione di un nuovo e più potente antibiotico non farà che riproporre lo schema già descritto: tra le infinite mutazioni ve ne saranno sempre alcune che daranno un vantaggio riproduttivo (che renderanno cioè più "adatti") agli individui che le hanno subite.

Anche i [virus](http://it.wikipedia.org/wiki/Vira) mutano rapidamente, producendo sempre nuovi ceppi, cosa che rende ancor più difficile cercare di contrastarli. Per questo motivo è difficile riuscire a produrre [vaccini](http://it.wikipedia.org/wiki/Vaccino) definitivamente efficaci contro l'[influenza](http://it.wikipedia.org/wiki/Influenza), visto che i tempi di mutazione del virus sono paragonabili ai tempi necessari per mettere in commercio un vaccino.

**L'impatto culturale del moderno concetto di evoluzione** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=15)]

**L'evoluzionismo filosofico** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=16)]

Il concetto di evoluzione definito in biologia da Darwin è andato estendendosi, nel tempo, come paradigma di intelligibilità applicabile a tutta la [storia dell'universo](http://it.wikipedia.org/wiki/Storia_dell%27universo) (vedi per esempio, in [astrofisica](http://it.wikipedia.org/wiki/Astrofisica), il concetto di [evoluzione stellare](http://it.wikipedia.org/wiki/Evoluzione_stellare)).

Anche le discipline umanistiche come la [filosofia](http://it.wikipedia.org/wiki/Filosofia) hanno recepito il modello interpretativo evoluzionistico, così accanto alla versione filosofica dell'evoluzione di tipo materialistico (quella di [Herbert Spencer](http://it.wikipedia.org/wiki/Herbert_Spencer)), il concetto di evoluzione in filosofia portò anche a reinterpretare le manifestazioni spirituali in senso evoluzionistico (due esempi emblematici: il pensiero del filosofo e [premio Nobel](http://it.wikipedia.org/wiki/Premio_Nobel) [Henri Bergson](http://it.wikipedia.org/wiki/Henri_Bergson) e del [teologo](http://it.wikipedia.org/wiki/Teologia) [gesuita](http://it.wikipedia.org/wiki/Gesuiti), nonché [paleoantropologo](http://it.wikipedia.org/wiki/Paleoantropologia), [Teilhard de Chardin](http://it.wikipedia.org/wiki/Teilhard_de_Chardin), i quali hanno utilizzato la teoria dell'evoluzione come uno strumento utile a descrivere il ruolo del divino negli accadimenti della storia).

**Il nuovo approccio evoluzionistico nelle scienze umane** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=17)]

Anche [Karl Marx](http://it.wikipedia.org/wiki/Karl_Marx) dedicò [*Il capitale*](http://it.wikipedia.org/wiki/Il_capitale) a Darwin, ritenendo il proprio studio dell'[economia](http://it.wikipedia.org/wiki/Economia) in qualche modo corrispondente al darwinismo in biologia.

Anche l'antropologia culturale nello studio dell'evoluzione dei gruppi umani e delle organizzazioni sociali trovò molto produttivo adottare il punto di vista evoluzionista come è il caso dell'antropologia americana con [Lewis Henry Morgan](http://it.wikipedia.org/wiki/Lewis_Henry_Morgan) e la sua [scuola](http://it.wikipedia.org/wiki/Evoluzionismo_%28scienze_etno-antropologiche%29).

**Critiche e alternative** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=18)]





Caricatura che ritrae Darwin con sembianze scimmiesche

**Antievoluzionismo** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=19)]

|  |  |
| --- | --- |
| Exquisite-kfind.png | *Per approfondire, vedi la voce* [***Antievoluzionismo***](http://it.wikipedia.org/wiki/Antievoluzionismo)*.* |

Il concetto di Evoluzionismo ha ricevuto critiche sia per motivi strettamente religiosi ([Creazionismo](http://it.wikipedia.org/wiki/Creazionismo) biblico, professato dall'[Ebraismo](http://it.wikipedia.org/wiki/Ebraismo) ortodosso e da alcune Chiese protestanti americane, ma non più dalla [Chiesa cattolica](http://it.wikipedia.org/wiki/Chiesa_cattolica), la quale non ha tuttavia una posizione unitaria e definita sul darwinismo [v. [*Evoluzione e chiesa cattolica*](http://it.wikipedia.org/wiki/Evoluzione_e_chiesa_cattolica)]), ma anche per opinioni riguardanti l'adeguatezza del meccanismo esplicativo neodarwiniano, o riguardanti la presunta insufficienza di prove della teoria di Darwin. Malgrado queste opinioni siano decisamente minoritarie nella comunità scientifica, e spesso non tengano conto di quanto la teoria originale di Darwin sia evoluta nel tempo, è giusto ricordare alcune di queste teorie alternative. Tra esse vi sono il [Disegno intelligente](http://it.wikipedia.org/wiki/Disegno_intelligente) e il [Devoluzionismo](http://it.wikipedia.org/wiki/Devoluzionismo) del biologo italiano [Giuseppe Sermonti](http://it.wikipedia.org/wiki/Giuseppe_Sermonti). La teoria di Darwin è anche avversata dal [fisico](http://it.wikipedia.org/wiki/Fisica) italiano [Antonino Zichichi](http://it.wikipedia.org/wiki/Antonino_Zichichi), che ne nega la solidità [matematica](http://it.wikipedia.org/wiki/Matematica) e ne attacca le prove [biologiche](http://it.wikipedia.org/wiki/Biologia) e [paleontologiche](http://it.wikipedia.org/wiki/Paleontologia). D'altra parte Zichichi ha criticato la teoria di Darwin solo su pubblicazioni divulgative e non su riviste scientifiche sottostanti al meccanismo del [*peer review*](http://it.wikipedia.org/wiki/Peer_review).

**Evoluzione e casualità** [[modifica](http://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Evoluzione&action=edit&section=20)]

Il biologo [Jacques Monod](http://it.wikipedia.org/wiki/Jacques_Monod) nel suo libro "Il caso e la necessità", asserì che la teoria scientifica evoluzionistica andava intesa come una teoria che concepiva l'evoluzione come una somma di eventi casuali, selezionati dalle necessità ambientali, che nulla avrebbe quindi a che fare con qualunque concezione finalistica sia riguardo all'uomo sia riguardo al mondo.

La casualità evolutiva, che deriva dalla casualità delle modifiche naturali del patrimonio genetico, che sono responsabili della differenziazione dei diversi individui entro la singola specie, viene rigettata, con considerazioni diverse dai sostenitori di una [prospettiva finalistica dell'evoluzione](http://it.wikipedia.org/wiki/Disegno_intelligente).