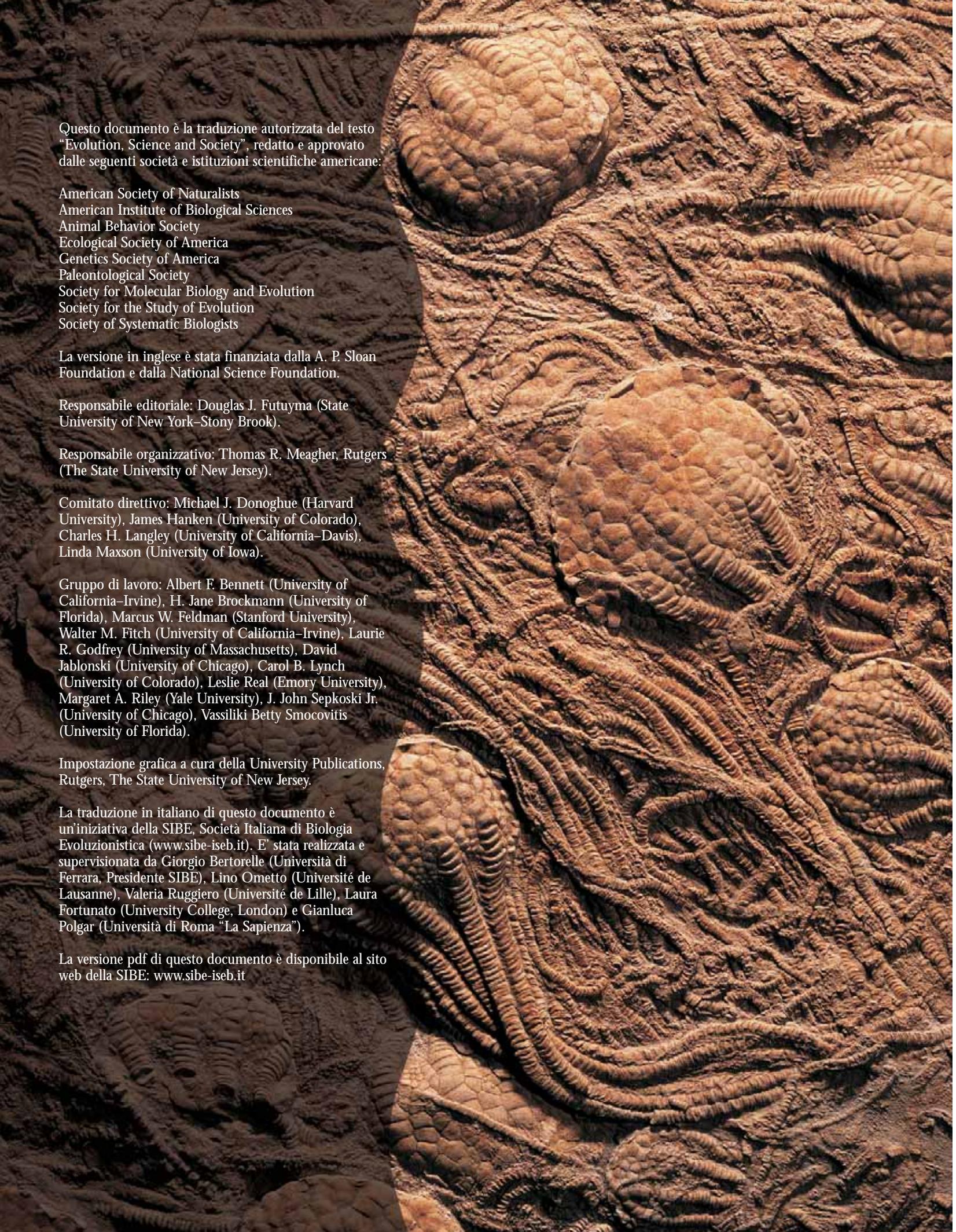






EVOLUZIONE,
SCIENZA
E
SOCIETÀ

LA BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA E LE
POLITICHE PER LA RICERCA SCIENTIFICA



Questo documento è la traduzione autorizzata del testo "Evolution, Science and Society", redatto e approvato dalle seguenti società e istituzioni scientifiche americane:

American Society of Naturalists
American Institute of Biological Sciences
Animal Behavior Society
Ecological Society of America
Genetics Society of America
Paleontological Society
Society for Molecular Biology and Evolution
Society for the Study of Evolution
Society of Systematic Biologists

La versione in inglese è stata finanziata dalla A. P. Sloan Foundation e dalla National Science Foundation.

Responsabile editoriale: Douglas J. Futuyma (State University of New York–Stony Brook).

Responsabile organizzativo: Thomas R. Meagher, Rutgers (The State University of New Jersey).

Comitato direttivo: Michael J. Donoghue (Harvard University), James Hanken (University of Colorado), Charles H. Langley (University of California–Davis), Linda Maxson (University of Iowa).

Gruppo di lavoro: Albert F. Bennett (University of California–Irvine), H. Jane Brockmann (University of Florida), Marcus W. Feldman (Stanford University), Walter M. Fitch (University of California–Irvine), Laurie R. Godfrey (University of Massachusetts), David Jablonski (University of Chicago), Carol B. Lynch (University of Colorado), Leslie Real (Emory University), Margaret A. Riley (Yale University), J. John Sepkoski Jr. (University of Chicago), Vassiliki Betty Smocovitis (University of Florida).

Impostazione grafica a cura della University Publications, Rutgers, The State University of New Jersey.

La traduzione in italiano di questo documento è un'iniziativa della SIBE, Società Italiana di Biologia Evoluzionistica (www.sibe-iseb.it). È stata realizzata e supervisionata da Giorgio Bertorelle (Università di Ferrara, Presidente SIBE), Lino Ometto (Université de Lausanne), Valeria Ruggiero (Université de Lille), Laura Fortunato (University College, London) e Gianluca Polgar (Università di Roma "La Sapienza").

La versione pdf di questo documento è disponibile al sito web della SIBE: www.sibe-iseb.it



a biologia evolutivista studia la storia degli esseri viventi e i meccanismi che ne generano la diversità. È basata sui principi generali dell'adattamento all'ambiente e della casualità associata alla trasmissione ereditaria dei geni. Cerca di chiarire l'origine di tutte le



caratteristiche degli organismi e occupa quindi una posizione centrale nelle scienze biologiche.

