

# 6° DARWIN DAY

## CHARLES DARWIN: 1809-2009

*Il Darwin Day speciale del bicentenario*



GRAZIE A:



L'evento potrà essere seguito in diretta dal sito PIKAIA:  
[www.pikaia.eu](http://www.pikaia.eu)

### 4 - 8 FEBBRAIO 2009

### MUSEO DI STORIA NATURALE DI MILANO

IN COLLABORAZIONE CON:  
Centro Filippo Buonarroti  
Centro Culturale Ricerca - Monza  
Biblioteca Civica Nanni Valentini - Arcore  
Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali  
Raffaello Cortina Editore  
Fondazione Internazionale Balzan

CON IL CONTRIBUTO DI:



Regione Lombardia

CON IL PATROCINIO DI:

Provincia di Milano  
Ufficio Scolastico Regionale per la Lombardia  
Associazione Nazionale Musei Scientifici  
Unione Giornalisti Italiani Scientifici  
Società Italiana di Biologia Evoluzionistica  
Società Italiana di Scienze Naturali  
Fondazione Carlo Erba  
Fondazione Umberto Veronesi



museo di storia naturale



Associazione Didattica Museale



## **6° DARWIN DAY**

# **CHARLES DARWIN: 1809-2009 IL DARWIN DAY SPECIALE DEL BICENTENARIO**

Museo di Storia Naturale di Milano  
Corso Venezia, 55

4 - 8 febbraio 2009

### **ENTI ORGANIZZATORI:**

Museo Civico di Storia Naturale - Milano  
Associazione Didattica Museale - Milano

### **IN COLLABORAZIONE CON:**

Centro Filippo Buonarroti  
Centro Culturale Ricerca - Monza  
Biblioteca Civica Nanni Valentini - Arcore  
Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali  
Raffaello Cortina Editore  
Fondazione internazionale Balzan

### **CON IL CONTRIBUTO DI:**

Regione Lombardia  
Comune di Milano

### **CON IL PATROCINIO DI:**

Provincia di Milano  
Ufficio Scolastico Regionale per la Lombardia  
Associazione Nazionale Musei Scientifici  
Unione Giornalisti Italiani Scientifici  
Società Italiana di Biologia Evoluzionistica  
Società Italiana di Scienze Naturali  
Fondazione Carlo Erba  
Fondazione Umberto Veronesi

Preceduto da cinque fortunate e collaudate edizioni di "preparazione", il Darwin Day di Milano si appresta finalmente a celebrare il bicentenario della nascita di Charles Darwin e i centocinquant'anni dalla pubblicazione dell'Origine delle specie. Si tratterà di un grande evento internazionale che aprirà a Milano una nutrita serie di manifestazioni dedicate all'evoluzione già previste in tutto il paese nel corso dell'anno. In Italia passeranno in pochi mesi i più importanti evoluzionisti del mondo, pronti a illustrare gli avanzamenti recenti della ricerca scientifica in campo evoluzionistico.

Il Darwin Day di Milano è un atteso appuntamento annuale della vita culturale della città. Grazie al coinvolgimento di un numero crescente di altre sedi in Lombardia, esso si consolida come la più importante iniziativa regionale e nazionale dedicata all'evoluzione e rivolta a un pubblico non specialista. Come ogni anno i protagonisti del dibattito evoluzionistico internazionale si confronteranno fra loro e con il pubblico. La manifestazione come d'abitudine abbraccerà linguaggi diversi e sarà composta non soltanto dalle sessioni di convegno, ma anche da serate a tema spettacoli, letture, laboratori per bambini e per ragazzi. Lo stile divulgativo, misto agli approfondimenti, sarà calibrato per un pubblico curioso, non necessariamente di addetti ai lavori, con particolare attenzione agli studenti delle scuole superiori e agli universitari, nell'intento di coltivare l'interesse per la cultura scientifica.

L'edizione speciale del 2009 sarà naturalmente dedicata a Darwin stesso, alla sua biografia, alle sue osservazioni durante il viaggio e poi a Down House, alla sua personalità scientifica e umana, ai suoi metodi di scoperta e alla costruzione della sua teoria, all'impatto delle sue idee sulla cultura. Ma il grande naturalista inglese sarà soprattutto uno spunto per discutere dello stato attuale delle ricerche evoluzionistiche, delle prove accumulate in questi anni, dei problemi aperti nella storia naturale e delle scoperte che hanno ampliato la spiegazione evoluzionistica.

Chi non potrà essere presente al 200° compleanno di Darwin al Museo Civico di Storia Naturale, e nelle altre sedi cittadine e lombarde dove si terranno gli incontri, potrà seguirlo in diretta dalle pagine web di Pikaia ([www.pikaia.eu](http://www.pikaia.eu)), il portale italiano dedicato all'evoluzione. E dunque, insieme ad alcuni fra i suoi migliori eredi contemporanei, Milano augurerà...

**BUON COMPLEANNO, MR.DARWIN !**

Preceded by five lucky and well tested "preparation" editions, Milan's Darwin Day readies itself to celebrate at last the bicentennial of Charles Darwin's birth and the one hundred and fifty years since the publication of *On the Origin of Species*. It will be a great international event in Milan and it will open a rich nation-wide serie of events dedicated to evolution. Events that are to take place during the year. In the space of a few months the world's most important evolutionists will be in Italy, ready to illustrate the recent advances of scientific research in the evolutionistic field.

Milan's Darwin Day is an awaited for annual event of the city's cultural life. Thanks to the involvement of a growing number of other locations in Lumbardy, it consolidates itself as the most important regional and national initiative dedicated to evolution aimed at a non specialist audience. Like every year the key actors in the international evolutionistic debate will confront both among themselves and with the audience. As it has become its habit the event will embrace different languages and will not be made up of only the conference sessions, but also of theme nights, shows, readings, workshops for children and adolescents. The popular style, mixed with deeper analysis, will be geared for a curious audience, not necessarily of experts, with special attention paid to high-school and university students, for the purpose of cultivating interest towards scientific culture.

2009's special edition will obviously be dedicated to Darwin himself, his biography, his observations during the trip and afterwards in Down House, his scientific personality and his humanity, his methods of discovery and the building of his theory, as well as to the impact on culture of his ideas. But more than anything, the great english naturalist will be a cue to discuss the present state of evolutionistic research, the proofs gathered during these years, the open problems in natural history and the discoveries that broadened the evolutionistic explanation.

Those unable to be present at Darwin's 200° birthday at the Civic Museum of Natural History, and in the other locations in Milan and in Lumbardy where events will be held, will nevertheless be allowed to follow the live webcast from the pages of Pikaia ([www.pikaia.eu](http://www.pikaia.eu)) the italian portal dedicated to evolution. Therefore, together with some of his best contemporary followers, Milan will wish...

HAPPY BIRTHDAY, MR. DARWIN!

