

Sean B. Carroll

Al di là di ogni ragionevole dubbio

La teoria dell'evoluzione alla prova dell'esperienza

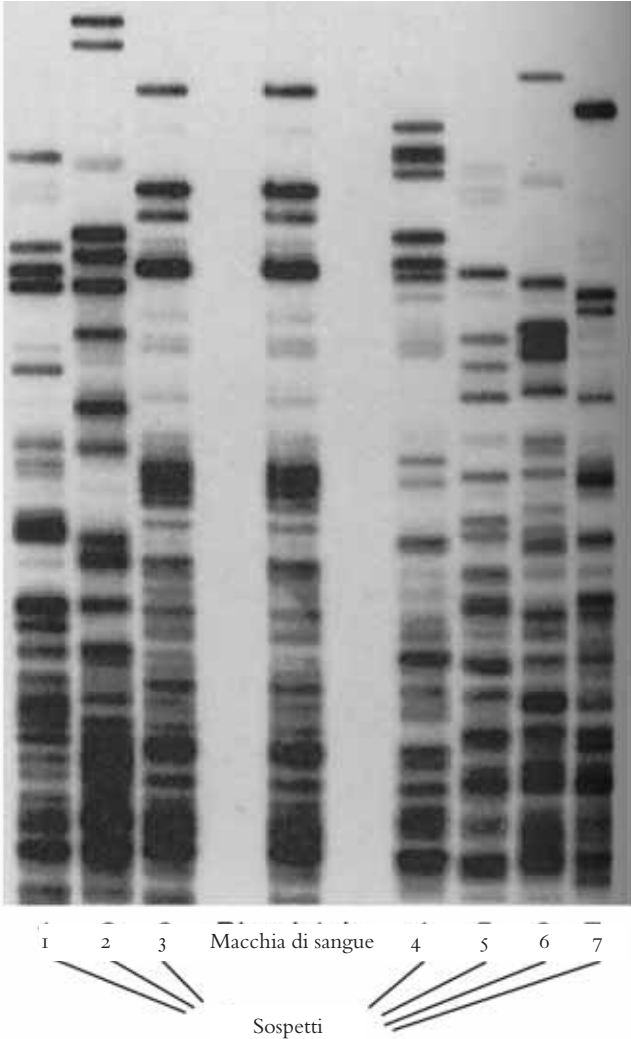
Traduzione di Silvia Boi



*A Joan H. Carroll e al defunto J. Robert Carroll.
Grazie per il DNA e per tutte le mie mutazioni.*

Indice

	<i>Prefazione</i>
ix	Al di là di ogni ragionevole dubbio
	<i>Capitolo 1</i>
3	Introduzione: il pesce senza sangue dell'isola di Bouvet
	<i>Capitolo 2</i>
25	La matematica spicciola dell'evoluzione: il caso, la selezione e il tempo
	<i>Capitolo 3</i>
51	Geni immortali: correre sul posto era dopo era
	<i>Capitolo 4</i>
71	Costruire il nuovo dal vecchio
	<i>Capitolo 5</i>
95	Geni fossili: frammenti di una vita passata
	<i>Capitolo 6</i>
115	Déjà vu: come e perché l'evoluzione si ripete
	<i>Capitolo 7</i>
141	Carne della nostra carne e sangue del nostro sangue: corse agli armamenti, razza umana e selezione naturale
	<i>Capitolo 8</i>
163	L'origine e l'evoluzione della complessità
	<i>Capitolo 9</i>
187	Vedere per credere
	<i>Capitolo 10</i>
219	Le palme del Wyoming
239	Fonti e approfondimenti
257	Ringraziamenti



Analisi del DNA per scopi giudiziari. Lo schema secondo cui sono distribuite le bande in ciascuna colonna costituisce il «profilo» del DNA dei campioni raccolti sulla scena del delitto e dei possibili sospettati. Il DNA della macchia di sangue presente sulla scena del delitto corrisponde al sospettato numero 3 e a nessun altro. © Cellmark Diagnostic.

Prefazione

Al di là di ogni ragionevole dubbio

I fatti non smettono di essere reali perché vengono ignorati.

ALDOUS HUXLEY

Nel 1979, Dianna Green, incinta di nove mesi, fu picchiata violentemente e il suo bambino morì prima di nascere a causa del trauma. Sebbene la donna fosse stata colpita da amnesia e al processo non fosse in grado di dire come si chiamasse, indicò suo marito, Kevin Green, come il responsabile delle percosse. Green fu condannato per omicidio e tentato omicidio.

Nel 1996, 17 anni dopo, nel laboratorio del dipartimento di giustizia della California venne eseguita l'analisi del DNA sulle prove raccolte sulla scena del delitto. Confrontando il profilo di questi campioni di DNA con quello di Green e con quelli presenti in un nuovo database dei condannati per atti violenti, si scoprì che i campioni originali e i campioni raccolti sulla scena di altri quattro omicidi corrispondevano a quello di un altro uomo, Gerald Parker, allora detenuto per violazione di un provvedimento di libertà condizionata. Messo di fronte alla prova del DNA, Parker confessò i delitti (e fu in seguito condannato a morte), mentre Green fu rilasciato dopo 16 anni di detenzione per un crimine che non aveva commesso.

