ORIGINE DELLA VITA LE IPOTESI PIÙ NUOVE E SINGOLARI

Figli di un vulcano

Da dove sono saltate fuori le prime cellule? E come hanno fatto a trasformarsi in organismi sempre più evoluti? Lo raccontano a Panorama cinque dei maggiori esperti mondiali.

■ di LUCA SCIORTINO

È un vero giallo. Pochi indizi, molte ipotesi, una sola domanda: come è nata la vita sulla Terra? Gli investigatori partono da un dato certo: il dna, ossia il codice genetico, è la base di tutto ciò che è vivo. Ovvero contiene le informazioni necessarie per mantenere vive le cellule che compongono ogni organismo. Resta un enigma: da che cosa hanno avuto origine il dna e la cellula stessa? In che modo, e dove, le prime molecole si sono assemblate sino a formare, più di 3,5 miliardi di anni fa, agglomerati sempre più complessi?

Le indagini vanno avanti a ritmo incalzante e coinvolgono ormai ogni ra-

La sorprendente avventura dell'evoluzione

La Terra si formò 4,5 miliardi di anni fa. Dall'apparire della prima cellula fu un susseguirsi di forme diverse di vita

ARCHEANO
4,5-2,5 miliardi di anni fa

PROTEROZOICO
2,5 miliardi-540 milioni

CAMBRIANO
540-500 milioni

DEVONIANO
410-360 milioni

Più di 3,5 miliardi di anni fa si formarono le prime cellule.

Le cellule dotate di nucleo, e quindi più complesse, comparvero oltre 1,4 milioni di anni fa.

I pesci primordiali erano organismi corazzati, che vivevano nei fondali.