## **RELATORI**

### *SPEAKERS*

Claudio Band - parassitologo, Università di Milano  
Adalgisa Caccone - biologa evolutiva, Università di Yale  
Niles Eldredge - paleontologo, Museo di Storia Naturale di New York  
Giuseppe Fusco - zoologo, Università di Padova  
Elena Gagliasso - filosofa della scienza, Università Sapienza di Roma  
Peter Grant - Princeton University, Premio Balzan 2005 per la biologia delle popolazioni  
Rosemary Grant - Princeton University, Premio Balzan 2005 per la biologia delle popolazioni  
Antonello La Vergata - storico della filosofia, Università di Modena e Reggio Emilia  
Antonio Lazcano - biochimico, Università Nazionale Autonoma del Messico (UNAM)  
Gerd Müller - zoologo, Università di Vienna  
Giuliano Pancaldi - storico della scienza, Università di Bologna  
Eors Szathmary - biologo evolutivo, Università di Eötvös Loránd, Budapest  
Ian Tattersall - antropologo, Museo di Storia Naturale di New York  
John van Wyhe - storico della scienza, Università di Cambridge

## **COMITATO ORGANIZZATORE**

### *ORGANISING COMMITTEE*

Ilaria Guaraldi Vinassa de Regny - Relazioni Esterne - MSNM, Milano  
Carla Castellacci - Divulgatrice scientifica, Roma  
Telmo Pievani - Università degli Studi di Milano Bicocca

## **COMITATO SCIENTIFICO**

### *SCIENTIFIC COMMITTEE*

Enrico Banfi - Museo di Storia Naturale di Milano  
Carla Castellacci - Freelance, Roma  
Chiara Ceci - Università degli studi di Milano Bicocca  
Raffaello Cortina - Editore, Milano  
Marco Ferraguti - Università degli studi di Milano  
Giulio Giorello - Università degli studi di Milano  
Ilaria Guaraldi Vinassa de Regny – ADM, Museo di Storia Naturale di Milano  
Stefano Moriggi - Università degli studi di Milano  
Telmo Pievani - Università degli studi di Milano - Bicocca  
Giorgio Teruzzi - Museo di Storia Naturale di Milano

**E' PREVISTA LA TRADUZIONE SIMULTANEA**

***SIMULTANEOUS TRANSLATION SERVICE AVAILABLE***

## PROGRAMMA/PROGRAMME

### Mercoledì 4 febbraio

21.00

*"Ci vediamo questa sera...portate i Taccuini"*

Un gruppo di persone che si occupano di educazione scientifica ha letto i Taccuini di Darwin e si ritrova per parlarne convivialmente con Telmo Pievani, attorno al tavolo: Francesco Cigada, Pietro Danise, Emilia Franchini, Marcello Sala e Pinuccia Samek (di Scienza under18), Roberto Lalli, Giorgio Bardelli

### Giovedì 5 febbraio

21.00

*Serata con l'Autore*

Enrico Bellone, Molte nature, Raffaello Cortina Editore

Moderatori: Giulio Giorello ed Edoardo Boncinelli

### Venerdì 6 febbraio

#### IL MONDO DI DARWIN

##### *DARWIN'S WORLD*

14.00

*Indirizzi di saluto*

Massimo Zanello, Assessore alla Cultura Regione Lombardia

Massimiliano Finazzer Flory Assessore alla cultura Milano

Enrico Banfi, Direttore Museo Storia Naturale

14.30

*L'origine dei fringuelli di Darwin*

*On the origin of 'Darwin's finches'*

John van Wyhe, storico della scienza, Università di Cambridge

15.10

Elena Gagliasso, filosofa della scienza, Università La Sapienza di Roma

#### DARWIN ECOLOGO

##### *DARWIN ECOLOGIST*

15.50.

*Il darwinismo sociale*

*Social darwinism*

Antonello La Vergata, storico della filosofia, Università di Modena e Reggio Emilia

16.30

*Non imbalsamate Darwin, grazie*

*Do not embalm Darwin, thanks*

Giuliano Pancaldi, storico della scienza, Università di Bologna

*Dibattito con il pubblico*

*Modera: Stefano Moriggi*

21.00

*Balzan Distinguished Lecture*

*Indirizzo di saluto:*

Salvatore Veca, Presidente del Comitato Generale Premi Balzan

Peter e Rosemary Grant, Princeton University, Premio Balzan 2005 per la biologia delle popolazioni

*L'evoluzione dei fringuelli di Darwin*

*Evolution of Darwin's finches*

Introduce e modera: Marco Ferraguti, biologo evolutivo, Università degli Studi di Milano

## **Sabato 7 febbraio**

### **LA RIVOLUZIONE DARWINIANA THE DARWINIAN REVOLUTION**

9.30

*Darwin: scoprire l'albero della vita*

*Darwin: Discovering the Tree of Life*

Niles Eldredge, paleontologo, Museo di Storia Naturale di New York

10.10

*Darwin e l'origine della vita: dai paurosi patogeni alla microbiologia evolutiva*

*Darwin and the origin of life: From scary pathogens to evolutionary microbiology*

Antonio Lazcano, biochimico, Università Nazionale Autonoma del Messico (UNAM)

10.50

*Coffee Break*

11.10

*Charles Darwin e l'evoluzione umana*

*Charles Darwin and Human Evolution*

Ian Tattersall, antropologo, Museo di Storia Naturale di New York

11.50

*L'ispirazione di Darwin: genetica evolutiva e la conservazione delle tartarughe giganti delle Galápagos*

*Darwin Inspiration: evolutionary genetics and conservation of Giant Galápagos tortoises*

Adalgisa Caccone, biologa evolutiva, Università di Yale

*Dibattito con il pubblico*

*Modera: Telmo Pievani*

### **QUELLO CHE DARWIN NON POTEVA SAPERE WHAT DARWIN COULDN'T KNOW**

14.30

*Il sesso, la simbiosi e le gemmule di Darwin*

*Sex, symbiosis and Darwin's gemmules*

Claudio Bandi, parassitologo, zoologo (parassitologo), Università di Milano

15.10

*Tra forme reali e forme possibili: l'evoluzione dei processi di sviluppo*  
*Between actual and possible forms: the evolution of developmental processes*  
Giuseppe Fusco, zoologo, Università di Padova

15.50

*EvoDevo: verso una sintesi evolutiva estesa*  
*EvoDevo: towards an extended evolutionary synthesis*  
Gerd Müller, zoologo, Università di Vienna

16.30

*Evoluzione nel cervello?*  
*Evolution in the brain?*  
Eörs Szathmáry, biologo evolutivo, Università di Eötvös Loránd, Budapest

*Dibattito con il pubblico*  
*Moderata: Carla Castellacci*

21.00 - Pièce teatrale

*Quando Darwin incontrò il suo alter ego*  
Cura dei testi e regia: Gianfelice Facchetti  
Con Federica Cassini, Pietro De Pascalis e Giorgio Robustellini

## **Domenica 8 febbraio**

### **GIORNATA DEDICATA AD ATTIVITÀ LUDICO DIDATTICHE PER FAMIGLIE ACCOMPAGNATE DAI BAMBINI!**

10.00 -15.00 - 16.00

Al BioLab

*Evoluzione al Lavoro*

Nella suggestiva scenografia del BioLab, avremo l'occasione di scoprire e sperimentare alcuni basilari meccanismi dell'evoluzione.

Attività per famiglie e bambini dai 6 anni.

Dalle 10.00 alle 12.30 e dalle 15.00 alle 17.30

Al Museo

*Sulle tracce di Darwin*

Caccia al tesoro nelle sale del Museo alla scoperta delle meraviglie naturali che hanno ispirato la rivoluzionaria teoria del grande naturalista inglese.

Dalle 15.30 alle 17.30

*Viaggio di un naturalista nel Museo:*

Gioco di ruolo

In occasione del Bicentenario della nascita di Darwin sarà proposto ad un pubblico di studenti della scuola superiore e ad adulti un coinvolgente gioco di ruolo con protagonista l'Evolutione. Gli utenti si identificheranno in scienziati e dovranno utilizzare tutte le loro capacità di curiosità, osservazione, intuizione, ipotesi e spiegazione, come fece Darwin nel suo viaggio fisico e intellettuale. Scopriremo così come queste capacità siano fondamentali anche nel contesto scientifico attuale, nel quale un lavoro di equipe consente di arrivare a risultati concreti e affidabili.



18.00

*Concerto dedicato a Charles Darwin*

Musiche di Bartok, Grieg, Kabalevski, Chopin

Orchestra Scuola Media G.Negri Istituto Comprensivo Calasanzio di Milano

**8 febbraio - 1° marzo 2009**

**Piccolo Teatro di Milano**

*Darwin... tra le nuvole*

Un'idea di Luca Boschi, Stefano de Luca, Giulio Giorello

Regia Stefano de Luca

Con Clio Cipolletta, Gabriele Falsetta, Andrea Germani, Andrea Luini, Silvia Pernarella

**Giovedì 12 febbraio 2009**

**BUON COMPLEANNO MR. DARWIN!**

DALLE ORE 11 ALLE ORE 17 È POSSIBILE AVERE L'ANNULLO POSTALE SPECIALE  
PER L'ANNO DARWINIANO

Dalle 10.00 alle 12.30 e dalle 15.00 alle 17.30

Al Museo

*Sulle tracce di Darwin*

Caccia al tesoro nelle sale del Museo alla scoperta delle meraviglie naturali che hanno ispirato la rivoluzionaria teoria del grande naturalista inglese.