IL RUOLO RILEVANTE DELLA BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA NELLA SOCIETÀ E NELLE POLITICHE NAZIONALI PER LO SVILUPPO DELLA RICERCA SCIENTIFICA

Il ventunesimo secolo sarà il "secolo della biologia". Le scienze biologiche saranno chiamate da crescenti e pressanti aspettative sociali ad occuparsi sempre più di argomenti di vitale importanza per il nostro futuro. Fra i più rilevanti, vi sono le minacce alla qualità dell'ambiente, la disponibilità di cibo per le popolazioni in rapida crescita, l'emergenza sanitaria provocata dalle nuove malattie e dalla resistenza agli antibiotici e la rapida diffusione di tecniche innovative in ambito biotecnologico ed informatico. In questo contesto, la biologia evolutivista si appresta a fornire un importante contributo, partecipando direttamente alle sfide della società e favorendo lo sviluppo delle altre discipline biologiche.

La biologia evolutivista ha inequivocabilmente dimostrato che tutti gli organismi si sono evoluti negli ultimi 3.5 miliardi di anni a partire da un unico antenato comune. Numerosi eventi specifici che hanno contrassegnato questo percorso sono ben documentati, e i meccanismi genetici ed ecologici alla base dei cambiamenti evolutivi sono oggi descritti e analizzati nell'ambito di un'unica, solida teoria scientifica: quella dell'evoluzione biologica. I metodi, i concetti e il tipo di approccio scientifico della biologia evolutivista hanno portato e continueranno a portare importanti contributi non solo a discipline come la biologia molecolare, la biologia dello sviluppo, la fisiologia e l'ecologia, ma anche in altri campi, come per esempio la psicologia, l'antropologia e le scienze informatiche.

Per realizzare pienamente il potenziale della biologia evolutivista, i biologi devono integrare i metodi ed i risultati ottenuti in questa disciplina con quelli prodotti in altre aree scientifiche. La ricerca evolutivista può e deve dare un contributo per risolvere molti problemi che le società si trovano ad affrontare. E le implicazioni generali della ricerca in questo settore devono far parte della formazione di un cittadino scientificamente informato. Per raggiungere questi obiettivi, i delegati delle otto maggiori società scientifiche degli Stati Uniti d'America che si occupano di evoluzione biologica hanno preparato questo documento. La Società Italiana di Biologia Evolutivista (SIBE) ne condivide pienamente i contenuti e gli scopi, ha curato la traduzione, e ora favorisce la sua divulgazione a tutti i livelli e ambiti. Il testo di questo documento è stato approvato anche dalla FISV (Federazione Italiana Scienze della Vita), dall'UZI (Unione Zoologica Italiana), dalla SBI (Società Botanica Italiana), dalla BITS (Società di Bioinformatica Italiana), dall'ANMS (Associazione Nazionale Musei Scientifici) e dall'ANISN (Associazione Nazionale Insegnanti di Scienze Naturali).

Le indicazioni e i suggerimenti che sono emersi da questa consultazione di biologi evolutivisti si possono riassumere in raccomandazioni all'interno di tre aree tematiche: ricerca, formazione, divulgazione. Riteniamo che sia la ricerca scientifica sia la società nel suo insieme trarrebbero grandi benefici da specifici investimenti per lo sviluppo di politiche nazionali rispettose di queste raccomandazioni.

RACCOMANDAZIONE 1: È NECESSARIA UNA CRESCITA DELLA RICERCA IN BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA

Per trarre vantaggio dalla biologia evolutivista come linea guida in grado di strutturare ed integrare i metodi ed i risultati di diverse discipline scientifiche, raccomandiamo che:

- la prospettiva evolutivista venga accolta come fondamento della ricerca interdisciplinare per affrontare problemi scientifici complessi;
- i biologi evolutivisti lavorino per sviluppare un forte collegamento fra la ricerca di base e la ricerca applicata;
- la ricerca di base ed applicata in biologia evolutivista ricopra un ruolo più rilevante fra gli obiettivi di tutte quelle agenzie e istituzioni nazionali e locali che potrebbero trarre vantaggio dal suo contributo, come ad esempio in ambito medico, di gestione delle risorse naturali, o di sviluppo delle politiche agricole

RACCOMANDAZIONE 2: BISOGNA FAVORIRE LA DIFFUSIONE DELLE CONOSCENZE EVOLUZIONISTICHE NEI Percorsi FORMATIVI

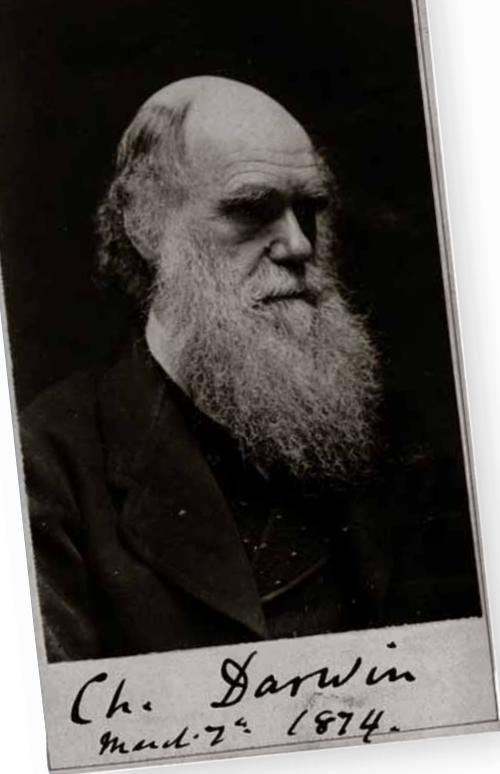
Raccomandiamo un maggiore impegno al fine di rafforzare i programmi didattici nelle scuole primarie e secondarie inferiori, così come nelle scuole superiori e nelle università. In particolare suggeriamo di:

- sostenere l'istituzione di corsi di biologia evolutivista integrativi e/o di approfondimento per gli insegnanti di scienze delle scuole primarie e secondarie;
- dare una maggiore enfasi all'insegnamento dell'evoluzione biologica nei programmi didattici dei corsi delle scuole superiori;
- programmare l'istituzione di nuove posizioni accademiche specifiche per la didattica e la ricerca universitaria in ambito evolutivista;
- integrare con i principali concetti evolutivisti la formazione universitaria di tutti i biologi e dei professionisti in aree come quella medica, giuridica, economica, delle scienze agrarie e delle scienze ambientali.