Più precisa e rigorosa dell'analisi delle fibre e delle impronte digitali, e molto più affidabile della testimonianza oculare, l'analisi del DNA ha fornito la prova decisiva su chi fosse o non fosse presente sulla scena del delitto. L'autorevolezza della prova del DNA, oltre a molti casi simili a quello di Green, ha portato ad una rivoluzione nel sistema giudiziario penale e ad un forte aumento nell'uso del test del DNA sia per condannare un colpevole sia per scagionare un innocente. Molti delitti su cui in passato sarebbe stato impossibile indagare vengono ora risolti di routine, compresi alcuni casi rimasti insoluti da diversi decenni. Anche il numero di persone scagionate è in crescita. L'organizzazione Innocence Project, che fornisce un difensore

legale *pro bono* per ricorsi in appello basati sulla prova del DNA, riferisce di oltre 150 casi nel corso degli ultimi trent'anni in cui persone condannate sono state scagionate, incluse alcune liberate dal braccio della morte.

Le potenzialità del test del DNA si estendono ben al di là del campo della giustizia penale. L'attribuzione di paternità è ora definitiva e test per identificare i portatori di malattie genetiche sono di routine, grazie alla scienza del DNA. Eppure c'è un campo in cui queste potenzialità non sono ancora ampiamente riconosciute: è quello che potrebbe definirsi l'ambito filosofico.

Proprio come la sequenza del DNA di ciascun individuo è unica, anche la sequenza del DNA di ciascuna specie è unica. Ogni cambiamento evolutivo fra specie, che si tratti dell'aspetto fisico o del metabolismo digestivo, è dovuto a cambiamenti nel DNA e quindi rimane registrato nella sua sequenza. Lo stesso vale per la «paternità» delle specie. Il DNA contiene, quindi, la prova forense definitiva e inconfutabile dell'evoluzione.

Questo fatto costituisce un'interessante ironia. Giurie e giudici si basano sulla prova del DNA per determinare la libertà o la detenzione, la vita o la morte, di migliaia di persone. E apparentemente la totalità dei cittadini americani è a favore di questa innovazione. Eppure nell'opinione pubblica circa la metà o più dei cittadini americani dubita ancora o nega recisamente la realtà dell'evoluzione biologica. È evidente che ci sono più familiari le applicazioni del DNA che le sue implicazioni.

Più di un secolo fa, William Bateson iniziò uno dei primi importanti libri sull'evoluzione che sarebbero stati scritti dopo l'epoca di Darwin con questa esortazione: «Se il vecchio tipo di dati non ci aiuta, cerchiamo allora dati di un nuovo tipo. Che sia venuto il tempo per un nuovo approccio è qualcosa di cui credo la maggior parte dei naturalisti stia iniziando a rendersi conto».

Ora che la scienza del DNA sta influenzando così tanti aspetti della vita quotidiana, è ancora una volta tempo per un nuovo approccio e per cercare dati di un nuovo tipo. Il mio obiettivo in questo libro è di presentare un corpo di nuovi dati a proposito dell'evoluzione basati sul DNA. Negli ultimi anni, la biologia ha avuto un accesso senza precedenti a una grande quantità di dati sul DNA di ogni tipo di organismo, compreso l'uomo e i nostri parenti più stretti. In soli vent'anni, la quantità di sequenze di DNA nei nostri database è aumentata di 40 000 volte e la maggior parte di esse è stata aggiunta in questo

nuovo secolo. Per valutare questi numeri in prospettiva, basti pensare che nel 1982 tutte le sequenze di DNA note, provenienti da tutte le specie viventi, non raggiungevano nel complesso il milione di basi. Questo numero di caratteri, stampato in pagine come quelle che state leggendo, potrebbe essere facilmente contenuto in un volume più o meno delle dimensioni di questo libro. Se tutte le sequenze di DNA che conosciamo oggi fossero stampate in volumi, impilati uno sull'altro, supererebbero il doppio dell'altezza delle Sears Towers di 110 piani a Chicago. Questa biblioteca della vita cresce di oltre 30 piani all'anno.

In questi libri è contenuta la sequenza grezza del DNA per la costruzione di tutti i tipi di batteri, funghi, piante e animali. La decifrazione di questi testi, composti da un numero quasi infinito di permutazioni di sequenze di sole quattro lettere, A, C, G e T, costituisce ora una delle più grandi opportunità della storia della biologia dell'evoluzione. I biologi stanno esplorando questa ricca nuova risorsa per studiare e risolvere alcuni dei più affascinanti misteri della storia naturale e scoprire, con una precisione senza precedenti, tutti i tipi di importanti caratteristiche che si sono evolute in natura. In questo libro racconterò la storia di come la nuova scienza della *genomica*, lo studio comprensivo e soprattutto comparativo del DNA delle specie, stia profondamente ampliando la nostra conoscenza dell'evoluzione della vita.