Dalle 18.00 alle 19.00

*Ensemble musicale nelle sale del Museo*

Clarineti, chitarre e pianisti della Scuola Media Istituto Comprensivo "A.Benedetti Michelangeli". di Lacchiarella (Mi)

# L'ORIGINE DEI FRINGUELLI DI DARWIN

John Van Wyhe

*Dipartimento di Storia e Filosofia della Scienza, Cambridge University, UK.*

Forse la leggenda più diffusa su Charles Darwin è quella secondo la quale avrebbe scoperto l'evoluzione alle Isole Galápagos, quando osservò i fringuelli di quelle isole. Tuttavia gli storici della scienza sanno da più di vent'anni che questo non è vero. Si deve quindi rispondere alla domanda: se queste leggende non sono basate su ciò che Darwin fece e scrisse realmente, allora, da dove vengono? Questa presentazione è basata su resoconti della vita e della teoria di Darwin apparsi tra il 1882 e il 1982. Essa mostra che il ruolo delle Galápagos e dei fringuelli nella storia della vita di Darwin è cambiata radicalmente rispetto all'epoca della sua morte, e che le leggende moderne sono emerse solamente a metà del ventesimo secolo. La conclusione è che non fu un singolo pensatore a inventare la leggenda, e che essa non fu costruita per perseguire un singolo obiettivo. Al contrario, gli elementi di quelle che sarebbero successivamente diventate leggende sorsero indipendentemente, in tempi e contesti differenti, e solo più tardi, gradualmente, iniziarono a presentarsi insieme.

# ON THE ORIGIN OF DARWIN'S FINCHES

John van Wyhe

*Department of History and Philosophy of Science, Cambridge University*

Perhaps the most widespread legend about Charles Darwin is that he discovered evolution on the Galápagos Islands when he observed the islands' finches. Yet historians of science have known for more than twenty years that this is not true. The question must therefore be answered, if these legends are not based on what Darwin actually did and wrote, then where do they come from.

This talk is based on accounts of Darwin's life and theory between 1882 and 1982. It is shown that the role of the Galápagos and the finches in the story of Darwin's life has changed radically since his death and the modern legends emerged only in the mid-twentieth century. It is concluded that the legend was not invented or designed by any single thinker or to suit any single aim. Instead the elements of the later legends arose independently in different times and contexts and only later, gradually, began to appear together.

# DARWIN ECOLOGO

Elena Gagliasso

*Facoltà di Filosofia, Sapienza Università di Roma*

Separare nel pensiero di Darwin la fondazione della biologia moderna alle altre trasformazioni o aperture di campi disciplinari è stato un utile iter per focalizzare il cuore tematico della teoria. Oggi possiamo ritenere che molte di tali distinzioni siano divenute obsolete. Una in particolare, avallata da autorevoli pensatori come Pascal Acot o da Camille Limoges, relativa alla ricostruzione delle origini del pensiero ecologico, letto come svincolato da quello biologico evoluzionista.

Eppure non soltanto la teoria darwiniana, filtrata dall'allievo Haeckel, pone con quest'ultimo la denominazione stessa della futura disciplina ('ecologia'), ma proprio l'integrale tessuto del modo di ragionare darwiniano, basato sulle relazioni interattive, costruttive, distruttive, tra ambienti e viventi è profondamente ecologico. Continuando e trasformando peraltro una linea di pensiero bio-ecologico già presente fin da Lamarck. Esistono così due livelli di un Darwin 'ecologo': uno intrinseco e celato nelle opere maggiori e uno più esplicito, presente in quelle minori, in particolare in *Sulla formazione del terriccio ad opera dei lombrichi* e in *Struttura e distribuzione delle barriere coralline*.

# DARWIN AS ECOLOGIST

Elena Gagliasso

*Faculty of Philosophy, Sapienza University of Rome*

The separation, in Darwin's thought, of the foundations of modern biology from the other innovations, or from the opening of new disciplinary fields, has been a useful course of action in order to put the core themes of the theory into focus. Today we can maintain that most of those distinctions have become obsolete. Such is the one, endorsed by authorities such as Pascal Acot or Camille Limoges, aimed at reconstructing the origins of ecological thinking as disconnected from evolutionary thinking.

Yet Darwin's theory, through the filter of his student Haeckel, did provide the name itself ("ecology") for the new discipline. Besides, the integral fabric of Darwin's mode of reasoning, based on interactive, constructive and destructive relations among environments and the living, is deeply ecological. It follows, and transforms, a line of bio-ecological thinking already under way since Lamarck.

There are thus two planes where one can read Darwin "as ecologist": one is intrinsic, concealed in the major works; the other more explicit and perceivable in the minor ones, especially *The Formation of Vegetable Mould Through the Action of Worms* and *The Structure and Distribution of Coral Reefs*.

# DARWINISMO SOCIALE

Antonello La Vergata,

*Dipartimento Scienze del Linguaggio e della Cultura, Università di Modena e Reggio Emilia.*

Le idee di Darwin furono applicate ai fenomeni sociali subito dopo la pubblicazione dell'Origine delle specie, dunque ben prima che Darwin si pronunciasse nell'Origine dell'uomo. I concetti di selezione naturale, lotta per l'esistenza e sopravvivenza del più adatto furono usati in molti modi diversi e secondo prospettive politiche diverse, che andavano dalla difesa del laissez-faire al socialismo. Il cosiddetto darwinismo sociale fu quindi tutt'altro che una corrente omogenea, e molti cosiddetti darwinisti sociali non erano affatto darwiniani. Il darwinismo sociale sparì dalle scienze umane dopo la prima guerra mondiale, ma da allora il timore del biologismo ha a lungo ostacolato il dialogo fra la biologia e le scienze sociali. La relazione esaminerà le opinioni di Darwin su questioni come la razza, l'eugenetica e l'azione della selezione naturale sull'uomo civilizzato. Verranno adottati esempi delle diverse interpretazioni del darwinismo e delle sue implicazioni per lo studio dell'uomo e della società.

# SOCIAL DARWINISM

Antonello La Vergata,

*Language and Culture Sciences Department, University of Modena and Reggio Emilia*

Darwin's ideas were applied to society soon after the publication of the *Origin of Species*, that is before Darwin published *The Descent of Man*. The concepts of natural selection, struggle for existence and survival of the fittest were used in a number of ways, and served a number of political perspectives, ranging from *laissez-faire* to socialism. The so-called "social Darwinism", therefore, was all but a homogeneous current, and many so-called social Darwinists were far from being really Darwinian. Social Darwinism apparently disappeared from the human sciences after the First World War, but the fear of "biologism" has since then obstructed the dialogue between biology and social sciences. Darwin's own stance on such issues as race, eugenics and the "influence of natural selection on civilized nations" (Darwin's phrase) will be examined. Examples of different interpretations of the implications of Darwinism for the study of man and society will also be given.

# NON IMBALSAMATE DARWIN, GRAZIE

Giuliano Pancaldi

*Dipartimento di Filosofia, Università di Bologna.*

Una rilettura dell'Origine delle specie, soprattutto nella prima edizione del 1859, rivela un Darwin per molti aspetti lontano da quello che ci ha consegnato l'agiografia darwiniana passata e recente.

L'Origine rivela un Darwin che utilizza a piene mani i concetti e il linguaggio dell'economia conservatrice del suo tempo - interamente calato nella cultura e nell'ideologia dei suoi contemporanei - eppure, usando quelle vecchie cose, riesce a costruire una straordinaria concezione dell'evoluzione su scala planetaria, che ci guida ancora oggi.