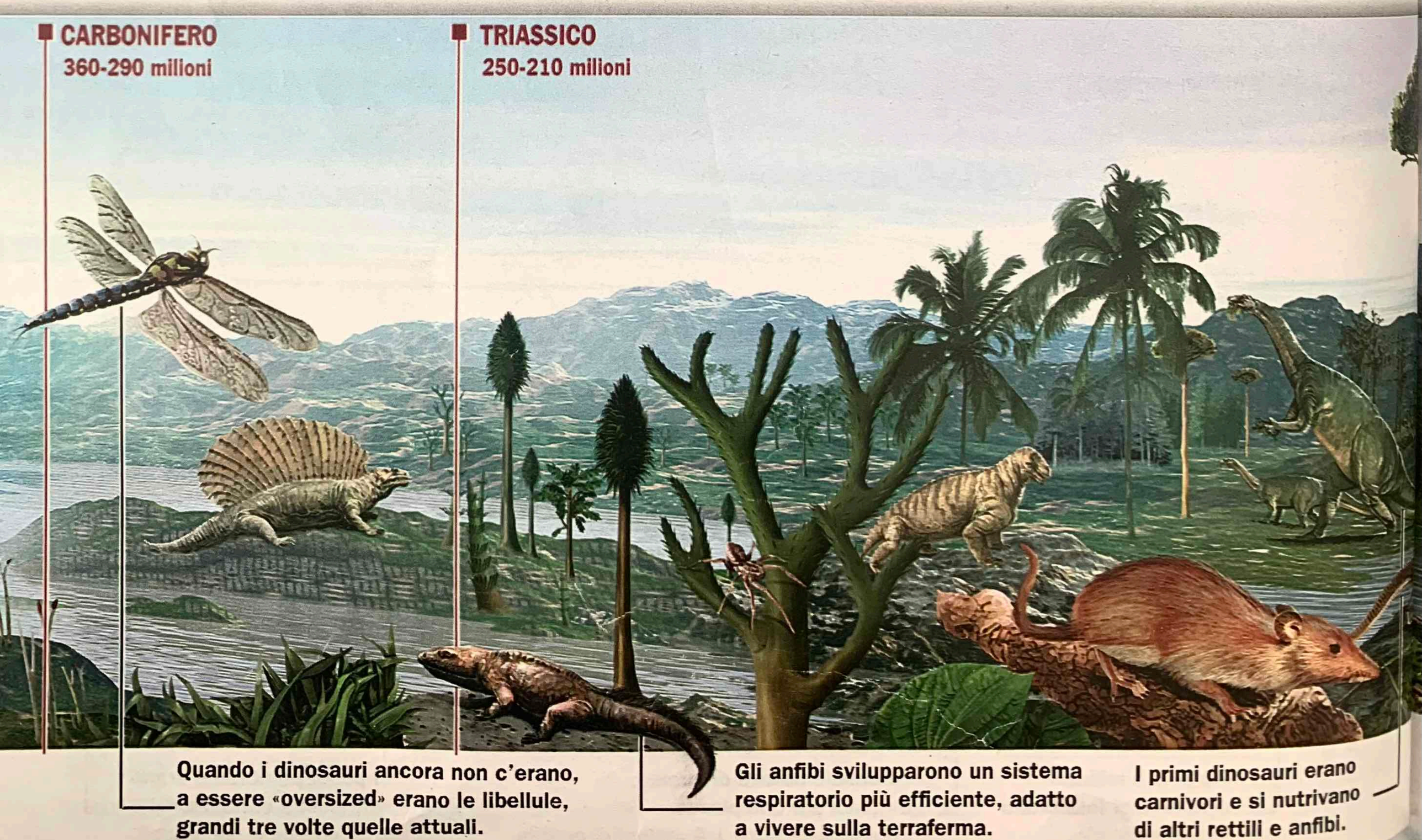
ILLUSTRAZIONI DI MIRCO VANGELISTINI

astrobiologi, fisici. Negli ultimi mesi ipotesi e scoperte si sono rincorse sulle pagine di prestigiose riviste scientifiche. Una delle nuove teorie: i vulcani avrebbero giocato un ruolo decisivo, funzionando da incubatori o nursery dei mattoni della vita, gli aminoacidi.

Lo racconta a *Panorama* Reza Ghadiri, del dipartimento di biologia molecolare dello Scripps research institute in California. «Io e i miei colleghi abbiamo scoperto che il solfuro di carbonile, un gas emesso durante la fuoriuscita di lava e presente nella Terra primordiale oltre 3 miliardi e mezzo di anni fa, favorisce l'aggregazione di aminoacidi e la formazione di proteine semplici. Ecco la strada scelta dalla vita per creare i costituenti fondamentali delle cellule» sostiene Ghadiri, che ha pubblicato la sua indagine su *Science*.

Resta il problema di capire da dove arrivino gli aminoacidi. Ghadiri non si scompone: «Che sulla Terra primordiale ce ne fossero non è improbabile. Possono essere giunti dallo spazio: su meteoriti caduti sulla Terra sono stati trovati aminoacidi. Oppure possono essersi formati sul nostro pianeta, come dimostrò Stanley Miller nel 1953: una miscela di metano, idrogeno, ammoniaca e vapore acqueo sottoposta a scariche elettriche dà luogo ad aminoacidi». Un esperimento famoso in cui la miscela di gas riproduceva la composizione della Terra agli inizi e le scariche elettriche simulavano i fulmini.