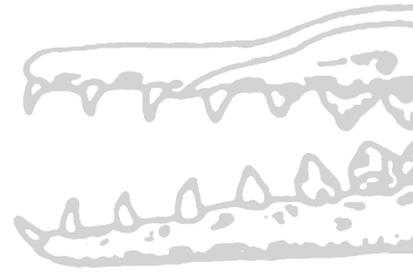
RACCOMANDAZIONE 3: LA DIVULGAZIONE E LA COMUNICAZIONE DELLE CONOSCENZE EVOLUZIONISTICHE SONO IMPORTANTI A TUTTI I LIVELLI

Raccomandiamo che i biologi evolutivisti possano svolgere, e svolgano attivamente, i seguenti ruoli:

- informare e aggiornare le agenzie nazionali e le altre istituzioni che finanziano la ricerca di base o applicata sul ruolo importante che la biologia evolutivista ricopre nei loro obiettivi generali;
- rendere consapevoli le nuove generazioni di biologi evolutivisti della rilevanza che i loro studi rivestono per la gestione e la soluzione di problemi che riguardano la società nel suo insieme;
- informare il pubblico sulla natura, i progressi e le implicazioni della biologia evolutivista.



LE BASI DELLA B



ANALISI FILOGENETICHE

I recenti sviluppi delle tecniche di sequenziamento del DNA e la disponibilità di computer sempre più potenti permettono, attraverso l'“analisi filogenetica”, una ricostruzione precisa delle relazioni evolutive tra specie. Per esempio, le relazioni di parentela all'interno di un gruppo di piante endemiche delle Hawaii (le “silverswords”, appartenenti alla stessa famiglia del girasole) sono state determinate grazie all'uso di sequenze di DNA.

VARIABILITÀ MORFOLOGICA E MOLECOLARE

La variabilità è una caratteristica fondamentale nell'evoluzione. Un esempio di studio sull'importanza della variabilità dei caratteri morfologici si basa sull'osservazione che in specie affini di fringuelli sono presenti differenti forme di becco evolute attraverso un processo di adattamento a diverse abitudini alimentari. Lo studio della variabilità a livello molecolare (DNA e proteine) chiarisce i processi genetici alla base dei cambiamenti evolutivi.

L'EVOLUZIONE PER SELEZIONE NATURALE

La biologia evolutivista ha le sue fondamenta teoriche negli studi svolti nel diciannovesimo secolo da Charles Darwin e Alfred Russel.

ADATTAMENTO, CASUALITÀ

COS'È L'EVOLUZIONE?



L'evoluzione biologica consiste nel cambiamento delle caratteristiche ereditarie di gruppi di organismi nel corso delle generazioni. In una prospettiva a lungo termine, l'evoluzione è la discendenza con modificazioni lungo diverse linee evolutive a partire da antenati comuni. In

una prospettiva a breve termine, l'evoluzione è il continuo adattamento di gruppi di organismi alle sfide e ai cambiamenti dell'ambiente. L'evoluzione dunque ha due componenti principali: la ramificazione delle linee di discendenza ed i cambiamenti ereditabili che avvengono nell'ambito di ciascuna linea.

QUALI SONO GLI SCOPI DELLA BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA?

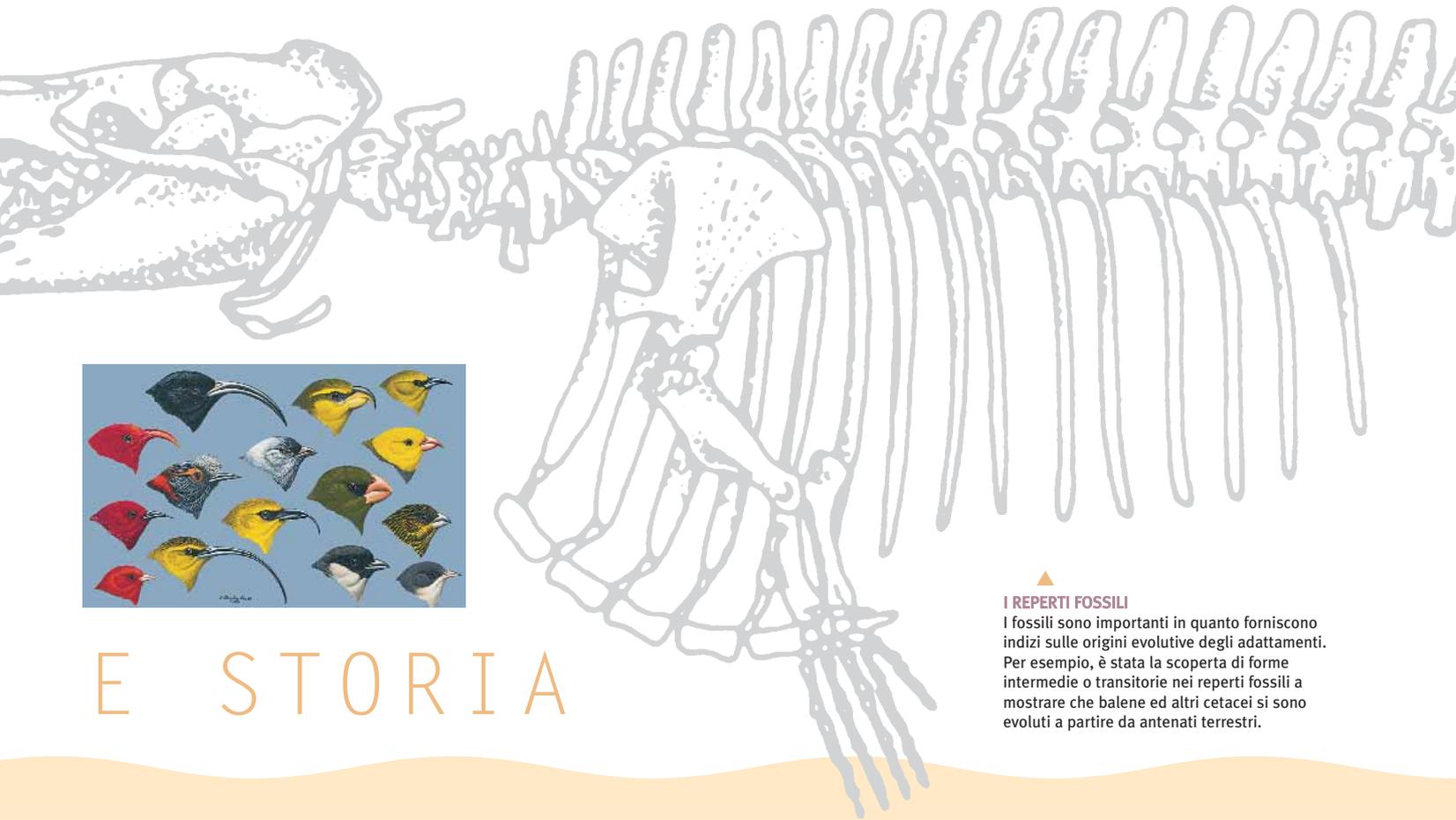
La biologia evolutivista cerca di spiegare la grande varietà con la quale si presenta la vita sulla terra. In primo luogo cerca di capire l'origine delle differenze tra le forme viventi, le loro caratteristiche e come queste siano mutate nel tempo. Poi mira a comprendere come gli organismi si adattino all'ambiente in cui vivono. Si può dire quindi che i due obiettivi principali della biologia evolutivista siano di ricostruire la storia della vita sulla terra e di capire i processi evolutivi che l'hanno caratterizzata. Tutte le conoscenze ottenute perseguendo questi

