

# Evoluzione

## A volte ritornano

Ecco il primo di due articoli, uno dedicato agli animali e l'altro all'uomo, in cui Richard Dawkins, studioso di fama mondiale, racconta a Quark perché la vita cerca sempre di perpetuarsi. E spesso lo fa imitando se stessa

DI RICHARD DAWKINS  
professore di Comprensione della Scienza all'Università di Oxford



### VOLI CONVERGENTI

Assetto di volo simile, profilo quasi identico. Lo pterosauro (*sopra*) e il pellicano (*nella pagina a fianco*) si assomigliano, eppure sono separati da 65 milioni di evoluzione. Il fatto che abbiano sviluppato le ali ma non siano imparentati è un esempio di quella che gli studiosi chiamano evoluzione convergente.

**L**a grande maggioranza delle specie viventi si è estinta e quelle attuali probabilmente si estingueranno in futuro. Questa è l'unica cosa che possiamo prevedere con certezza dell'evoluzione. Ma se volessimo sbilanciarci un po' di più, per esempio immaginare come saranno le specie tra 20 milioni di anni, che cosa potremmo dire?

Il biologo americano Stuart Kauffman, un teorico, ha inventato un ingegnoso esperimento per immaginare quali

percorsi seguirebbe l'evoluzione se ripartisse, una, due, tante volte, dal medesimo punto di partenza. Quali caratteristiche degli organismi potrebbero svilupparsi più e più volte? Quali sarebbero molto rare? Quali si evolverebbero con facilità e quali con fatica?

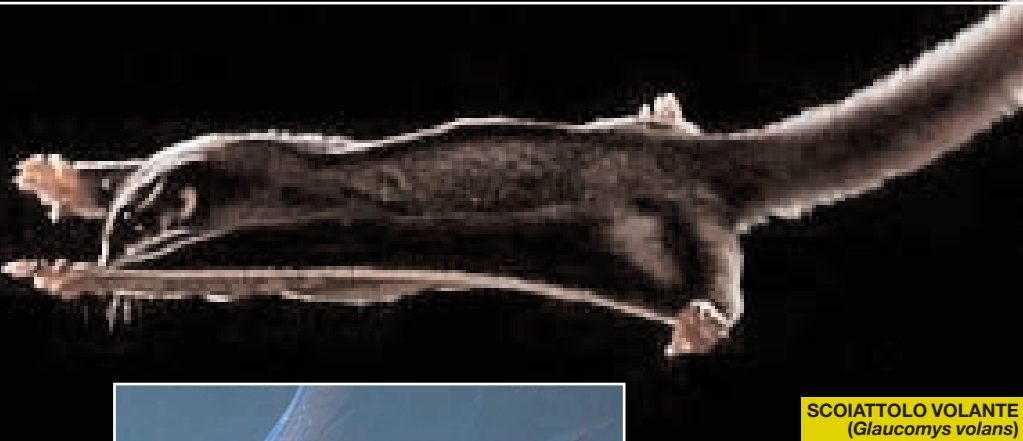
**Un gioco stimolante.** Ma al di là delle pure congetture, c'è qualcosa nella storia della vita che si avvicina all'esperimento di Kauffman? Certo che c'è. Fortunati casi di prolungato isola-

mento geografico, come quelli di Australia, Nuova Zelanda, Madagascar, America Meridionale e perfino dell'Africa, ci mostrano importanti e paralleli ricorsi di episodi evolutivi.

Per lunghi periodi dopo l'estinzione dei dinosauri, quando noi mammiferi abbiamo manifestato una grande creatività evolutiva, queste regioni della Terra sono state isolate tra di loro e rispetto al resto del mondo. L'isolamento ha consentito ai lemuri d'evolversi in Madagascar. Nell'America Me- >>