Un Darwin personalmente laico in materia di religione, che però non esita a introdurre Dio in alcuni passi strategici del suo capolavoro.

Un Darwin chiaramente innamorato della propria teoria, che tuttavia preferisce la parola "opinione" [view] alla parola "teoria" anche quando parla di sé e non smette di dialogare con critici e avversari di ogni orientamento.

Un Darwin che scrive cinquecento pagine in tredici mesi per dimostrare la validità della "sua" selezione naturale e passa il resto della vita a difenderla, eppure riconosce fin dal 1859 che da sola la selezione non può spiegare tutto.

Un Darwin non accademico, che scrive più della metà del suo capolavoro per allevatori, giardinieri e dilettanti di ogni tipo con cui ama dialogare e meno della metà per quel genere di accademici e giornalisti che lo avrebbero celebrato o attaccato nei centocinquanta anni successivi.

Un Darwin risolutamente creativo, eppure incline al compromesso e strenuo difensore della propria dimensione privata. Un Darwin lontano mille miglia dai "sacerdoti della laicità" e dai predicatori pubblici del "politicamente corretto" che hanno avuto tanta fortuna negli ultimi cinquant'anni.

Insomma: un Darwin teorico spregiudicato e insieme empirista e pragmatista radicale, su cui possono ancora formarsi utilmente - mettendosi alle spalle l'agiografia darwiniana - i tanti nuovi Darwin di cui le scienze della vita sentono forte il bisogno nell'era della genomica.



# DO NOT EMBALM DARWIN. THANKS.

Giuliano Pancaldi

*Department of Philosophy, University of Bologna*

Re-reading *The Origin of Species*, especially the first edition, reveals a different Darwin from the one bequeathed to us by Darwinian hagiography.

The 1859 *Origin* reveals a Darwin who used the concepts and language of conservative economics, deeply immersed as he was in the culture and ideology of his times- yet by using that old stuff managed to build an extraordinary vision of evolution on a global scale, which still provides guidance to scientists today.

A Darwin who was personally agnostic - yet did not hesitate to insert God into some crucial passages of his masterpiece.

A Darwin who was visibly in love with his own theory - yet preferred the term "view" to "theory", even when he talked about himself, and never ceased to engage in dialogue with critics and opponents of the most diverse outlooks.

A Darwin who could write five hundred pages in thirteen months to demonstrate the validity of "his" natural selection, and spent the rest of his life in defending it - yet already in 1859 recognised that selection could not explain everything.

A Darwin who was not an academic, and addressed more than half of his masterpiece to breeders, gardeners and all kinds of amateurs with whom he was fond of exchanging views, and less than half to that kind of academics and journalists who would be celebrating or denigrating him in the hundred and fifty years to come.

A Darwin who was resolutely creative, yet bent on compromise, and a strenuous defender of his privacy. A Darwin thousand miles away from the "high priests of secularism" and the propagandists of the "politically correct" who have been celebrating him over the past fifty years.

A Darwin, in short, who was both a nonconformist theoretician and a radical empiricist and pragmatist. A Darwin who - forgetting Darwinian hagiography - can still be an unrivalled source of inspiration for the "new Darwins" so badly needed within the life sciences in the genomic era.

# L'EVOLUZIONE DEI FRINGUELLI DI DARWIN

Peter R. Grant and B. Rosemary Grant

*Dipartimento di Ecologia e Biologia Evolutiva, Princeton University*

Il problema di spiegare l'origine delle specie è ancora aperto dai tempi di Darwin. In questa conferenza illustreremo cosa abbiamo appreso dagli studi effettuati sui fringuelli di Darwin sulle Isole Galápagos. Quattordici specie sono derivate da un antenato comune negli ultimi due-tre milioni di anni, nessuna si è estinta a seguito di attività umane, e parte del loro ambiente è ancora allo stato naturale. Discuteremo i fattori ecologici che promuovono la diversificazione, come avviene l'evoluzione al cambiare dell'ambiente, quali sono le barriere all'ibridazione e come sono ereditate, e cosa succede quando queste barriere cadono. Il concetto moderno della formazione delle specie ha ancora una riconoscibile impronta darwiniana, ma è stato trasformato rispetto ai tempi di Darwin dai risultati dello studio del comportamento, dell'ecologia e della genetica.

# EVOLUTION OF DARWIN'S FINCHERS

Peter R. Grant and B. Rosemary Grant

*Department of Ecology and Evolutionary Biology, Princeton University*

The problem of explaining the origin of species has remained with us since Darwin's time. In this lecture we will discuss what has been learned from studies of Darwin's finches on the Galápagos islands. Fourteen species have been derived from a common ancestor in the last two to three million years, none has become extinct as a result of human activities and part of their environment is still in a natural state. We will discuss the ecological factors promoting diversification, how evolution occurs when the environment changes, what the barriers are to interbreeding, how they are inherited and what happens when they break down. The modern conception of how species form still has a recognizable Darwinian signature, but has been transformed since Darwin's time by findings from the study of behavior, ecology and genetics.

# DARWIN: SCOPRIRE L'ALBERO DELLA VITA

Niles Eldredge

*The American Museum of Natural History, New York, USA.*

Quando Charles Darwin prese il largo sull'HMS Beagle nelle giornate di fine dicembre 1831, mancava ancora un mese al suo 23esimo compleanno. Tuttavia, anche se gli storici hanno correttamente sottolineato che fino a quel momento la sua formazione come naturalista era stata minima, i suoi lavori – con Robert Grant mentre era alla scuola di medicina (Edimburgo 1825-1827) e come studente a Cambridge sotto l'influenza di John Stevens Henslow (1821-1831) – lo avevano esposto ai rudimenti della raccolta sul campo, alla dissezione al microscopio, all'analisi delle storie di vita (Grant) e all'importanza della variazione (Henslow). Grant era un evoluzionista, e con Darwin cercò di scoprire le connessioni filogenetiche tra piante e animali; mentre si trovava a Edimburgo, Darwin lesse Lamarck.

Darwin iniziò a verificare – persino a “sperimentare” – la trasmutazione sin dal momento in cui iniziò a raccogliere fossili di mammiferi a Bahia Blanca, Argentina, nel 1832. Scrisse il suo primo saggio “trasmutazionista” (intitolato Febbraio 1835) mentre si trovava a Valdivia, Cile, basando le sue idee sulla sostituzione di specie estinte da parte di specie congeneriche viventi principalmente sulle esperienze fatte a Bahia Blanca nel 1832 e 1833. Nell'autunno del 1835 Darwin visitò le Galápagos, osservando la sostituzione delle specie da parte di specie congeneriche, secondo il pattern da lui predetto durante le precedenti osservazioni in Patagonia e nelle Isole Falkland.

Tornato a casa, Darwin iniziò il suo “Taccuino sulla trasmutazione” nel 1837, vedendo immediatamente “l'albero della vita” come una semplice previsione dell'ipotesi della trasmutazione e annotando la sua scoperta della selezione naturale nel 1838 e nel 1839. Pur disponendo di una teoria elaborata, Darwin si astenne dal pubblicarla fino a quando non vi fu costretto dall'aver ricevuto la fatidica lettera e il manoscritto di A. R. Wallace, nel 1858.

# DARWIN: DISCOVERING THE TREE OF LIFE

Niles Eldredge

*The American Museum of Natural History, New York, USA*

When Charles Darwin set sail on the HMS Beagle in the waning days of December, 1831, he was still a month away from his 23rd birthday. But, though historians correctly emphasize that Darwin's training as a naturalist had been minimal up to that point, nonetheless his work—with Robert Grant while in medical school (Edinburgh, 1825-1827) and as an undergraduate at Cambridge under the influence of John Stevens Henslow (1828-1831—had exposed him to the rudiments of field collecting, microscope dissection, analysis of life histories (Grant), and the importance of variation (Henslow). Grant was an evolutionist—together with Darwin looking for phylogenetic connections between plants and animals; Darwin read Lamarck while in Edinburgh. Darwin was testing—even “experimenting” with—transmutation from the moment he collected fossil mammals at Bahia Blanca, Argentina in 1832. He wrote his first transmutationally-imbued essay (entitled February 1835) while in Valdivia, Chile—basing his thoughts on the replacement of extinct by living congeneric species primarily on his experiences at Bahia Blanca in 1832 and 1833. In the Fall of 1835, he visited the Galápagos, observing his predicted pattern of geographic replacement of congeneric species developed through his earlier observations in Patagonia and the Falkland Islands. Darwin returned home, opening his “Transmutation Notebooks” in 1837, immediately seeing the “tree of life” as a simple prediction of the hypothesis of transmutation, and recording his discovery of natural selection in 1838 and 1839. With most of his theory in place, Darwin nonetheless refrained from publishing until forced to do so on receiving the fateful letter and manuscript from A.R. Wallace in 1858.