obiettivi hanno enormemente migliorato la nostra comprensione dei sistemi biologici. Gli ambiti di ricerca dei biologi evolutivisti si trovano spesso all'interfaccia tra diverse discipline biologiche, e ciò ha portato allo sviluppo di nuove aree tematiche come l'evoluzione del comportamento, l'ecologia evolutiva, la genetica evolutiva, la morfologia evolutiva, la sistematica e l'evoluzione molecolare. Inoltre, la biologia evolutivista possiede stretti legami con altre discipline come la statistica, l'economia, la geologia, l'antropologia e la psicologia.

COME SI STUDIA L'EVOLUZIONE?

La biologia evolutivista utilizza un'ampia serie di approcci concettuali e metodologici, dallo studio dei reperti fossili alla classificazione in categorie degli esseri viventi. I metodi molecolari e statistici permettono di stimare le differenze e le somiglianze tra le specie nella loro anatomia, nei geni, e in altre caratteristiche. Da queste analisi è possibile identificare le relazioni di parentela tra le specie e la sequenza temporale secondo la quale le loro caratteristiche si sono evolute. La variabilità genetica di una specie dipende da processi evolutivi come le mutazioni che agiscono a livello del DNA, la deriva genetica e la selezione naturale. La sua analisi permette quindi di ricostruire questi processi. Attraverso il “metodo comparativo”, che confronta in specie diverse la relazione tra una certa

IOLOGIA EVOLUZIONISTICA



I REPERTI FOSSILI

I fossili sono importanti in quanto forniscono indizi sulle origini evolutive degli adattamenti. Per esempio, è stata la scoperta di forme intermedie o transitorie nei reperti fossili a mostrare che balene ed altri cetacei si sono evoluti a partire da antenati terrestri.

E STORIA

caratteristica e l'ambiente in cui vivono, è poi possibile identificare relazioni di causa-effetto prodotte dall'evoluzione. Molto importanti sono anche gli studi dei cambiamenti evolutivi che avvengono "in tempo reale", ovvero in tempi brevi. Questa situazione può essere creata sperimentalmente in laboratorio, ma anche verificarsi in natura in specie con tempi generazionali brevi (come ad esempio virus, batteri, ma anche insetti) o in molte specie il cui habitat è stato fortemente danneggiato dall'uomo e la pressione selettiva è molto forte. Modelli matematici e metodi analitici sofisticati permettono oggi una precisa descrizione dei processi evolutivi, aumentando di conseguenza anche la nostra capacità di predire il loro corso.

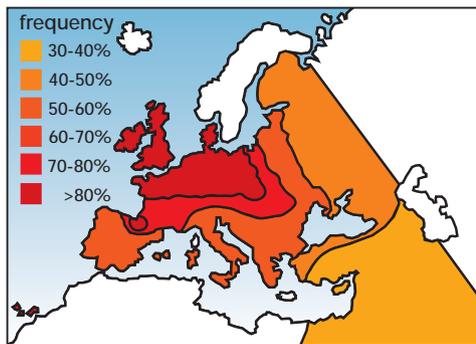
PERCHÉ LA BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA È IMPORTANTE?

La biologia evoluzionistica fornisce la chiave di comprensione dei principi che governano l'origine e l'estinzione delle specie. E' in grado di fornire una spiegazione, basata sulle variazioni climatiche e ambientali, i cambiamenti genetici e l'adattamento, per tutto l'insieme dei fenomeni biologici, dal livello molecolare a quello degli ecosistemi. La biologia evoluzionistica permette quindi di definire non solo come e perché gli organismi sono diventati ciò che sono, ma anche quali processi di modificazione sono attualmente in corso. Il concetto di *risposta dell'organismo*

al cambiamento ambientale, tema fondamentale della biologia evoluzionistica, sta diventando sempre più importante in termini di impatto scientifico sulla società. Viviamo infatti in un mondo in costante cambiamento, in gran parte dovuto alle attività umane. La biologia evoluzionistica può senza dubbio contribuire ad una maggiore capacità predittiva sulle conseguenze a medio e lungo termine dei danni ambientali di natura antropica (siano essi deforestazioni, utilizzo incontrollato di pesticidi o riscaldamento globale) ed alla promozione di una maggiore consapevolezza nella società su tali temi.

La particolarità dell'approccio evolutivo in campo biologico si basa su diversi concetti: 1) l'interazione fra casualità e adattamento, considerati come cause antagoniste del cambiamento biologico; 2) la variabilità in quanto caratteristica tipica dei sistemi biologici e 3) l'importanza della biodiversità. La variabilità è un concetto fondamentale: il cambiamento evolutivo è infatti possibile solo in presenza di organismi con caratteristiche genetiche diverse, alcuni dei quali lasceranno più discendenti di altri. La biodiversità rappresenta la conseguenza ultima della variabilità e della divergenza evolutiva fra specie. Le specie biologiche non sono quindi entità fisse, ma soggette a modificazioni continue determinate dal caso o dall'adattamento. La comprensione dei meccanismi che rendono le specie più o meno capaci di modificarsi di fronte a nuove sfide ambientali è fondamentale per uno sviluppo sostenibile delle società umane.

LE APPLICAZIONI CHE INFLUENZANO



EVOLUZIONE DELLE MALATTIE EREDITARIE NELL'UOMO

Alcune malattie genetiche, come la fibrosi cistica, sono causate da mutazioni che si ritrovano ad elevate frequenze in certe popolazioni europee. I genetisti stanno studiando quale sia il motivo per cui mutazioni deleterie vengono mantenute ad alte frequenze in queste popolazioni. Questo ci aiuterebbe a capire in maniera più completa quali sono i meccanismi fisiologici in cui è coinvolto questo gene.