**PLANARE VIENE PRIMA DI VOLARE**

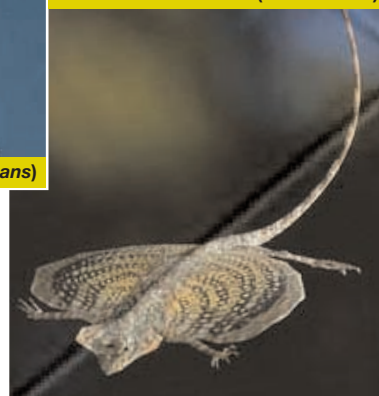
Mentre il volo con le ali è esclusivo appannaggio di uccelli, pipistrelli, insetti e, anticamente, degli pterosauri, il volo planato si è sviluppato in modo indipendente forse anche centinaia di volte. E potrebbe essere il precursore evolutivo del volo vero e proprio. Gli esempi includono lucertole, rane, serpenti, pesci "volanti", calamari, marsupiali e il colugo, che assomiglia a una piccola scimmia e vive in Malesia. Secondo Dawkins è molto probabile che il volo planato possa evolversi altre volte. Più difficile che la cosa succeda per il volo battuto.



**SCIOIATTOLO VOLANTE** (*Glaucomys volans*)



**LUCERTOLA VOLANTE** (*Draco volans*)



**PESCE VOLANTE** (*Exocoetus volitans*)



**RANA VOLANTE** (*Rhacophorus nigropalmatus*)

» ridionale ci si sono state tre diverse fasi evolutive di mammiferi, intervallate da lunghi periodi d'isolamento. Di questi laboratori naturali, l'Australia è il più perfetto. Il suo isolamento è stato quasi completo ed ha avuto inizio con una piccolissima e forse unica introduzione di marsupiali. La Nuova Zelanda è un'eccezione emblematica, dal momento che - altro affascinante caso di esperimento naturale - si è ritrovata senza alcun mammifero di terra durante tutto il suo periodo di isolamento. E le nicchie abitualmente occupate dai mammiferi sono stata colonizzate dagli uccelli e anche da insetti. Tra tanti esempi, l'Africa è la sorpresa più grande. Chi avrebbe immaginato che il toporagno elefante è imparentato più strettamente con un elefante che con un toporagno comune? La tassonomia molecolare, che si basa sulle analisi del Dna per definire i legami tra le specie, mostra l'esistenza di un grande superordine di mammiferi di antica origine africana, il gruppo degli Afrotheria, che comprende elefanti,

toporagni elefanti, procavie, dugonghi, oritteropi, talpe dorate e ricci del Madagascar. Pensate che le talpe dorate sono parenti più stretti degli elefanti che delle talpe europee! Tra tutti i mammiferi placentati, gli Afrotheria sono i cugini più antichi di tutti gli altri.

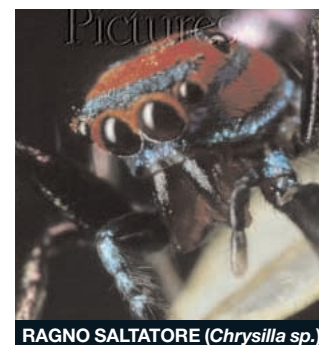
**Anche le differenze** sono rivelatrici. I canguri sono "sostituti saltanti" delle antilopi. L'andatura saltante bipede, una volta perfezionata alla fine di una linea di progressione evolutiva, può essere incredibilmente veloce, tanto quanto il galoppo su quattro zampe. Ma le due andature sono radicalmente diverse l'una dall'altra, tanto da avere determinato cambiamenti sostanziali in tutta l'anatomia. Probabilmente, in un momento ancestrale di separazione delle due andature una delle due linee evolutive "sperimentali" avrebbe potuto seguire indifferentemente la strada del perfezionamento del salto bipede o del galoppo quadrupede. Per qualche ragione accidentale i canguri sono saltati da una parte e le

antilopi hanno galoppato dall'altra. Noi adesso ci stupiamo osservando le differenze tra i risultati finali. Il vuoto lasciato dai dinosauri ha dato insomma libertà ai mammiferi di evolversi in parallelo su continenti separati. Al loro tempo i dinosauri hanno avuto radiazioni evolutive simili, anche se con rilevanti omissioni. Io stesso per esempio non riesco a spiegarmi come mai non ci siano state "talpe" dinosauro. E prima dei dinosauri, ci sono stati altri esempi, soprattutto tra i rettili-mammifero (vissuti nel Triassico, tra 245 e 208 milioni di anni fa), che hanno sviluppato una varietà di forme simili a quelle che vediamo oggi.