C'è chi segue altre piste. Come Jack Szostak, «investigator» allo Howard Hughes medical institute di Boston («Investigatore solo scientifico» puntualizza a scanso di equivoci). Anche le sue indagini sono approdate su *Science*. L'attenzione è puntata sull'rna, una macromolecola contenuta nelle cellule e apparsa sulla Terra prima del dna, a cui so-



Quando i dinosauri ancora non c'erano, a essere «oversized» erano le libellule, grandi tre volte quelle attuali.

Gli anfibi svilupparono un sistema respiratorio più efficiente, adatto a vivere sulla terraferma.

I primi dinosauri erano carnivori e si nutrivano di altri rettili e anfibi.

Misteri dallo spazio

Ogni anno cadono sulla Terra decine di migliaia di meteoriti. Di solito sono piccolissimi e non ce ne accorgiamo, ma è successo che fossero talmente grandi da scavare crateri come quello nella foto. I meteoriti sono costituiti in genere da rocce e composti metallici, alcuni contengono anche sostanze organiche come frammenti di acidi nucleici, ammine e ammidi. Molti scienziati ipotizzano che le molecole basilari all'origine della vita abbiano raggiunto il nostro pianeta trasportate da comete e meteoriti. Questa teoria implica che la comparsa della vita possa essere avvenuta in modi analoghi in altri sistemi solari.

miglia molto: «C'è stato uno stadio prima della vita in cui l'rna ha avuto un ruolo fondamentale dal punto di vista sia chimico sia genetico. Probabilmente queste molecole rimasero intrappolate dentro vescicole, globuli sferici composti da acidi grassi e formatesi in maniera spontanea: insomma, le cellule primordiali».