GENETICA DELLA CONSERVAZIONE

Analisi di tipo evolutivo hanno evidenziato come la diversità genetica nel ghepardo sia estremamente bassa, probabilmente a causa di una drastica riduzione demografica avvenuta migliaia di anni fa. Questo fenomeno ha determinato un alto livello di consanguineità, con conseguenti effetti negativi sulla fertilità ed un elevato rischio di estinzione. Questo è un tipico esempio in cui informazioni ottenute grazie ad un approccio evolutivo vengono utilizzate non solo per capire la storia di una specie ma anche per sviluppare migliori strategie per la sua tutela.



E SONO UTILI AI BISOGNI

QUAL È IL CONTRIBUTO DELLA BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA ALLA SOCIETÀ?



L'evoluzione biologica non è soltanto un fenomeno che riguarda il passato, ma è anche presente oggi, attorno a noi, nella nostra vita quotidiana. Per esempio, il processo evolutivo sta accadendo in questo momento nel nostro tratto digestivo, nei prati, nei boschi, nei campi coltivati e negli ospedali. Per organismi a vita breve, come batteri ed insetti, l'evoluzione può avvenire in un arco di tempo molto breve. È soprattutto in questi casi che le implicazioni pratiche della biologia evolutiva si rendono utili ai bisogni urgenti della società.

La biologia evolutiva ha già portato contributi importanti nelle seguenti aree:

Ambiente e conservazione. Il punto di vista evolutivo è importante sia nella conservazione che nella gestione delle risorse rinnovabili. L'analisi della struttura genetica di specie rare o in pericolo di estinzione ci aiuta a pianificare adeguate strategie di conservazione. Studiando la composizione genetica di piante selvatiche possiamo scoprire nuovi geni

utili al miglioramento delle specie coltivate. Inoltre, lo studio degli adattamenti delle piante a terreni inquinati ci aiuta a capire come recuperare e riqualificare terreni degradati.

Agricoltura e risorse naturali. I principi che stanno alla base della selezione operata dall'uomo nelle piante coltivate e negli animali domestici sono molto simili ai meccanismi evolutivi naturali; è per questo che la biologia evolutiva e le scienze agrarie hanno sempre avuto una stretta interazione. Lo studio dei meccanismi evolutivi ci aiuta poi a comprendere gli adattamenti sviluppati dagli organismi patogeni che danneggiano le piantagioni, come per esempio la loro resistenza ai pesticidi. Inoltre, i metodi della genetica evolutiva vengono usati per identificare diversi stock genetici in specie di interesse commerciale (per esempio in diverse specie di pesci), per studiare le loro rotte migratorie e le differenze nelle caratteristiche fisiologiche, riproduttive e della crescita.

Scoperta di sostanze naturali utili. Migliaia di sostanze naturali vengono utilizzate in medicina, nella produzione e la conservazione dei cibi, in ambito cosmetico, biotecnologico e industriale, e nel controllo delle specie infestanti. Molte sostanze utili all'uomo devono però ancora essere scoperte.

LA NOSTRA VITA



PRODOTTI NATURALI DALLE RANE VELENOSE

La conoscenza dei rapporti evolutivi tra le specie ha portato per esempio alla scoperta di sostanze utili presenti nelle rane velenose del centro e sud America. Queste sostanze hanno applicazioni mediche per la loro azione stimolante per il cuore e come antidolorifici.



RISORSE GENETICHE PER IL MIGLIORAMENTO DEI RACCOLTI

Lo studio dei rapporti evolutivi fra piante coltivate e forme selvatiche, e della loro variabilità genetica, fornisce informazioni molto importanti per identificare varietà utili all'incremento e al miglioramento delle produzioni agricole.

DELLA SOCIETÀ

La biologia evuzionistica consente la ricerca mirata di queste sostanze perché è in grado di predire gli adattamenti degli organismi alle diverse situazioni ambientali, e perché permette di identificare i rapporti di parentela con specie che hanno già fornito molecole utili. Questo ultimo aspetto è particolarmente importante quando una sostanza utile all'uomo viene scoperta in una specie rara, perché ci aiuta ad identificare quali altre specie più accessibili e diffuse devono essere analizzate ed eventualmente sfruttate. Il tamoxifen, ad esempio, un medicinale utilizzato nel trattamento del cancro al seno, è stato sviluppato a partire da una sostanza trovata inizialmente in una specie di albero in pericolo di estinzione, il tasso del Pacifico.

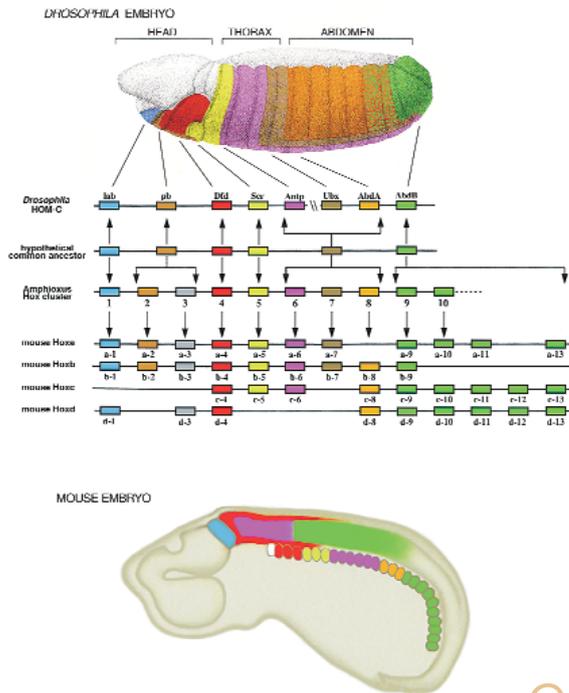
Salute e medicina. I metodi ed i principi della biologia evuzionistica stanno aiutando la comprensione dei legami tra geni e malattie genetiche attraverso l'identificazione e la localizzazione nel genoma di geni associati a patologie ereditarie, come per esempio la fibrosi cistica. Ci aiutano inoltre a capire quali varianti geniche aumentano il rischio di essere affetti da determinate malattie e quali alterano le risposte ai trattamenti farmacologici. La biologia evuzionistica ci aiuta anche a scoprire le origini e

l'epidemiologia delle malattie infettive, a capire lo sviluppo della resistenza agli antibiotici nei microrganismi patogeni, ed infine a comprendere le funzioni fisiologiche ed i bisogni alimentari dell'uomo.