**Ecco allora una prima** risposta provvisoria alla nostra domanda sulla prevedibilità dell'evoluzione. Dopo un'estinzione di portata catastrofica non possiamo prevedere nel dettaglio cosa riempirà il vuoto. Possiamo però prevedere la varietà di tipi che probabilmente si svilupperanno. Ci saranno erbivori e carnivori, pascolatori e bruca-

**L'OCCHIO È NATO ALMENO 40 VOLTE**

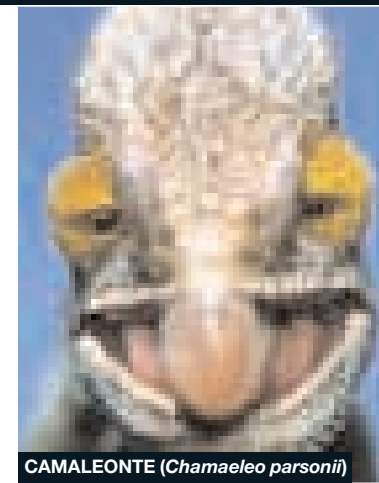
Gli studiosi hanno individuato da 40 a 60 diversi cammini evolutivi che hanno portato allo sviluppo degli occhi. I più primitivi sono forse quelli puntiformi che orlano il bordo della conchiglia di alcuni molluschi bivalvi come i pettini. Gli insetti e i crostacei hanno un occhio composto. Quello di uccelli, anfibi, rettili, mammiferi è molto simile all'occhio di polpi e seppie, che però lo hanno sviluppato separatamente.



**RAGNO SALTATORE** (*Chrysilla sp.*)



**RAGANELLA ARBORICOLA** (*Agalychnis callidryas*)



**CAMALEONTE** (*Chamaeleo parsonii*)



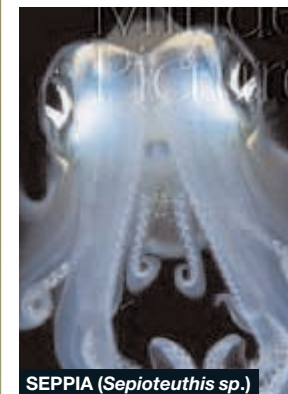
**CERVO VOLANTE** (*Macrodonia cervicornis*)



**KRILL** (*Euphausia superba*)



**PETTINE** (*Chlamys asperima*)



**SEPPIA** (*Sepioteuthis sp.*)

tori, mangiatori di carne, di pesce o d'insetti. Ci sarà chi correrà, volerà, nuoterà, si arrampicherà o scaverà tane. Le specie non saranno proprio come quelle che vediamo oggi o come quelle che si sono evolute in parallelo in Australia o in Sud America. E saranno anche diverse dai dinosauri o dai rettili-mammifero, ma avranno tratti simili.

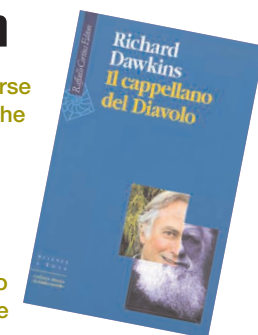
Non dobbiamo però basarci solo sulla separazione geografica. Possiamo pensare di ripercorrere l'evoluzione senza cominciare da un identico punto di partenza in aree geografiche diverse, ma da punti di partenza differenti nella stessa area geografica. L'occhio, per esempio, si è evoluto dalle 40 alle 60 volte in modo indipendente in giro

per il regno animale. Sembra che la vita, almeno su questo pianeta, abbia una voglia pazza di evolvere gli occhi.