# DARWIN E L'ORIGINE DELLA VITA: DAI PAUROSII PATOGENI ALLA MICROBIOLOGIA EVOLUTIVA

Antonio Lazcano

*Facultad de Ciencias, UNAM, Mexico*

Come scrisse nell'Origine delle Specie, Charles Darwin era acutamente cosciente che quella che sembrava l'improvvisa apparizione dei fossili dei principali phyla animali nelle rocce sedimentarie, che ora sappiamo risalire a circa 600 milioni di anni fa, poteva essere usata come argomento contro le sue idee sull'evoluzione. Come molti dei suoi contemporanei, Darwin sembra aver pensato ai microbi solo come a dei patogeni e non come agli antenati di animali, piante e funghi. Il lavoro di Ernst Haeckel e di altri contemporanei mostra che tale descrizione distorta iniziò presto a cambiare, ma solo con l'avvento della cladistica molecolare e con la lenta ma costante trasformazione della biologia molecolare in un campo con un approccio evolutivo abbiamo iniziato a comprendere che i procarioti sono le forme di vita più antiche e che molti tratti degli organismi multicellulari, inclusi alcuni geni umani associati a malattie genetiche ereditarie, possono essere fatti risalire ai nostri antichi antenati. Eppure, i microbi sono ancora visti da molti con considerevole sospetto, e portano su di sé il peso dei nostri pregiudizi intellettuali e sanitari.

# DARWIN AND THE ORIGIN OF LIFE: FROM SCARY PATHOGENS TO EVOLUTIONARY MICROBIOLOGY

Antonio Lazcano

*Facultad de Ciencias, UNAM, Mexico*

As he wrote in *The Origin of Species*, Charles Darwin was painfully aware that what seemed to be the sudden appearance of fossils of the main animal phyla in sedimentary rocks that we now know are approximately 600 million years old could be used as an argument against his evolutionary views. Like many of his contemporaries, Darwin apparently thought of microbes only as pathogens and not as the ancestors of animals, plants and fungi. The work of Ernst Haeckel and other contemporaries shows that such biased description soon began to change, but it was not until the advent of molecular cladistics and the slow but steady transformation of molecular biology into an field with an evolutionary perspective that we have begun to realize that prokaryotes are the oldest life forms and that many traits of multicellular organisms, including some human genes associated with heritable genetic diseases, can be traced back to our microbial ancestors. Nevertheless, microbes are still seen by many with considerable distrust and carry with them the weight of our intellectual and sanitary prejudices.

# CHARLES DARWIN E L'EVOLUZIONE UMANA

Ian Tattersall

*The American Museum of Natural History, New York, USA*

Nessuna area della biologia è stata così profondamente influenzata dalla visione darwiniana della storia della vita come la scienza che studia le origini dell'Uomo. Eppure, lo stesso Charles Darwin fu, curiosamente, restio a impegnarsi direttamente nella questione dell'evoluzione umana, specialmente nei termini delle sue testimonianze tangibili. Le ragioni sembrano essere state numerose: il desiderio dello stesso Darwin di evitare i confronti accesi; la conduzione spesso scandalosa dell'antiquariato nella metà del 19esimo secolo; la persistente mancanza di fiducia da parte di Darwin nell'affidabilità dei reperti fossili; il fatto che il suo stretto associato Thomas Henry Huxley avesse liquidato lo scheletro di Neanderthal, il più distintivo dei fossili ominidi conosciuti a quel tempo, come mero rappresentante di una varietà "barbarica" di Homo sapiens. Non ci sono dubbi sul fatto che l'evoluzione umana e le sue implicazioni fossero assai presenti a Darwin negli anni che portarono alla pubblicazione dell'Origine delle Specie; ma alla fine sembra che egli abbia preso coscientemente la decisione di stare lontano da questo campo minato. Anche la sua vasta opera

L'Origine dell'uomo può essere letta plausibilmente come un trattato anti-poligenista e anti-schiavista, e come una esegesi della selezione sessuale, più che come un serio esame delle evidenze - per ciò che esse erano all'epoca - relative all'origine del genere umano. Ciò nonostante, pur rimanendo prudentemente nell'ambito della speculazione astratta, in questa grande opera Darwin riuscì a stabilire molti dei temi che ancora oggi dominano la paleoantropologia, inclusa la nostra discendenza da una singola specie progenitrice di forma simile alle grandi scimmie, il primato della locomozione eretta nell'evoluzione umana, la nascita della nostra famiglia nel continente africano e, nel bene e nel male, "la necessaria acquisizione in modo graduale di ciascun potere e capacità mentale".



# CHARLES DARWIN AND HUMAN EVOLUTION

Ian Tattersall

*The American Museum of Natural History, New York, USA*

No area of biology has been more deeply influenced by the Darwinian view of life history than has the science of human origins. Yet Charles Darwin himself was curiously reluctant to engage directly with the question of human evolution, especially in terms of its tangible record. There appear to have been several reasons for this, including Darwin's desire to avoid confrontation; the scandal-ridden nature of antiquarianism in the mid-nineteenth century; Darwin's own abiding lack of confidence in the reliability of the fossil record; and his close colleague Thomas Henry Huxley's dismissal of the Neanderthal skeleton, the most distinctive hominid fossil known at the time, as merely representing a "barbaric" variety of *Homo sapiens*.

There can be no doubt that human evolution and its implications were very much on Darwin's mind in the years leading up to the publication of *On the Origin of Species*; but in the end he seems to have made a conscious decision to stay clear of this minefield.

Even his vast work *The Descent of Man* is more plausibly read as an anti-polygenist, anti-slavery tract, and as an exegesis of sexual selection, than as a serious examination of the evidence, such as it then was, for the origin of humankind.

Nonetheless, while staying safely in the realm of abstract speculation, in this great work Darwin managed to establish many of the themes that still dominate paleoanthropology today, including human descent from a single species of ape-like progenitor, the primacy of upright locomotion in human evolution, the birth of our family in the continent of Africa, and, for better or for worse, "the necessary acquirement of each mental power and capacity by gradation."

# L'EVOLUZIONE DELLE ISPIRAZIONI DI DARWIN: LE TARTARUGHE GIGANTI DELLE GALÁPAGOS

Adalgisa Caccone

*Dipartimento di Ecologia e Biologia Evolutiva, Yale University*

Le tartarughe che abitano le Isole Galápagos sono una delle due sole linee filetiche rimaste di tartarughe giganti che un tempo abitavano ogni continente eccetto l'Antartide. Sin da quando Charles Darwin nel 1835 visitò le Galápagos, questi animali hanno guadagnato in importanza, come ispiratori di uno dei più grandi progressi intellettuali in biologia, oltre a essere animali spettacolari per se stessi. Noi abbiamo studiato la genetica di questi gruppi tassonomici in pericolo di estinzione. I principali risultati comprendono una dettagliata analisi della loro storia filogenetica, indicazioni sulla validità dal punto di vista tassonomico delle specie nominate, effetti dell'attività vulcanica sulla diversità genetica dei gruppi tassonomici rimanenti, effetti delle attività umane sui pattern di genetica di popolazioni, identificazione dal punto di vista genetico delle origini degli animali in cattività, e chiarimenti sulla genetica sottostante al programma, di grande successo, di allevamento e reintroduzione degli animali in cattività. La provata capacità di reintroduzione di taxa quasi estinti evidenzia la fattibilità di ripristinare le popolazioni dei più grandi erbivori poichilotermici terrestri viventi, in modo da mantenere l'integrità di questi unici ecosistemi insulari.