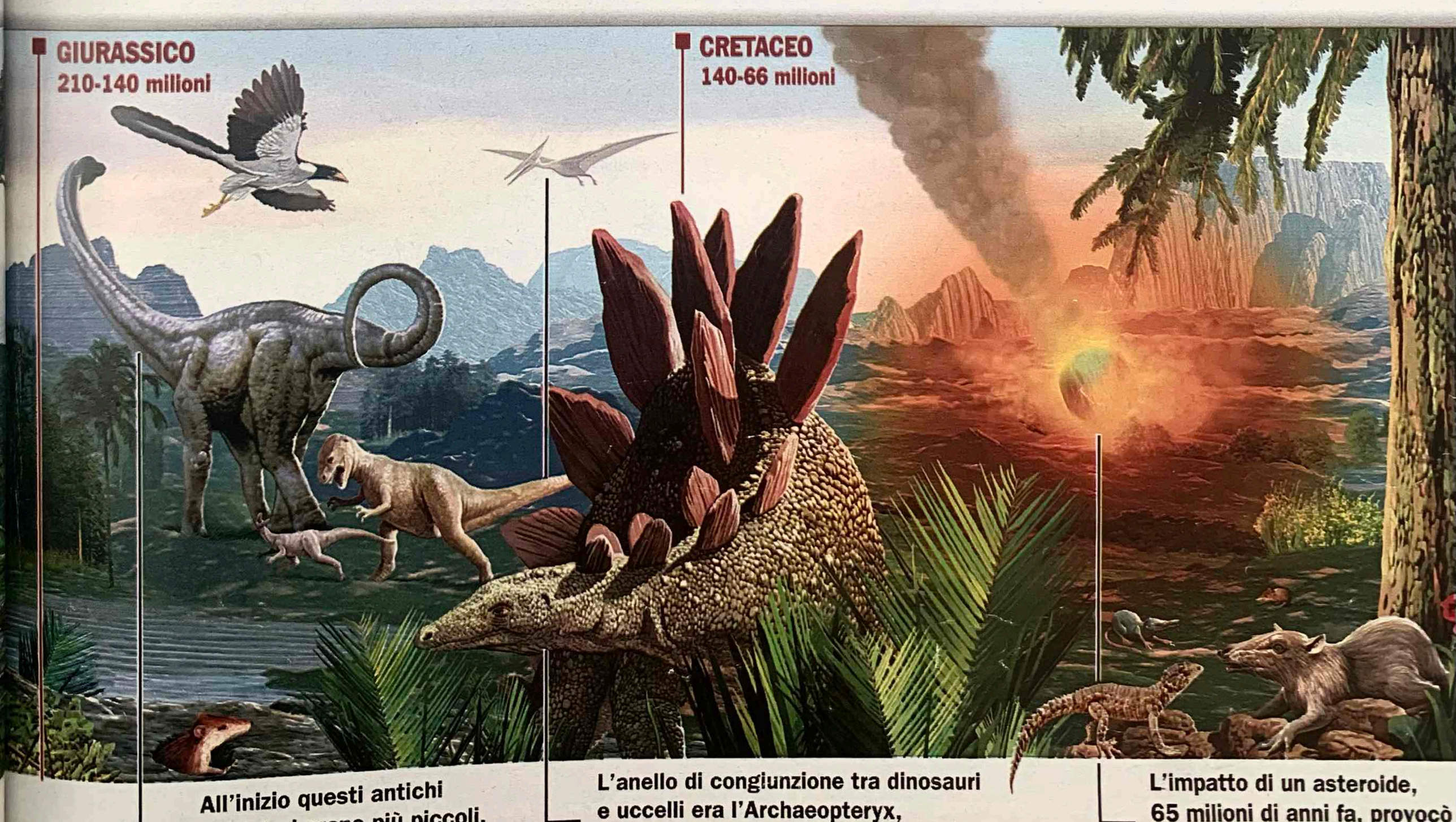
Szostak nelle sue indagini è andato oltre: «La novità è che abbiamo simulato in laboratorio cosa potrebbe essere successo dopo: una vera e propria lotta per la sopravvivenza tra vescicole. Le più forti crescevano a spese delle più deboli». Una battaglia innescata dal fatto che l'rna è capace di replicarsi come il dna: «E quando l'rna si duplica, esercita una pressione osmotica sulla membrana della vescicola». In altre parole, le vescicole con un rna che si replica più velocemente si espandono fino a catturare il materiale delle cellule circostanti con un rna più lento.