La genomica ci permette di penetrare in profondità il processo evolutivo. Ben oltre un secolo dopo Darwin, la selezione naturale era osservabile solo a livello dell'intero organismo, come un fringuello o una falena, sotto forma di differenze nella loro sopravvivenza o capacità riproduttiva. Ora, possiamo *vedere* come il più adatto viene *costruito*. Il DNA contiene un tipo di informazione completamente nuovo e diverso rispetto a quello che Darwin avrebbe potuto immaginare o sperare, ma che conferma in modo decisivo la sua idea di evoluzione. Ora siamo in grado di identificare i cambiamenti specifici nel DNA che hanno permesso alle specie di adattarsi ai mutamenti ambientali e di evolvere nuovi stili di vita.

Questo nuovo livello di comprensione non solo fornisce prove inconfutabili anche a livello forense, ma comprende alcune sorprese che ampliano la nostra visione dell'evoluzione. Per esempio, nella sequenza di DNA di tutte le specie sono presenti *geni fossili*. Si tratta di sequenze di DNA che in passato erano complete e utilizzate dagli antenati, ma che sono cadute in disuso e degenerate. Questi resti costi-

tuiscono una fonte del tutto nuova di informazione sulle caratteristiche e le capacità che sono andate perdute quando le specie hanno evoluto nuovi stili di vita.

La sequenza del DNA ci rivela anche che l'evoluzione può ripetersi, e che lo fa spesso. Adattamenti simili o identici si sono verificati attraverso lo stesso meccanismo in specie diverse come farfalle ed esseri umani. Questo costituisce un'ottima prova che, di fronte alle stesse sfide o opportunità, la stessa soluzione può essere scelta in tempi e luoghi completamente diversi nella storia della vita. Questa ripetitività contraddice l'idea che se riavvolgessimo il film della storia della vita e lo facessimo partire di nuovo, il risultato sarebbe del tutto diverso.

I dati basati sul DNA stanno anche rivoluzionando lo studio e la comprensione delle origini dell'uomo e degli albori della civiltà. Sebbene il sequenziamento del genoma umano sia praticamente completo, è l'interpretazione dei geni dei genomi degli altri primati e mammiferi che ci permette di interpretare il significato della sequenza umana. I nostri geni contengono indizi rivelatori sulla nostra diversità e su come si è evoluta. Molti geni portano le cicatrici della selezione naturale, della battaglia che i nostri antenati hanno combattuto con le malattie che hanno afflitto la civiltà umana per millenni.

Ho scritto questo libro pensando a molti lettori diversi. Per prima cosa, per coloro che hanno un vivo interesse per la storia naturale, percorrerò in lungo e in largo il pianeta per mostrare quante specie affascinanti si siano adattate per vivere in sorgenti termali bollenti, caverne, giungle, formazioni laviche, profondità oceaniche ed altri incredibili luoghi. Questa nuova conoscenza di come cambiando una o poche lettere in un semplice codice si possano modificare in modo evidente la forma e la fisiologia di organismi complessi è in qualche modo grandiosa. Poi, per gli studenti e gli insegnanti, mi sono concentrato su quelli che credo siano i migliori esempi che illustrano gli elementi fondamentali del processo evolutivo, che rinforzano ed espandono, nel contempo, la nostra ammirazione per l'incredibile diversità e adattabilità della vita. La maggior parte delle storie che racconto non sono ancora riportate nei libri di testo, ma molte di esse diventeranno capitoli fondamentali nella scienza dell'evoluzione. Infine, per coloro che cercano di valutare che cosa ci sia di vero nella retorica e la pseudoscienza di coloro che contestano l'evoluzione, ho fornito delle conoscenze di base per comprendere le

tattiche e gli argomenti usati per mettere in dubbio e negare la scienza dell'evoluzione, oltre a una gran quantità di prove scientifiche per smontare questi argomenti.

I nuovi dati sul DNA hanno un altro ruolo molto importante oltre a quello di far luce sul processo dell'evoluzione. Essi potrebbero essere l'elemento decisivo nella lotta in corso sull'insegnamento dell'evoluzione nelle scuole e nell'accettazione dell'evoluzione nella società in generale. Supera i limiti dell'ironia chiedere alle giurie di basarsi sulla variabilità genetica dell'uomo e sulle prove derivanti dal test del DNA per determinare la vita e la libertà degli accusati, ma di tralasciare o di svalutare l'insegnamento dei principi su cui si fondano tali prove e tutta la biologia. Il movimento antievoluzionista si è basato su idee completamente false della genetica e del processo evolutivo in generale. L'insieme delle nuove prove che descriverò in questo libro chiude il caso dell'evoluzione biologica come base della diversità della vita.

Al di là di ogni ragionevole dubbio.