Biotechnologie. Lo sviluppo sinergico di biotechnologie e biologia evuzionistica ha un futuro promettente, con importanti ricadute sui bisogni della nostra società. Per esempio, i biologi evuzionisti sono stati coinvolti in prima linea sia nella valutazione del rischio che nell'interpretazione delle conseguenze dell'applicazione dell'ingegneria genetica. Un altro esempio significativo è rappresentato dallo sviluppo dei processi bio-industriali che utilizzano microrganismi, per il quale le competenze in campo genetico, sistematico ed evuzionistico sono state molto importanti.

Comprensione della specie umana. La biologia evuzionistica ha contribuito notevolmente a conoscere le nostre origini, i rapporti di parentela con le altre specie e la storia e il significato della variabilità tra individui e tra popolazioni. Gli antropologi evuzionisti, gli psicologi ed i biologi ora si accingono a studiare le basi biologiche della cultura e del comportamento umani. L'applicazione della biologia evuzionistica allo studio dell'uomo ha avuto un profondo impatto sulle discipline umanistiche come la letteratura, le arti e la filosofia.

IL CONTRIBUTO ALLA BIOLOGIA E



BIOLOGIA DELLO SVILUPPO
 Recenti studi, che hanno avuto come oggetto diverse specie di animali, dimostrano come una grande parte della loro diversità sia evoluta in seguito a cambiamenti avvenuti in un set comune di geni regolatori. L'organizzazione di tali geni è stata studiata in dettaglio in organismi modello, come il moscerino della frutta, ed effetti genetici analoghi sono stati in seguito individuati in una grande varietà d'organismi.



L'ALBERO DELLA VITA

Il progresso nei metodi molecolare, morfologico e computazionale consentono di definire e descrivere in modo esauriente la diversità e la storia evolutiva di tutte le forme viventi. In particolare, il progetto "L'albero della Vita" (Tree of Life) si propone di fornire un sistema unitario ed integrato per classificare e riconoscere le relazioni filogenetiche tra tutti gli organismi.

COMPRENDERE L'UOMO

QUAL È IL CONTRIBUTO DELLA BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA ALLE SCIENZE DI BASE?



La biologia evolucionistica ha un ampio ed importante impatto scientifico. Per dare alcuni esempi, tra i molti risultati ottenuti studiando la storia ed i processi evolutivi, i biologi evolucionisti hanno:

- stabilito che tutti gli organismi si sono evoluti sulla terra a partire da un antenato comune nel corso di oltre 3.5 miliardi d'anni;
- sviluppato metodi per ricostruire le relazioni filogenetiche, o di parentela, tra gli organismi;
- descritto le modalità con cui le specie si formano e si estinguono a partire sia dai reperti fossili sia dalla variabilità osservata oggi negli ecosistemi;
- sviluppato e messo alla prova teorie generali che spiegano l'evoluzione dei tratti fenotipici, compresi caratteri complessi quali la cooperazione e la senescenza;
- compiuto sostanziali progressi nella comprensione dell'evoluzione a livello molecolare;
- rivelato molti aspetti dell'evoluzione umana.

CONTRIBUTI AD ALTRE DISCIPLINE BIOLOGICHE

L'evoluzione ha un ruolo centrale nella comprensione dei fenomeni biologici, tanto che scienziati in diverse aree della biologia considerano almeno parte della loro ricerca di tipo evolucionistico. Questi sono soltanto alcuni dei recenti risultati ai quali la biologia evolucionistica ha contribuito in modo sostanziale:

Biologia molecolare. Gli approcci evolutivi hanno permesso di comprendere la funzione e l'organizzazione dei processi molecolari all'interno delle cellule. Alcuni esempi sono la ricostruzione e l'analisi funzionale delle sequenze proteiche ancestrali e la comprensione dell'importanza dei diversi tipi di DNA. Le ricerche in biologia evolucionistica hanno quindi un ruolo importante nell'indirizzare lo studio dei meccanismi molecolari che si trovano alla base di tutti i caratteri complessi.

Biologia dello sviluppo. Negli ultimi anni i rapporti tra biologia dello sviluppo e biologia evolucionistica si sono

ALLE SCIENZE DI BASE



ORIGINI DELL'UOMO

Gli studi sulla variabilità nelle popolazioni umane, le recenti analisi del DNA estratto da reperti fossili, ed una sempre più completa documentazione fossile, hanno consentito di comprendere meglio la comparsa e l'evoluzione dell'uomo e della sua cultura.



E LA SUA NATURA

sempre più intensificati, anche grazie agli studi sui geni coinvolti nello sviluppo degli organismi. In alcuni casi, per esempio, gli stessi geni svolgono ruoli sorprendentemente equivalenti nello sviluppo di specie molto diverse come insetti e mammiferi, ma in altri casi i ruoli sono differenti. Gli studi in corso stanno aiutando a comprendere la funzione di questi geni e, da ultimo, ad identificare la serie di eventi che portano un uovo fertilizzato a trasformarsi in un complesso organismo adulto.

Fisiologia ed anatomia. La biologia evuzionistica ha a lungo influenzato lo studio dell'anatomia e della fisiologia, sia animale che vegetale. La collaborazione tra queste discipline porterà ad ulteriori importanti contributi, alcuni dei quali influenzeranno anche lo studio della fisiologia umana e delle discipline annesse. I concetti rigorosi, i metodi e l'analisi comparativa propri della biologia evuzionistica possono ampliare le nostre conoscenze sui meccanismi fisiologici e sui rapporti tra morfologia e funzione, e possono

quindi essere applicati anche a discipline come la medicina, l'agricoltura e la veterinaria.

Neurobiologia e comportamento. Fin dai suoi albori, lo studio del comportamento animale ha avuto una forte componente evolutiva, poiché tra i suoi obiettivi c'era proprio la comprensione dell'evoluzione dei tratti comportamentali e del loro valore adattativo. Lo studio evolutivo del comportamento animale e la psicologia comparata si integrano in numerose aree di ricerca, per esempio nello studio dell'apprendimento e dei meccanismi adattativi implicati nei processi cognitivi nell'uomo.

Applicazioni al di fuori della biologia. Le interazioni tra biologia evolutiva ed altre scienze analitiche, in particolare la statistica e l'economia, hanno sempre dato ottimi risultati. Alcuni dei metodi statistici di base, tra cui l'analisi della varianza e la *path analysis*, sono stati inizialmente sviluppati da biologi evuzionisti. Inoltre gli algoritmi realizzati per simulare la selezione naturale in sistemi biologici sono spesso utilizzati in informatica e nelle scienze dei sistemi.