«In questo modo accadde che le vincenti si ingrossarono e si duplicarono. Poi, con il sommarsi delle mutazioni in milioni di anni, l'rna si diversificò e la selezione naturale premiò le protocellule con un rna più efficiente. Finché il suo ruolo dentro la cellula si fece sempre più sofisticato. L'origine della vita e l'inizio dell'evoluzione sono la stessa cosa».

Intanto c'è chi guarda a questi risultati con maggiore cautela. Il personaggio è di quelli che non passano inosservati: Stuart Kauffman, biologo teorico del Santa Fe institute nel New Mexico, medico, filosofo, studioso della complessità. E, soprattutto, uno dei massimi protagonisti delle ricerche in questo campo. Raggiunto via email quando da lui era mattino presto, alla domanda: «Professore, qual è l'origine della vita?», la prima risposta è stata: «Mi sono appena svegliato. Bevo un caffè, poi te lo dico». Dopo colazione, commenta: «Scoprire che potremmo essere figli di un vulcano, o essere riusciti a realizzare protocellule in grado di evolversi, non dice nulla su quale sia stata la vera via seguita dalla vita».

E aggiunge: «Credo invece che la vita sia la conseguenza inevitabile della capacità della materia di autorganizzarsi in forme complesse: nel brodo primordiale c'erano tantissime sostanze differenti. Con accurate simulazioni al computer ho dimostrato che da un insieme di molecole capaci di interagire si forma necessariamente un sottoinsieme di molecole autoreplicanti: proprietà tipica della vita. Questa non fu un caso, non poteva non accadere».

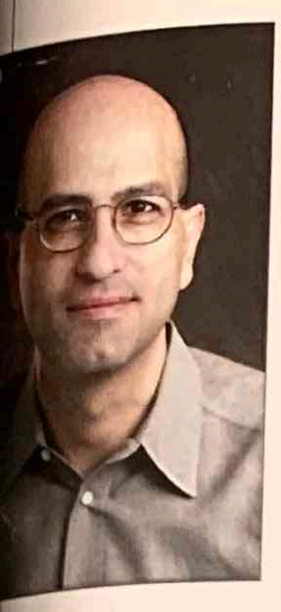
Come in ogni mistero, gli indizi portano a strade diverse. Pierluigi Luisi, del dipartimento di biologia dell'Università di Roma 3, è critico nei con- ▶



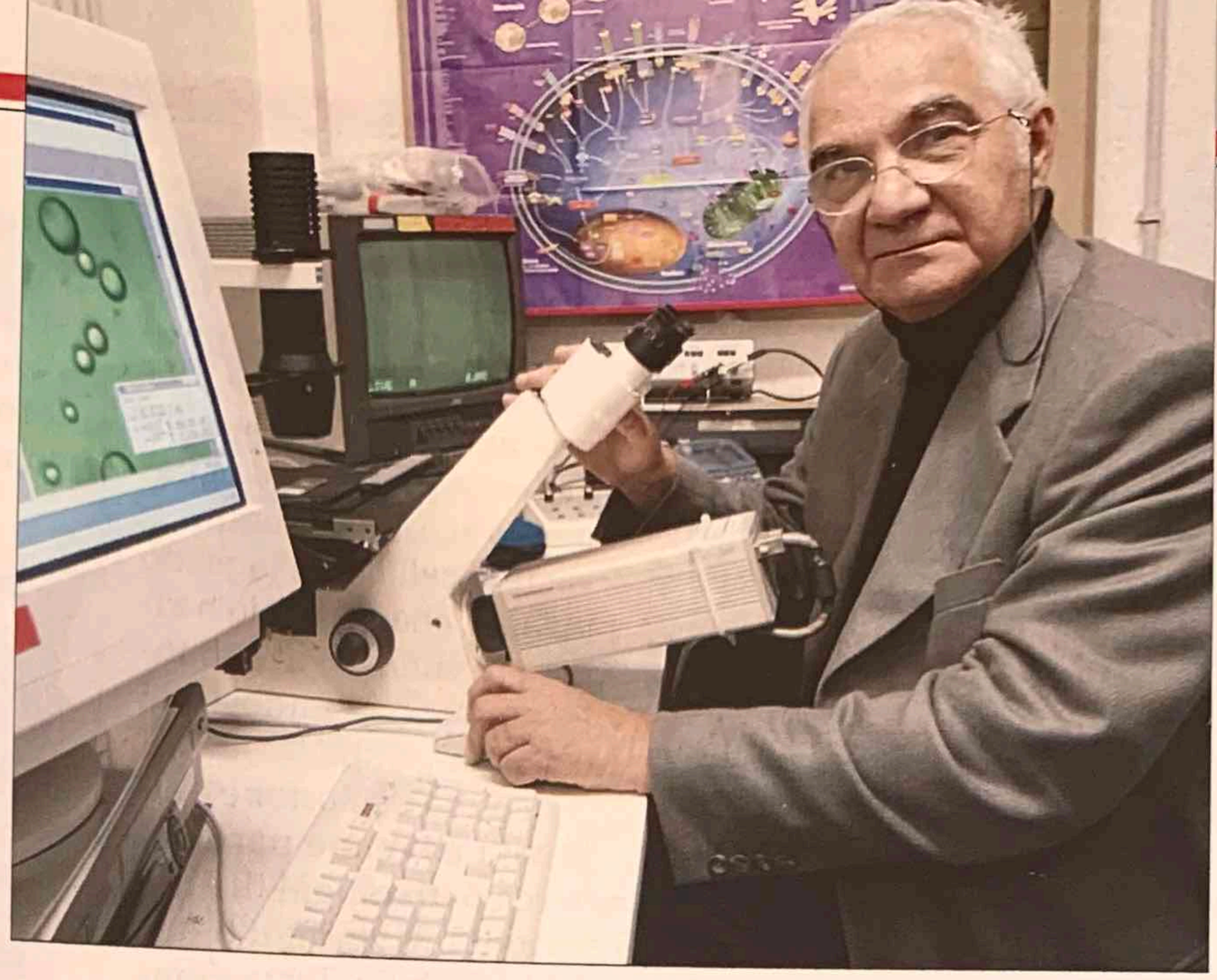
All'inizio questi antichi predatori erano più piccoli. Poi diventarono giganteschi.