**occhi composti** come quelli degli insetti, di un gambero o di un trilobite, occhi a camera come i nostri o quelli di un calamaro, con visione dei colori e meccanismi di regolazione della messa a fuoco e dell'apertura. E anche occhi a parabola come quelli di una patella e occhi a spillo come quelli del nautilo, il mollusco con la conchiglia a spirale che vive ai nostri tempi, ma è tanto simile all'ammunite che ha dominato gli oceani per centinaia di milioni di anni. E se c'è vita su altri pianeti, potete scommettere che ci sono anche occhi basati sugli stessi principi ottici che conosciamo. Ci sono tanti modi di fare un occhio, e la vita su questo pianeta potrebbe benissimo averli trovati tutti. Potremmo fare la stessa considerazione per altri adattamenti. L'ecolocazione, cioè la capacità d'emettere impulsi sonori e di navigare basandosi sull'accurata percezione degli echi, si è evoluta »

**Dawkins paladino di Darwin**

Richard Dawkins, inglese ma nato a Nairobi nel 1941, è forse il più provocatorio tra gli studiosi dell'evoluzione ed è anche un brillante divulgatore. All'Università di Oxford è titolare della cattedra in "Comprensione pubblica della scienza". ■ Il suo ultimo libro, *Il cappellano del Diavolo* (Raffaello Cortina Editore, 348 pp., 25,50 €), raccoglie una serie di saggi su vari temi dell'evoluzione, compreso il ruolo che giocano i geni, che Dawkins considera il vero motore dello sviluppo della vita. Come ha sostenuto anche nel libro che lo ha reso famoso, *Il gene egoista*, pubblicato nel 1976. ■ I due articoli sul futuro dell'evoluzione animale ed umana che pubblica *Quark*, su questo e sul prossimo numero, sono il riadattamento della conferenza che Richard Dawkins ha tenuto presso il Museo di Storia Naturale di Milano in occasione del *Darwin Day* lo scorso febbraio. R.O.



## DIECI MODI PER AVVELENARTI

L'aculeo velenifero, un dotto cavo per iniettare il veleno sotto la pelle, si è evoluto in modo autonomo almeno 10 volte: nelle meduse, in ragni, scorpioni, centopiedi, insetti e molluschi (conchiglie a cono), nei serpenti, nella famiglia degli squali (pastinaca comune), tra i pesci ossei (pesce pietra), nei mammiferi (ornitorinco maschio) e nelle piante (ortiche). Altre specie, come l'eloderma (una lucertola desertica) e alcune piovre hanno un morso velenoso ma non iniettano il veleno attraverso una cannula. Lo sviluppo di apparati per inoculare il veleno ha seguito le strade più tortuose. Per esempio in api, vespe e formiche il pungiglione è una modificazione del dotto di deposizione delle uova. Per questo è presente solo nelle femmine.



COLUBRO ARBORICOLO (*Leptophis depressirostris*)



CONO DI DALL (*Conus dalli*)



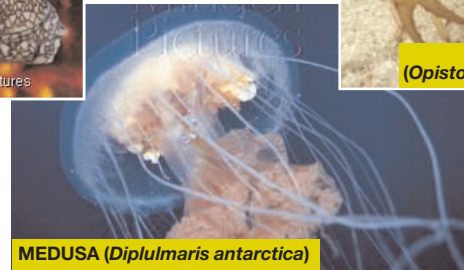
GENTOPIEDI (*Scutigera sp.*)



ORNITORINCO (*Ornithorhynchus anatinus*)



SCORPIONE (*Opisthophthalmus sp.*)



MEDUSA (*Diplulmaris antarctica*)

>> almeno quattro volte: nei pipistrelli, negli odontoceti (come i delfini e le orche), nei guaciari (un uccello di grotta sudamericano) e nelle salangane di grotta (una specie di rondine). Non così tante volte come l'occhio, ma abbastanza per indurci a pensare che, con le condizioni adatte, l'ecolocazione probabilmente si svilupperebbe ancora. I corsi e ricorsi dell'evoluzione riscoprirebbero quasi sicuramente gli stessi trucchi per superare le difficoltà. L'ecolocazione potrebbe perciò svilupparsi una seconda volta utilizzando ancora richiami molto acuti, che danno una migliore risoluzione di dettaglio rispetto a quelli gravi. In almeno qualche specie, i richiami saranno poi modulati su frequenze molto precise, con variazioni dai timbri bassi agli alti durante ogni richiamo. Con questo sistema si migliora infatti la precisione della localizzazione, perché la modulazione consente di distinguere le parti iniziali di ogni eco da quelle successive. Il cervello potrebbe quindi effettuare molto bene, a livello subconscio, i calcoli basati sugli spo-

stamenti Doppler nella frequenza degli echi, dal momento che l'Effetto Doppler è di sicuro universalmente presente su ogni pianeta dove vi sia il suono.