QUAL È IL FUTURO DELLA BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA?

I metodi, i principi ed i concetti della biologia evoluzionistica costituiscono la struttura delle ricerche di base in biologia molecolare, embriologia, fisiologia, ecologia, etologia, psicologia, antropologia ed in molte altre discipline. Ed è altrettanto vero che gli studi applicativi in agricoltura, scienze forestali, genetica umana, medicina ed altre aree hanno ricevuto un contributo sempre crescente da parte di scienziati con una preparazione in biologia evoluzionistica.

I biologi evoluzionisti hanno esteso i loro interessi, cercando di rispondere non solo alle domande di base nelle discipline biologiche, ma anche analizzando i problemi e i bisogni della società. La rapida crescita di questa "vivacità evoluzionistica", accompagnata dall'altrettanto rapido sviluppo delle metodologie molecolari e delle tecniche di calcolo automatizzato, ha determinato oggi, molto più che in passato, un forte progresso nella biologia evoluzionistica. Con un sostegno adeguato alla formazione e alla ricerca, la biologia evoluzionistica potrà fornire un contributo sempre maggiore alle conoscenze di base e alle loro applicazioni.

SCIENZE APPLICATE

In ambiti pratici e applicativi, ci sono molti settori all'interno dei quali i biologi evoluzionisti possono portare un contributo rilevante per aiutare le società umane:

- per comprendere e combattere le malattie genetiche e infettive;
- per capire gli adattamenti fisiologici dell'uomo agli stress, ai patogeni e ad altri fattori che provocano problemi alla salute;
- per migliorare le caratteristiche delle piante e degli animali utilizzati per l'alimentazione, e ridurre gli effetti dannosi di patogeni, insetti e specie parassite;
- per sviluppare le metodologie necessarie per analizzare la variabilità genetica umana e applicarle alle scienze forensi, alla medicina e allo studio del comportamento umano;
- per utilizzare e sviluppare in modo responsabile e ragionato le risorse biologiche;
- per rimediare ai danni prodotti all'ambiente;
- per prevedere le conseguenze dei cambiamenti dell'ambiente sia a scala locale sia a scala globale;
- per proteggere la biodiversità e capire come utilizzarla senza arrecare danni.

SCIENZE DI BASE

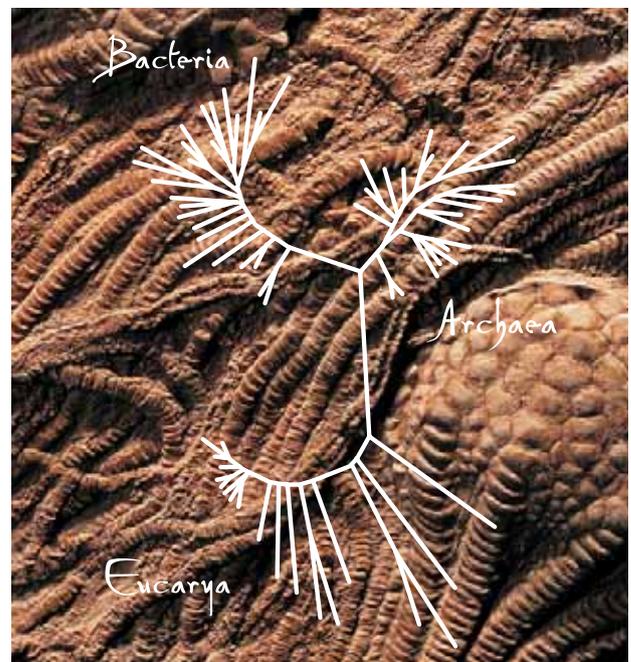
Nella ricerca di base, gli studi evoluzionistici si stanno avviando a:

- classificare interamente la biodiversità e descrivere le relazioni filogenetiche tra tutti gli organismi;
- comprendere meglio i fattori che hanno provocato i maggiori cambiamenti durante la storia della vita sulla terra;
- chiarire i processi evolutivi a livello molecolare;
- comprendere l'evoluzione dei meccanismi alla base dello

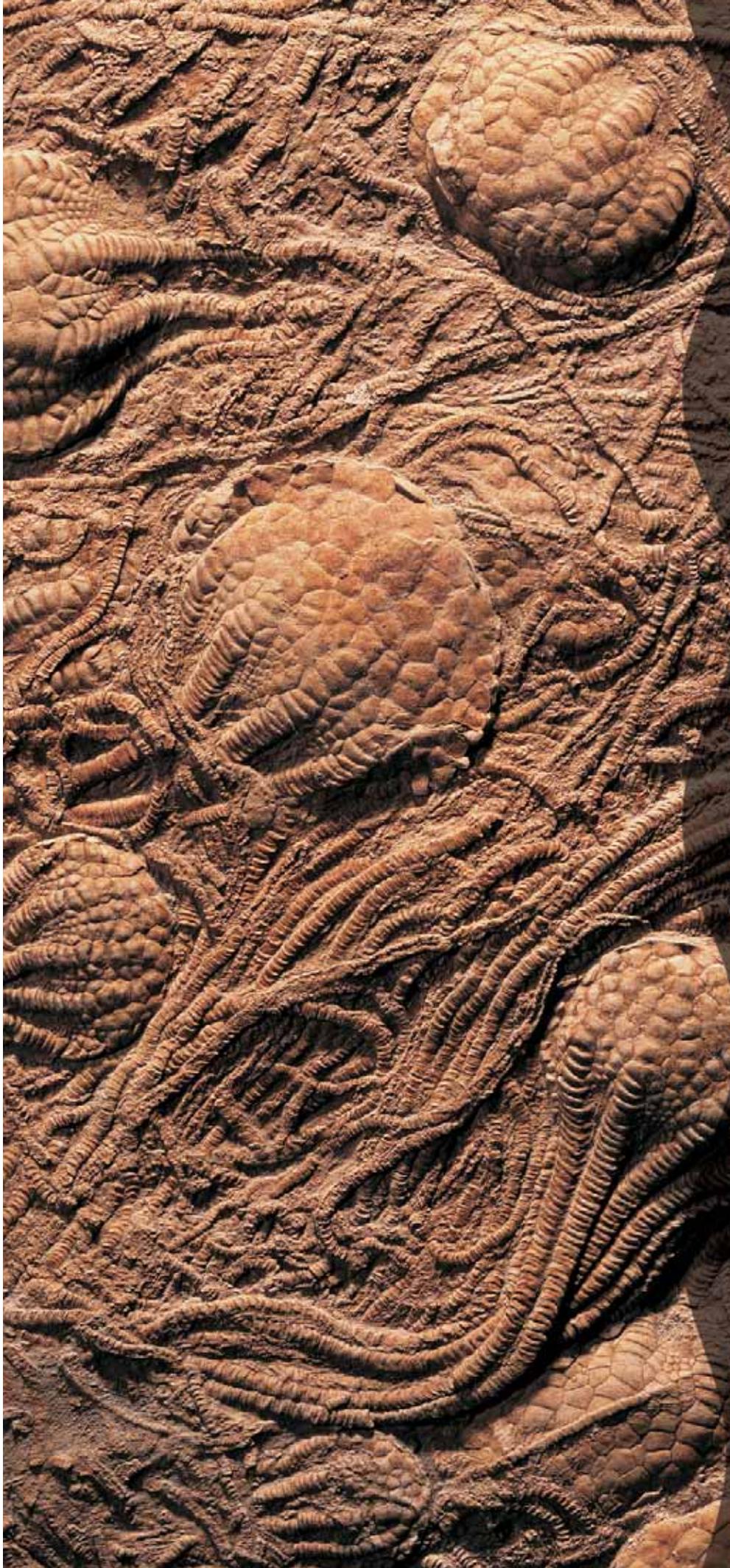
- sviluppo e dell'origine di nuove strutture anatomiche;
- delucidare i processi che favoriscono e limitano gli adattamenti fisiologici, anatomici ed endocrinologici;
- giungere ad una migliore comprensione del significato adattativo e dei meccanismi del comportamento;
- sviluppare una teoria che permetta di prevedere i risultati della coevoluzione tra specie, per esempio nel caso dei patogeni e dei loro ospiti, e gli effetti di questo processo coevolutivo a livello di popolazioni e comunità ecologiche.