Le nostre tecniche sono state quasi interamente l'analisi del DNA di 4.000 campioni di sangue e di esemplari museali rappresentanti linee filetiche estinte o quasi estinte. Di particolare rilevanza ai fini della conservazione sono recenti risultati che suggeriscono che il famoso Lonesome George, l'ultima tartaruga rimasta della specie che vive sull'isola Pinta, potrebbe non essere l'ultimo rappresentante vivente della sua specie, e che i geni di specie estinta di tartarughe che vivevano sull'isola Floreana potrebbero essere ancora tra noi. Il ritrovamento di parenti di Lonesome George e la riscoperta di geni appartenenti alla specie che un tempo viveva sull'isola di Floreana dopo più di 150 anni di estinzione offrono una rara opportunità di riportare alla vita questa specie attraverso incroci selettivi, ed evidenziano il ruolo critico della genetica e degli esemplari museali nella biologia di conservazione.

I nostri risultati poggiano largamente sull'informazione genetica e morfologica ottenuta dagli esemplari museali, illustrando i grandi benefici forniti da collezioni ben organizzate e facilmente accessibili. Ugualmente importante è la disponibilità di un ampio database genetico tramite il quale è possibile identificare possibili esemplari ibridi. Tale database si può solo ottenere dallo studio a lungo termine di un sistema. Mentre le specie continuano a essere minacciate dall'impatto delle attività umane, anche all'interno di siti dichiarati Patrimonio dell'Umanità come quello delle Galápagos, l'approfondimento delle conoscenze e l'applicazione di nuove tecnologie saranno di importanza decisiva per mettere a punto strategie di conservazione per proteggere ciò che rimane, e potenzialmente riportare in vita ciò che si è perduto.

# EVOLUTION OF DARWIN'S INSPIRATIONS: GIANT GALÁPAGOS TORTOISES

Adalgisa Caccone

*Department of Ecology and Evolutionary Biology, Yale University*

The tortoises that inhabit the Galápagos Islands are one of only two remaining lineages of giant tortoises that once inhabited every continent except Antarctica. Since Darwin's 1835 visit to Galápagos, these animals have risen to prominence as an inspiration in arriving at one of the greatest intellectual advances in biology as well as being spectacular animals in their own right. We have been studying the genetics of these endangered taxa. Major findings include a detailed understanding of their phylogeographic history, insights into the taxonomic validity of the named species, effects of volcanic activity on genetic diversity of remaining taxa, effects of human activities on population genetic patterns, genetic identification of the origin of captive animals, and insights into the genetics of a highly successful captive breeding/repatriation program. The proven ability to repatriate nearly extinct taxa emphasizes the feasibility of restoring populations of these largest extant terrestrial poikilothermic herbivores in order to maintain the integrity of the unique island ecosystems.

Our techniques have been almost entirely DNA-based analysis of a collection of about 4,000 blood samples as well as museum specimens representing extinct or nearly extinct lineages. Of special relevance for conservation purposes are recent results that suggests that the renowned Lonesome George, the last tortoise from the species living on the island of Santa Cruz, may not be the last living representative of his unique lineage, and that genes from an extinct Giant Galápagos tortoise species from the island of Santa Cruz could be still be among us. The finding of relatives of Lonesome George and the rediscovery of the Santa Cruz lineage after more than 150 years in the extinction wilderness presents a rare opportunity to resurrect this species through selective breeding and also highlights the critical role of genetics and museum specimens in conservation biology.

Our findings rely heavily on the genetic and morphological information provided by museum specimens, illustrating the great benefits furnished by collections that are well organized and easily accessible. Of equal importance is the availability of a large genetic database upon which to compare potential hybrid specimens. Such a database can only come from long-term study of a system. As species continue to come under threat from human activities, even within World Heritage Sites such as Galápagos, increasing depth of understanding and application of new technologies will be instrumental in refining conservation strategies to protect what remains and potentially resurrect what has been lost.

# IL SESSO, LA SIMBIOSI E LE GEMMULE DI DARWIN

Claudio Bandi

*DIPAV, Sezione di Patologia Generale e Parassitologia, Università di Milano*

Nella biologia evoluzionistica dominata dai modelli e dalle equazioni, relative alla dinamica di micromutazioni, frequenze alleliche e flussi migratori, le simbiosi hanno rappresentato per decine di anni un campo di studio di interesse marginale, foriero di aneddoti e curiosità piuttosto che di conoscenze su cui elaborare modelli per meccanismi evolutivi generalizzabili. In questo quadro, la teoria di Lynn Margulis circa l'origine della cellula eucariotica attraverso simbiosi seriale sembra essere stata presa in considerazione solo in modo parziale, limitatamente all'origine di mitocondri e cloroplasti. Indagini condotte in diversi campi negli ultimi venti anni hanno portato ad una profonda rivalutazione della simbiosi come perno dei processi micro- e macro-evolutivi. Si è così compreso che le simbiosi rappresentano un fenomeno biologico ampiamente diffuso, in cui le interazioni fra gli organismi coinvolti nelle diverse forme di associazione possono raggiungere livelli estremi di integrazione funzionale, metabolica ed anche genomica. In questo senso, lo studio comparativo dei genomi di vari batteri intracellulari sta non solo dando sempre maggiore credito alla teoria della simbiosi seriale, ma sta altresì evidenziando le modalità attraverso cui potrebbero essersi realizzate le profonde riorganizzazioni dei genomi di quei batteri da cui derivarono la cellula eucariotica ed i suoi organuli cellulari. D'altra parte, indagini ormai classiche hanno permesso di ricostruire il ciclo biologico dei batteri intracellulari obbligati di diversi metazoi, evidenziando la perfetta integrazione fra i meccanismi di trasmissione dei microrganismi simbiotici ed i processi ontogenetici degli ospiti.

Alcune forme di simbiosi enfatizzano la 'potenza' della selezione naturale. Ad esempio, in varie simbiosi fra animali e microrganismi si assiste alla trasmissione verticale per via materna dei microrganismi. Questa trasmissione uniparentale comporta un conflitto fra gli interessi dei microrganismi (il cui successo riproduttivo è legato al successo delle femmine, o addirittura al successo di quelle particolari femmine che li ospitano) con gli interessi degli ospiti nel loro complesso (laddove i maschi, o addirittura le femmine non infette, potrebbero risultare di nessuna utilità per i microrganismi). In queste forme di simbiosi, la selezione naturale sembra esprimere al meglio la propria potenza, mostrando come caratteristiche apparentemente inspiegabili (e.g. la sterilizzazione di alcune femmine nelle popolazioni degli animali ospiti, o la morte dei maschi) possono trovare una spiegazione considerando gli interessi dei microrganismi simbiotici. D'altra parte, altre forme di simbiosi enfatizzano il ruolo della 'cooperazione' fra organismi appartenenti a specie diverse, in apparente contraddizione con le visioni più strettamente selezioniste dell'evoluzione. Lo studio di queste forme di simbiosi permette di avanzare nuove ipotesi circa le modalità attraverso cui potrebbero realizzarsi fenomeni di macromutazione. Charles Darwin non poteva ovviamente essere a conoscenza delle forme più 'intime', di simbiosi, descritte negli ultimi 50 anni grazie alla microscopia elettronica ed alla biologia molecolare. Né era a conoscenza di quei simbiotici che sterilizzano le femmine che non li ospitano, o che uccidono maschi inutili ai fini della loro trasmissione. Tuttavia, alcune delle intuizioni di Darwin possono essere re-interpretate e rivalutate, anche alla luce delle nuove conoscenze nel campo della simbiosi. Ed anche le gemmule di Darwin possono trovare delle straordinarie analogie nel mondo della simbiosi ...