**Come facciamo a sapere** che qualcosa come l'occhio o l'ecolocazione si sono evoluti più di una volta separatamente? Osservando l'albero genealogico. Ci sono parenti comuni sia ai guaciari sia alle salangane di grotta che non hanno sviluppato l'ecolocazione, mentre le due specie la posseggono. Di sicuro si è trattato di un'evoluzione separata, perché entrambe le specie hanno cominciato in modo indipendente a vivere nelle grotte e hanno chiaramente evoluto l'ecolocazione indipendentemente dai pipistrelli e dai cetacei, poiché non esistono specie comuni nel loro albero genealogico che l'abbiano sviluppata.

Non sappiamo quante altre volte l'ecolocazione si sia evoluta. Alcuni toporagni e alcune foche ne utilizzano una forma rudimentale, come anche alcune persone non vedenti. Gli pterodattili la

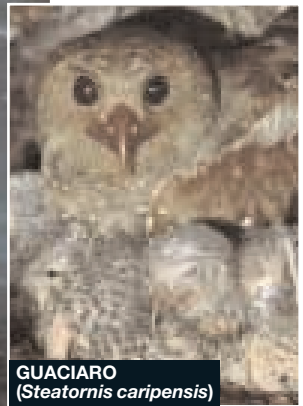
svilupparono? E gli ittiosauri? È possibile, perché assomigliavano molto ai delfini e, presumibilmente, condussero la loro esistenza in modo analogo. Nel loro caso non possiamo trarre alcuna conclusione, sono estinti da milioni di anni. Come qualsiasi altro zoologo posso allora esaminare il mio archivio mentale del regno animale e produrre una risposta approssimativa a domande del tipo: «Quante volte l'organo X o la capacità Y si sono evoluti separatamente?» Fare un calcolo del genere in modo sistematico sarebbe un buon argomento di ricerca. Presumibilmente, per alcune X come gli occhi la risposta sarebbe "molte volte", per altre come l'ecolocazione, "alcune volte". Ci sono caratteristiche che si sono evolute soltanto una volta oppure nessuna? Per esempio, si sa che nella storia dell'umanità qualcuno deve avere inventato la ruota. Ma si è mai evoluta in natura? A quanto sembra solo una volta, nei batteri. Il linguaggio sembra che si sia evoluto soltanto nella nostra specie: vale a dire almeno 40 volte me-

## CON I SUONI SI ORIENTANO IN TANTI

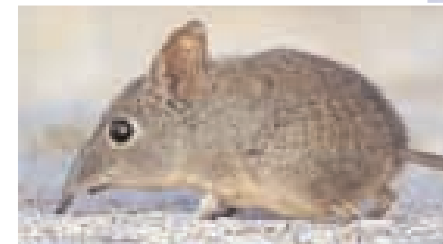
Gli occhi non sono l'unico sistema per orientarsi. Molto popolare nel mondo animale è anche l'ecolocazione, che consente di sfruttare l'eco di un suono prodotto ad arte per individuare un ostacolo o un bersaglio. Se ne avvalgono i cetacei, i pipistrelli e alcuni uccelli di grotta. E, in misura limitata, anche foche e toporagni. Poi c'è anche chi usa deboli campi elettrici per lo stesso scopo, come ad esempio l'ornitorinco e un pesce di fiume del genere *Apteronotus*.