CONCLUSIONI

La biologia evoluzionistica ha un ruolo centrale per la comprensione della complessità dei sistemi biologici. Il processo evolutivo determina la bio-complessità. Il sostegno continuo e ulteriore di questa disciplina è cruciale per favorire il progresso scientifico di un paese, sia nelle conoscenze di base sia nelle innovazioni con immediate applicazioni. Abbiamo ancora il tempo e le possibilità di modificare le tendenze attuali o di prepararci per le loro conseguenze, ma gli investimenti nella biologia evoluzionistica sono una fondamentale e urgente necessità per le società del XXI secolo. Sulla base della situazione attuale e delle proiezioni future, si prevede che nei prossimi anni ci troveremo di fronte ad una continua distruzione di habitat, una crescita nella necessità e nella produzione di cibo, una sfida sempre più impegnativa per preservare la biodiversità, ed una maggiore facilità di sviluppo e diffusione di nuove malattie. Solo attraverso la conoscenza dei meccanismi alla base dell'evoluzione è possibile affrontare questi problemi. La biologia evoluzionistica deve essere al centro della politica nazionale per gli investimenti nell'area biologica, così come si trova al centro di tutte le discipline biologiche.



L'albero filogenetico universale che indica le relazioni evolutive tra Batteri (che comprendono la gran parte dei batteri noti e le alghe blu-verdi), Archeobatteri (come i batteri metanogeni e alofili), ed Eucarioti (protisti, piante, animali e funghi).



Copertina
Mark Spencer/Auscape.
Barriera corallina con gorgonie, crinoidi e alcionarie, Mare dei
Coralli, Australia

Deane Bowers, University of Colorado–Boulder. Farfalla
Checkerspot (*Euphydryas phaeton*), Stati Uniti

DNA, foto d'archivio, Rutgers University

Jonathan Adrain, Museo di Storia Naturale, Londra. Trilobite
fossile (*Exallaspis coronata*) del Siluriano inferiore, W. Midlands,
Gran Bretagna

Mary E. Eaton/NGS Image Collection. Elonia dioica
(*Chamaelirium luteum*). Riproduzione autorizzata da *The Book of
Wild Flowers*. ©1924, National Geographic Society

Copertina interna
John Weinstein, Museo di Storia Naturale, e David Jablonski,
University of Chicago. Cronoidi fossili del Cretaceo (85 milioni di
anni fa), Kansas

Pagina 2
Julie Margaret Cameron, c/o Museo Clements, University of
Michigan. Fotografia *Carte de visite* di Charles Darwin (1874)

Bruce Baldwin, University of California – Berkeley. Spada
d'argento di Mauna Kea (*Argyroxiphium sandwicense* subsp.
sandwicense), bacino di Wailuku, Hawaii

Pagina 3
R. Kellogg, c/o Annalisa Berta, San Diego State University.
Disegno di scheletro di archaeocete (balena fossile). Estratto
autorizzato da A. Berta, 1994. *What Is a Whale?* *Science* 263:180.
©, American Association for the Advancement of Science

H. Douglas Pratt, c/o Lenny Freed, University of Hawaii.
Variabilità nella forma del becco in mieleri delle Hawaii.

Pagina 4
Aravinda Chakravarti, Case Western Reserve University. Frequenze
relative in Europa della mutazione più comune che provoca la
fibrosi cistica.

Karl Ammann, c/o NOAHS Center, National Zoological Park.
Ghepardo.

Pagina 5
Charles W. Myers, Museo Americano di Storia Naturale. Rana
freccia velenosa (*Phyllobates terribilis*), Colombia, Sud-America

Charles Rick, University of California – Davis. Pomodori coltivati
e selvatici

Pagina 6
Sean B. Carroll, University of Wisconsin. Organizzazione del gene
Hox e espressione in *Drosophila* e embrioni di topo. Riproduzione
autorizzata da S. B. Carroll et al., 1995. *Homeotic genes and the
evolution of arthropods and chordates*. *Nature* 376:479-485-. ©,
Macmillan Magazines Ltd.

David Maddison, University dell'Arizona. Logo del progetto Tree
of Life

Pagina 7
Museo Nazionale del Kenya, c/o Craig S. Feibel, Rutgers
University. Cranio di ominide (*Homo habilis*) di 1.9 milioni di anni
fa, Koobi Fora, Rift Valley, Africa

Maschera Africana, foto d'archivio, Rutgers University

Pagina 8
Norman R. Pace, University of California – Berkeley. Albero
filogenetico universale basato su sequenze di RNA ribosomiale.
Riproduzione autorizzata da N.R. Pace, 1997. *A Molecular View of
Microbial Diversity and the Biosphere*. *Science* 276:734-740. ©1997,
American Association for the Advancement of Science