L'anello di congiunzione tra dinosauri e uccelli era l'Archaeopteryx, con cranio e denti da rettile.

L'impatto di un asteroide, 65 milioni di anni fa, provocò l'estinzione dei dinosauri.



TUTTO INIZIÒ NELLA LAVA
Reza Ghadiri, biologo molecolare allo Scripps research institute della California. È lui a «caldeggiare» l'idea dei vulcani come nursery.



DA VESCICOLE A MOLECOLE
Pierluigi Luisi, del dipartimento di biologia dell'Università di Roma 3: «Le vescicole di acido grasso ebbero un ruolo fondamentale».

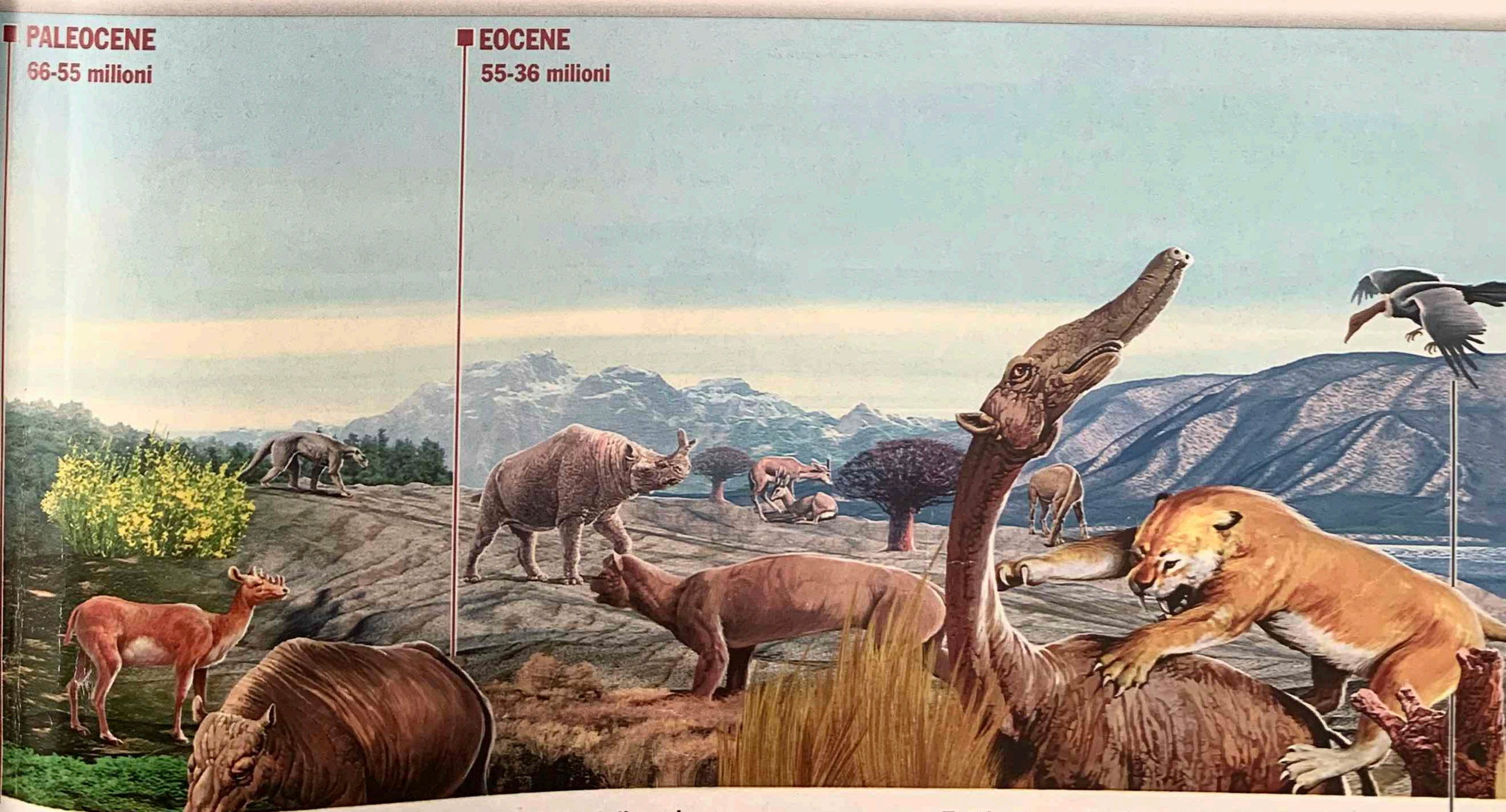
fronti di Ghadiri e Szostak: «Non sono d'accordo con l'idea che l'rna sia all'origine di tutto. Si tratta di una molecola molto complessa. La probabilità che si formi spontaneamente una lunga sequenza di rna in quantità chimicamente apprezzabile, e capace di autoreplicarsi, equivale alla probabilità che un pezzo di ferro si trasformi in oro. Un semplice calcolo statistico basta a dimostrarlo. Szostak liquida la questione dicendo che in qualche modo si sarà formato; il come e il quando verrano scoperti. Ma questo atteggiamento non mi sembra scientifico».

Luisi predilige la cosiddetta teoria compartimentale, che assegna alle vescicole un ruolo determinante, da lui stesso sviluppata nei trent'anni trascorsi al Politecnico di Zurigo: «Da una serie di studi di laboratorio abbiamo dedotto che le vescicole possono crescere a spese delle altre e duplicarsi, con velocità diverse a seconda delle dimensioni. Si può quindi immaginare che si siano formate spontaneamente in una soluzione salina o sulla superficie di minerali. Fino a che molecole importanti per la vita furono intrappolate al loro interno».

In questo affascinante campo di studi è come se ci fossero, in un certo senso, diversi schieramenti. Lo riassume bene Daniel Segré della Harvard University: «Uno dei punti di vista più diffusi è l'Rna world, il mondo dell'rna: le molecole di rna sono esistite prima delle proteine. Avevano la capacità di autoreplicarsi e favorire reazioni chimiche essenziali per la vita».