TURSIOPE (*Tursiops truncatus*) FLIP NICKLIN / Minden Pictures



GUACIARO (*Steatornis caripensis*)



TOPORAGNO ELEFANTE (*Elephantulus rufescens*)



FOCA DELLA GROENLANDIA (*Phoca groenlandica*)



VOLPE VOLANTE (*Pteropus giganteus*)

no degli occhi. Ma se si prosegue nell'analisi è sorprendentemente difficile trovare "buone idee" che si sono sviluppate soltanto una volta.

**Ho posto la sfida** al mio collega di Oxford George McGavin, entomologo e naturalista, che ha prodotto una simpatica lista, ma ancora una volta corta rispetto all'elenco di cose che si sono invece evolute molte volte. Per quanto McGavin ne sappia, i coleotteri bombardieri del genere *Brachinus* sono gli unici che sanno mischiare sostanze chimiche per creare un'esplosione. Gli ingredienti vengono preparati e mantenuti in ghiandole separate (ovviamente!). Quando il pericolo incombe, vengono spruzzate in una camera vicino all'estremità posteriore del coleottero, dove esplodono, costringendo il liquido nocivo (caustico e bollente) a uscire attraverso un ugello diretto verso il nemico. Il caso è ben noto ai creazionisti, che se ne sono appassionati e che pensano sia lampante l'impossibilità di un'evoluzione graduale. Perché secondo loro gli

stadi intermedi sarebbero tutti esplosi. Il pesce arciera, *Toxotes jaculatrix*, è il nome successivo nella lista di McGavin. Questo pesce potrebbe essere, per quanto se ne sappia, l'unico vivente a sparare un missile per colpire la preda a distanza. Affiora in superficie e sputa un potente getto d'acqua a un insetto sospeso, facendolo finire a mollo per poi catturarlo e divorarlo facilmente.

Il candidato successivo nella lista di McGavin è una bellezza: il ragno palombaro *Argyroneta aquatica*. Vive e caccia sott'acqua ma, come i delfini, i dugonghi, le tartarughe, le lumache d'acqua dolce e altri animali di terra che sono ritornati all'acqua, ha necessità di respirare l'aria. A differenza però di tutti gli altri, l'*Argyroneta* costruisce la pro-

pria tela subacquea a forma di campana, tessendola di seta (la seta è la soluzione universale per ogni problema dei ragni). Poi la fissa a una pianta sommersa. Il ragno va in superficie per raccogliere l'aria che porta, nello stesso modo di alcune cimici d'acqua, in uno strato che intrappola con i peli del suo corpo. Ma, a differenza delle cimici, che si portano dietro la loro riserva come una bombola da sub, il ragno la porta nella sua tela subacquea, dove la scarica per rifornire la scorta. Poi siede nella tela subacquea e sta in attesa di una preda. Ma il campione di McGavin è la larva di un tafano africano chiamato *Tabanus*. In Africa, le pozze d'acqua in cui le larve vivono e si alimentano si prosciugano in fretta. Ogni larva allora >>



**"Le specie di domani non saranno proprio come quelle di oggi. Ma faranno le stesse cose"**

Richard Dawkins

**PIÙ UNICI CHE RARI,  
MA NON IRRIPETIBILI**

Per quanto l'evoluzione tenda a ripetersi, seguendo vie diverse per arrivare a risultati simili, ci sono specie che hanno capacità uniche, senza altri riscontri nel mondo animale. Come il pesce arciere, che colpisce le prede con uno sputo o come i coleotteri bombardieri, che sparano una miscela esplosiva contro gli avversari. Il ragno palombaro è il solo a crearsi una riserva d'aria sott'acqua. E l'uomo? È un caso evolutivo a sé ma, secondo Dawkins, non irripetibile.