# SEX, SYMBIOSIS AND DARWIN'S GEMMULAE

Claudio Bandi

*DIPAV, General Pathology and Parasitology, University of Milan*

In the evolutionary biology dominated by mathematical models and equations, aimed at describing the dynamics of micromutations within populations, gene frequencies and gene flow, symbiosis has been a neglected field for years. It was useful to provide students with nice examples and curiosities, but was not regarded as a field capable of generating new general ideas on evolution.

In this framework, Margulis's theory on the origin of the eukaryotic cell through serial symbiosis seems to have been taken into account only in piecemeal fashion, limited to the origin of mitochondria and chloroplasts.

Studies published in different fields in the last 20 years have however led to a profound re-evaluation of symbiosis, and have convinced most biologist that symbiosis acted and still acts as a central force in evolution. We now know that symbiosis is a widely diffused biological phenomenon, and that several forms of symbiosis involve very high levels of integration between the partners, at the physiological, metabolic and even genetic and genomic levels. This integration between partners in symbiosis is particularly evident in intracellular symbiosis, where a cell host (generally an eukaryotic one) harbors another cell as a symbiont (in most cases a prokaryote).

Comparative studies on the genomes of these intracellular symbionts is now allowing to propose reliable models of phenomena that led to the origin of the eukaryotic cells and to the profound reorganization of the genomes of organelles like mitochondria and chloroplasts. On the other side, classic microscopy studies on animal symbioses have revealed how the transmission cycle of many intracellular bacteria is profoundly integrated into the ontogenetic development of the animal host. Integration between hosts and symbiotic microorganisms can thus be detected at different levels, from the morphological and ultrastructural aspects to the functional and genomic ones.

There are forms of symbiosis that dramatically emphasize the 'power' of natural selection. This is the case of a number of symbiotic microorganisms of insects and other arthropods, that are vertically transmitted to the progeny of the host through the female. This uniparental transmission implies a conflict between the interests of the symbionts (whose reproductive success is linked to the success of females, or even to the success of those particular females that harbor them), and the interests of the hosts as a whole (where males, or even uninfected females, are not useful to the symbiotic microorganisms). In these form of symbiosis, natural selection displays its strong power.

Indeed, characteristics that would be apparently ununderstandable (e.g. the appearance of sterilized females, or the death of male embryos) can found an explanation if we focus our attention on the interests of the symbionts, rather than on the interest of the hosts.

On the other side, other forms of symbiosis emphasize the role of 'cooperation' between organisms belonging to different species, perhaps in contradiction with selection-centered evolutionary views, and providing new insights into how macromutations might have occurred during evolution. Charles Darwin was obviously not aware of the discoveries in symbiosis of the last half of the XXth century, and he was certainly not aware of the existence of microorganisms capable of sterilizing hosts not useful for their own transmission to the progeny. However, Darwin insights can be re-interpreted and re-evaluated on the basis on novel discoveries, in symbiosis as well as in other fields. And even Darwin's gemmulae can find surprising analogies in the world of symbiosis ...

# TRA FORME REALI E FORME POSSIBILI: L'EVOLUZIONE DEI PROCESSI DI SVILUPPO

Giuseppe Fusco

*Dipartimento di Biologia, Università di Padova*

Nella sua opera più famosa, *L'origine delle specie*, Darwin indica tre ingredienti fondamentali per il realizzarsi del cambiamento evolutivo: la variazione individuale all'interno di una specie, la condizione che questa variazione sia almeno in parte ereditabile, e la selezione naturale, manifestazione delle differenze individuali nella sopravvivenza e nel successo riproduttivo. Nei successivi 150 anni, molti progressi sono stati compiuti nella comprensione dei meccanismi dell'ereditarietà e della selezione naturale, mentre l'origine della variazione individuale, che è per così dire la materia prima su cui può agire la selezione naturale, ha ricevuto sino a tempi recenti relativamente poca attenzione. La biologia evoluzionistica dello sviluppo (o, evo-devo), un nuovo campo di studi interdisciplinare, si occupa specificamente di questo aspetto, poco esplorato e in parte trascurato, della teoria dell'evoluzione.

Le forme dei viventi si costruiscono durante il processo di sviluppo, spesso (ma non necessariamente) a partire da una singola cellula, come un uovo o una spora. I cambiamenti che possono aver luogo nelle interazioni tra i processi genetici ed epigenetici che guidano lo sviluppo determinano ad ogni generazione un 'paesaggio di forme possibili', ossia di risultati riproduttivi potenziali. Questo paesaggio non è però una tabula rasa, dove la selezione naturale può disegnare liberamente i percorsi dell'evoluzione. Al contrario, i processi dello sviluppo forniscono allo spazio delle possibili variazioni una precisa struttura, ostacolando o vietando trasformazioni in certe direzioni, a favore di altre. La variazione individuale che si realizza ad ogni generazione non è quindi solo necessaria al cambiamento evolutivo, ma, in qualche modo, è anche in grado di orientare la direzione stessa dell'evoluzione, determinando limiti e consistenza del 'mondo delle forme reali'. La selezione naturale, non può che premiare o penalizzare forme che sono effettivamente venute in essere attraverso la riproduzione. Attraverso l'approccio evo-devo, il cambiamento evolutivo viene inteso in modo più dinamico rispetto alla concezione tradizionale, cioè come trasformazione di processi piuttosto che come mutamento di forme. L'evoluzione non è vista semplicemente come trasformazione nel tempo di genotipi e fenotipi, principalmente attraverso mutazione, incrocio e selezione naturale, ma come il cambiamento nel tempo di processi ontogenetici, che comprendono l'intero arco della vita degli organismi.

Grazie soprattutto ai recenti sviluppi della biologia molecolare e di nuove tecnologie applicate alla microscopia, oggi è possibile vedere direttamente in azione i geni ed i loro prodotti nel corso dello sviluppo. È cominciata quindi un'intensa esplorazione di questo 'paesaggio nascosto', che ha aperto scenari evolutivi fino a ieri impensabili e ha portato alla scoperta di meccanismi di cambiamento per certi versi inattesi. Ad esempio, si è scoperto che tutti gli animali usano, per così dire la stessa 'tecnologia' per la costruzione del loro corpo, una tecnologia basata su un insieme condiviso di geni dello sviluppo. Si è visto anche che importanti cambiamenti evolutivi si possono realizzare attraverso una sorta di 'bricolage' a livello dei processi di sviluppo, dove le trasformazioni si compiono soprattutto al livello dei processi di controllo di geni già presenti, che sono quindi riconvertiti a nuove funzioni o cooptati in nuovi percorsi di sviluppo. Questi risultati sono importanti per la comprensione dei meccanismi dell'evoluzione e la ricostruzione della storia evolutiva dei viventi. Tuttavia, al di là dei risultati sperimentali conseguiti, evo-devo non nasconde di aspirare ad un traguardo più ambizioso, ossia di pervenire ad una nuova sintesi della teoria dell'evoluzione, che comprenda in una visione unitaria i cambiamenti evolutivi ai molti livelli dell'organizzazione dei viventi, dai geni agli individui.

# BETWEEN ACTUAL AND POSSIBLE FORMS: THE EVOLUTION OF DEVELOPMENTAL PROCESSES

Giuseppe Fusco

*Department of Biology, University of Padova*

In his most celebrated book, *On the origin of species*, Darwin identified three basic components of evolutionary change: individual variation within a species, some degree of heritability for such variation, and natural selection, that is, between-individual differences in survival and reproductive success. In the following 150 years, remarkably progress has been made in understanding the mechanisms of heredity and natural selection, while until recent times the origin of individual variation, so to speak, the raw material on which natural selection can operate, has received comparably less attention. Evolutionary development biology (or evo-devo), a new interdisciplinary field of studies, specifically addresses this little explored and somehow neglected aspect of evolutionary theory.