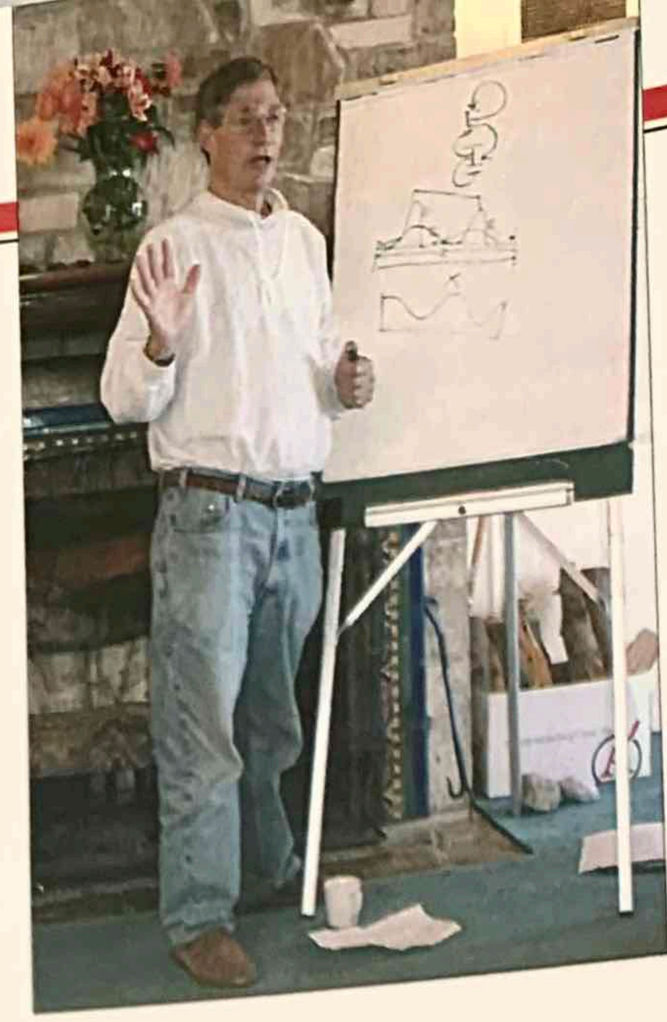
È ciò che sostiene Szostak. «Le ricerche di Ghadiri invece suggeriscono la possibilità di un Protein world: un mondo in cui le proteine si sarebbero autorganizzate prima dell'rna».

Segré ritiene più verosimile uno scenario che unisca le teorie di Kauffman e quelle di Luisi. «È una sintesi di idee» precisa «che abbiamo messo alla prova all'Istituto Weizmann, in



Ci vollero circa 200 milioni di anni di evoluzione perché dai primi rettili si giungesse ai grandi mammiferi.

Tutti gli uccelli attuali, dal grande condor al passerotto, ebbero origine nel periodo in cui vissero i dinosauri.



NECESSITÀ, NON CASO
Stuart Kauffman, biologo teorico al Santa Fe institute nel New Mexico, oltre che medico e filosofo: è convinto che l'emergere della vita sia stato inevitabile e non casuale.

▶ Israele, tramite alcune simulazioni al computer. E che abbiamo chiamato Lipid world perché basata sulle vescicole di grasso».

Una cosa è certa: i fossili più antichi, datati circa 3,5 miliardi di anni, testimoniano l'esistenza, già allora, di piccole cellule simili agli attuali batteri. E sono giunti fino a noi residui delle attività di vaste colonie di organismi pluricellulari che risalgono a 100 milioni di anni dopo: le stromatoliti. «Le cellule si organizzarono in colonie e poi si specializzarono nelle diverse funzioni perché in questo modo avevano più probabilità di sopravvivere» dice Luisi.

Quelle dotate di nucleo e organuli arrivarono solo dopo. E fu un passaggio cruciale: conferì alla vita una notevole complessità. La teoria prevalente su come ciò accadde è suggestiva: una cellula ne fagocitò un'altra che continuò a vivere in simbiosi al suo interno, modificandosi nel corso del tempo.

La vera esplosione della vita avvenne però nel Cambriano, circa 540 milioni di anni fa, uno dei periodi più studiati e tuttora più misteriosi. Sulla Terra comparvero quasi di colpo un centinaio di differenti organizzazioni del corpo. I primi vertebrati, che si sono evoluti a partire dal tardo Cambriano, furono i pesci.

I loro discendenti, gli anfibi, trovarono tutta la terraferma a disposizione e si diversificarono rapidamente sotto la spinta della selezione naturale. Poi arrivarono i dinosauri. I più antichi fossili risalgono al Triassico, più o meno 240 milioni di anni fa. Dominarono incontrastati la Terra per circa 180 milioni di anni. La loro estinzione, 65 milioni di anni fa, rappresentò per i mammiferi un'occasione. La loro evoluzione portò all'esito straordinario di tutti: la nascita dell'Homo sapiens. Gli esseri che con loro domande hanno creato la storia: come è nata la vita?