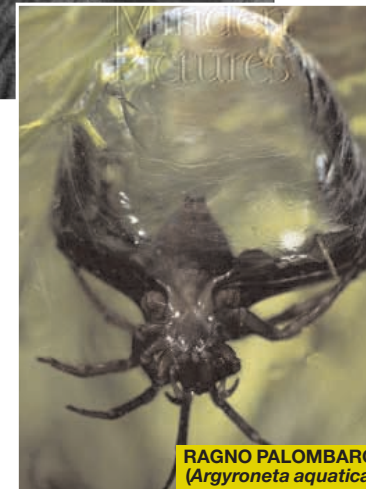
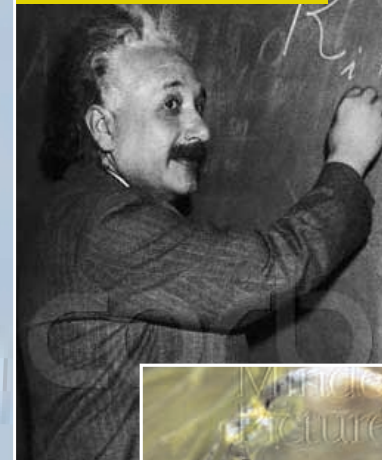
**COLEOTTERO BOMBARDIERE (*Brachinus sp.*)**



**PESCE ARCIERE (*Toxotes jaculatrix*)**



**EINSTEIN (*Homo sapiens sapiens*)**



**RAGNO PALOMBARO (*Argyroneta aquatica*)**

» s'immerge nel fango per diventare una crisalide. L'adulto, quando si forma, emerge dal fango indurito e vola via per nutrirsi di sangue, per completare infine il ciclo depositando le uova in altre pozze d'acqua. La larva nascosta è però vulnerabile a un pericolo imprevedibile. Quando il fango secca, si spacca e c'è il rischio che una crepatura tagli in due proprio il rifugio della larva, lasciandola allo scoperto. In teoria la larva potrebbe salvarsi se fosse in grado di progettare un sistema per deviare ogni spaccatura che dovesse crearsi nelle sue vicinanze. E incredibilmente ci riesce, con un sistema veramente meraviglioso e probabilmente unico: prima d'immergersi nella sua celletta di trasformazione in pupa, traccia la via nel fango, muovendosi a spirale. Quindi traccia la via di ritorno verso la superficie con movimento a spirale opposto. Infine, si tuffa nel fango in linea retta lungo il punto d'incontro delle due spirali e quello diventa il suo rifugio finché non torna l'acqua. La larva è rinchiusa in un cilin-

dro di fango e tutta l'area circostante è stata indebolita in anticipo con lo scavo a spirale preliminare. Ciò significa che se una crepa avanza nel fango secco, quando colpisce il bordo del cilindro, anziché procedere dritta verso il centro viene "obbligata" a curvare dai cunicoli scavati dalla larva, che a questo punto è salva. McGavin ritiene che questo ingegnoso trucco, che funziona un po' come le dentature di un frangobollo per evitare di strapparli, sia esclusivo di questo genere di tafano.

**Ci sono delle buone idee** che non si sono mai evolute per selezione naturale? Per quanto ne so, nessun animale su questo pianeta ha mai sviluppato un organo per la trasmissione o la ricezione di onde radio per comunicazione a lunga distanza. L'uso del fuoco è un altro esempio. L'esperienza umana mostra come possa essere incredibilmente utile e, probabilmente, il suo impiego risale all'*Homo erectus*. Ci sono, è vero, alcune piante i cui semi per germinare hanno bisogno del

fuoco, ma non è la stessa cosa che usarlo, come fanno per esempio le anguille con l'elettricità. L'utilizzo di metallo per rafforzare lo scheletro è un altro esempio di buona idea che non è mai stata evoluta, salvo che nei manufatti umani. Ma forse perché è molto difficile da ottenere se non si ha il fuoco a disposizione. **Q**

(Il secondo articolo di Dawkins sarà pubblicato sul n. 53, in edicola il 2 giugno)

**a Il portale dell'Evolutione**

■ [www.eversincedarwin.org](http://www.eversincedarwin.org)  
Nato quest'anno e presentato in occasione del Darwin Day, *Pikaia* (dal nome del primo antenato di tutti i vertebrati) è il primo portale italiano dedicato interamente all'evoluzione. Ospita notizie, interventi e riflessioni dei principali esperti, un interessante glossario ragionato, anticipazioni librarie, siti web e forum.