Living forms are built during development, often (but not necessarily) starting from a single cell as an egg or a spore. At any generation, changes that occur in the interactions between genetic and epigenetic processes controlling development determine a 'landscape of possible forms', that is, a space of potential reproductive results. However, this is not a completely flat landscape, where natural selection can freely draw its evolutionary pathways. On the contrary, developmental processes give the space of possible variations a precise structure, limiting or forbidding transformations along certain directions, to the advantage of other directions. Thus, individual variation that is produced at each generation is not only necessary to evolutionary change, but, in some way, it is also able to direct the course of evolution, determining limits and texture of the 'world of real forms'. Natural selection cannot but favour or oppose forms that have actually come to existence through reproduction.

Through the evo-devo approach, evolutionary change is understood in a more dynamical way with respect to the traditional view, that is, as a transformation of processes rather than a change of forms. Evolution is not simply seen as a transformation through time of genotypes and phenotypes, mainly through mutation, outcross and natural selection, but rather as the change of developmental processes through time, to the inclusion of the whole life cycle of the organisms.

Thanks to the recent progress in molecular biology and in techniques applied to microscopy, today it is possible to directly see the activity of genes and their products during development. It has thus started an intense exploration of this 'hidden landscape', that has disclosed unanticipated evolutionary scenarios and has led to the discovery of somehow unexpected mechanisms of change. For instance, now we know that all animals use the same 'technology', based on a shared developmental generic cassette, to build their bodies. Or that important evolutionary changes can be produced through a sort of tinkering at the level of the developmental processes, where the relevant transformations are mainly realized at the level of the control of already present genes, that are thus converted to new functions, or co-opted into new developmental pathways. These results are important for understanding evolutionary mechanisms and for reconstructing the evolutionary history of living beings. However, beyond experimental success, evo-devo aims confidently to a more ambitious achievement: to reach a new synthesis of the theory of evolution, able to embrace in a unitary vision the evolutionary changes at the many levels of biological organization, from genes to individuals.

# EVODEVO: VERSO UNA SINTESI EVOLUTIVA ESTESA

Gerd B. Müller

*Dipartimento di Biologia Teorica, Università di Vienna*

La nascita della Biologia Evoluzionistica dello Sviluppo (EvoDevo) nei primi anni 1980 fu al tempo stesso una risposta all'incompletezza del quadro concettuale della Sintesi Moderna della teoria dell'evoluzione, e il risultato di progressi metodologici nella biologia dello sviluppo, in particolare nella genetica dello sviluppo. Oggi EvoDevo è una disciplina altamente produttiva, che si è diversificata in numerosi rami di ricerca sperimentale, generando una gran mole di nuovi risultati che hanno rivoluzionato la nostra comprensione di come lo sviluppo evolva e di come questo influenzi il processo evolutivo.

Minore attenzione è stata prestata alle importanti trasformazioni apportate dall'approccio EvoDevo alla teoria dell'evoluzione. Un elemento distintivo è un sostanziale allontanamento dall'enfasi sulle dinamiche di popolazione tipico della Sintesi Moderna, nella direzione di una spiegazione causale-meccanicistica dell'evoluzione degli organismi. L'inclusione nel quadro teorico EvoDevo delle relazioni dinamiche di geni, cellule e tessuti, e dell'interazione dei processi di sviluppo con l'ambiente, permette alla teoria di essere predittiva non solo per la variazione adattativa, ma anche a riguardo di cambiamenti potenziali sotto determinate condizioni.

Questo porta la teoria dell'evoluzione oltre le capacità esplicative della Sintesi Moderna. Assieme a numerosi nuovi concetti che derivano da altre discipline, EvoDevo rappresenta una componente chiave di una sintesi evolutiva estesa.



# EVODEVO: TOWARDS AN EXTENDED EVOLUTIONARY SYNTHESIS

Gerd B. Müller

*Department of Theoretical Biology, University of Vienna*

The emergence of Evolutionary Developmental Biology (EvoDevo) in the early 1980s was both a response to the incompleteness of the Modern Synthesis framework of evolutionary theory and a result of methodological advances in developmental biology, foremost in developmental genetics.

Today EvoDevo has evolved into a highly productive discipline that has diversified into several branches of empirical research. It has generated a wealth of new results that have revolutionized our understanding of how development evolves and how it influences the evolutionary process. Less attention has been paid to the important ways in which EvoDevo has informed evolutionary theory.

One characteristic consequence is a significant shift away from the population dynamic emphasis of the Modern Synthesis towards a causal-mechanistic explanation of organismal evolution. EvoDevo's understanding of the dynamic relations between genes, cells, and tissues, and of the interactions of developmental processes with the environment, permits predictiveness not only about what is adaptively varied but also about what is possible to arise under given conditions. This takes evolutionary theory beyond the explanatory capacities of the Modern Synthesis. Together with a number of new concepts from other disciplines, EvoDevo represents a key component of an extended evolutionary synthesis.

# EVOLUZIONE NEL CERVELLO?

Eörs Szathmáry

*Collegium Budapest (Institute for Advanced Study), Budapest*

*The Parmenides Foundation, Monaco*

*Biological Institute, Eötvös University, Budapest*

A partire da William James (1890) si è ripetutamente tornati all'idea che il pensiero complesso e la risoluzione di problemi nel cervello poggino su processi analoghi all'evoluzione per selezione naturale. Perché è noto che questo processo è in grado di produrre adattamenti cumulativi complessi, ed è plausibile che lo stesso sia richiesto per il pensiero. Filosofi come Popper e Dennett hanno abbracciato questa idea, ma le indicazioni a livello neurobiologico (incluse quelle di Dawkins, Changeux e Edelman) sono rimaste al livello di un sistema puramente selettivo; in altre parole, da queste indicazioni era assente l'elemento cruciale della moltiplicazione (replicazione).

In questa presentazione spiegherò la differenza tra sistemi che contengono vera replicazione e sistemi che ne sono privi. Non è ovvio in che modo la replicazione possa essere realizzata nel cervello dove, a prima vista, nulla sembra replicarsi. Nonostante queste difficoltà, ci sono almeno due modi di realizzare la replicazione neuronale: attraverso la copia del pattern di connettività di gruppi neuronali locali, o attraverso la replicazione dei pattern di attività dinamica. Tali sistemi possono realizzare vere unità di evoluzione nel cervello. E' interessante notare che in combinazione con le regole dell'apprendimento di Hebb, questi replicatori migliorano le proprie capacità, e l'evolubilità della popolazione aumenta.

L'evoluzione nel cervello ha il potenziale per spiegare componenti cruciali dell'apprendimento, della memoria di lavoro, del pensiero complesso e del linguaggio. Queste indicazioni si traducono in un programma di ricerca grazie al quale l'universo darwiniano può essere esteso in modo considerevole.

# EVOLUTION IN THE BRAIN?

Eörs Szathmáry

*Collegium Budapest (Institute for Advanced Study), Budapest*

*The Parmenides Foundation, Munich*

*Biological Institute, Eötvös University, Budapest*

Ever since William James (1890) people have repeatedly returned to the idea that complex thinking and problem solving in the brain rest on processes that are analogous to evolution by natural selection, since this process is known to be able to produce complex cumulative adaptations, and arguably the same is required for thinking.

Philosophers like Popper and Dennett have embraced this idea, but the neurobiological suggestions (including those by Dawkins, Changeux and Edelman) remained at the level of a pure selectionist system; meaning that the crucial element of multiplication (replication) were absent from previous suggestions.

In this lecture I will explain the difference between systems that have true replication in them as opposed to those that miss it. It is not obvious how replication could be implemented in the brain where, at first sight, nothing seems to replicate. Despite these difficulties, there are at least two ways to implement neuronal replication: either through the copying of the connectivity pattern of local neuronal groups, or by the replication of dynamical activity patterns. Such systems can realize true units of evolution in the brain. Interestingly, combined with Hebbian learning, these replicators gain in capacity and the evolvability of the population is enhanced.

Evolution in the brain has the potential to explain crucial components of learning, working memory, complex thinking and language. These suggestions amount to a research programme whereby the Darwinian universe may be considerably extended.