PER SAPERNE DI PIÙ

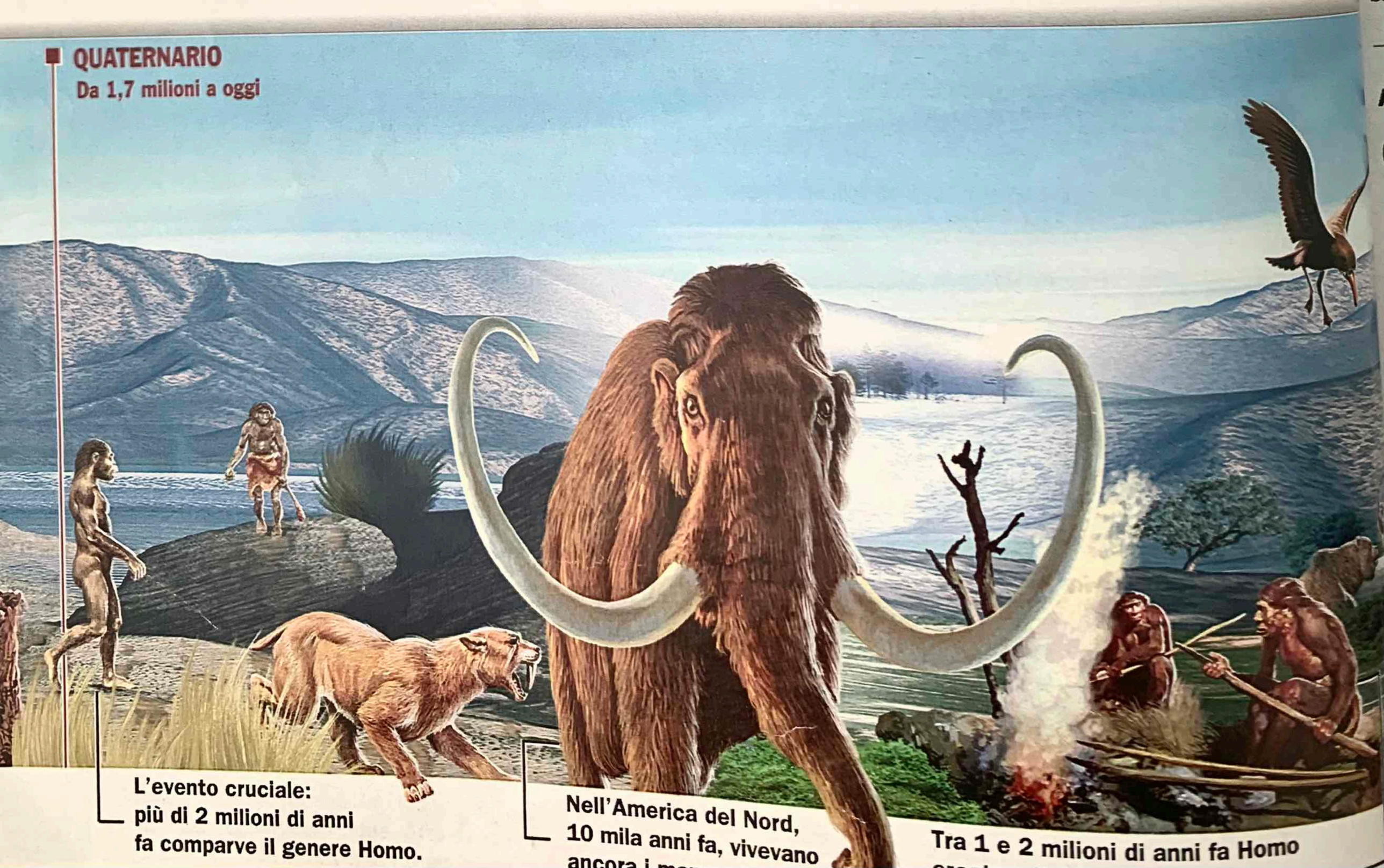
■ Da leggere

▶ Iris Fry, **L'origine della vita sulla Terra.** Garzanti, 22,50 euro.
▶ Gerhard Staguhn, **Breve storia della vita,** Salani Editore, 14 euro.
▶ John Maynard Smith, Szathmary Eors, **Le origini della vita. Dalle molecole organiche alla nascita del linguaggio,** Einaudi, 18,59 euro.
▶ Stuart Kauffman **A casa nell'universo,** Editori Riuniti, 19,63 euro.

■ Su internet

▶ www.bo.astro.it/~universo/corso/webuniverso/indexp.html
▶ www.scienzeemisteri.it/pagina_principale_129.htm

Panorama.it Scoperte & Ricerche: www.panorama.it/scienze/sc



L'evento cruciale: più di 2 milioni di anni fa comparve il genere Homo.

Nell'America del Nord, 10 mila anni fa, vivevano ancora i mam

Tra 1 e 2 milioni di anni fa Homo