



David Rabadà i Vives

L'evolució a la Terra

Un viatge de 5.000 milions d'anys

L'evolució a la Terra

David Rabadà i Vives

L'evolució a la Terra

Un viatge de 5.000 milions d'anys



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Edicions

Collecció
Catàlisi

Rabadà i Vives, David, 1967- autor

L'evolució a la Terra : un viatge de 5.000 milions d'anys .
– (Col·lecció Catalàsi)

Inclou referències bibliogràfiques

ISBN 978-84-9168-709-2

I. Bueno i Torrens, David, 1965-, escriptor d'un
pròleg II. Títol III. Col·lecció: (Catalàsi)

1. Edat de la Terra 2. Geologia històrica
3. Geocronologia

© Edicions de la Universitat de Barcelona

Adolf Florensa, s/n

08028 Barcelona

Tel.: 934 035 430

www.edicions.ub.edu

comercial.edicions@ub.edu



DIRECTOR DE LA COL·LECCIÓ I EDICIÓ CIENTÍFICA

David Bueno

ISBN

978-84-9168-709-2

DIPÒSIT LEGAL

B-2.334-2022

IMPRESSIÓ I REL·LIGAT

Gráficas Rey



És rigorosament prohibida la reproducció total o parcial
d'aquesta obra. Cap part d'aquesta publicació, inclòs el
disseny de la coberta, no pot ser reproduïda, emmagat-
zemada, transmesa o utilitzada per cap mitjà o sistema,
sense l'autorització prèvia per escrit de l'editor.

*A la sirena que sempre va saber nedar,
la meva muller, Maribel.*

La paleontología es la ciencia de las tres pes:
paleontólogos, pocos y peleados.

SEBASTIÀ CALZADA

ÍNDEX

<i>Pròleg</i>	13
CAPÍTOL 1. L'EVOLUCIÓ TERRESTRE, PREJUDICIS I INTERESSOS	15
Un viatge de 5.000 milions d'anys.	15
Del <i>big-bang</i> a la vida creacionista	19
El concepte de temps en geologia	21
L'evolució biològica i els seus prejudicis	24
La feblesa de Darwin	29
Quan Darwin es va equivocar i va triomfar.	31
<i>Life on Mars or lies on Mars?</i>	36
Els canvis a la Terra, una oportunitat biològica	40
CAPÍTOL 2. L'HADEÀ, UN EÓ SENSE GAIREBÉ REGISTRE	47
Una Terra fosa.	47
Meteorits, la sement de la Terra.	49
Cap a una teoria sintètica de la geologia	53
La Terra inicial o un gra en el cosmos	61
CAPÍTOL 3. L'ARQUEÀ, UN EÓ DE TERRA FERMA.	67
La Terra primitiva i les seves orgies biològiques	67
Quan la vida es va tornar colonial.	73
Una Terra sota el metà	79
CAPÍTOL 4. EL PROTEROZOIC, UN EÓ PER A RESPIRAR	87
El Proterozoic, una atmosfera respirable	87
Cèl·lules diversificades, un canvi radical	95

La diversificació dels metazous	97
Una Terra sota el gel.	101
Els metazous gegants truquen a la porta	104
CAPÍTOL 5. EL FANEROZOIC I LA SEVA FAUNA MÉS VISIBLE	109
El Cambrià, la llavor d'una nova vida	109
Un Ordovicià ple de sorpreses evolutives	116
El Silurià, la conquesta de la Terra	125
El Devonian, l'eclosió dels boscos.	128
El Carbonífer, un formiguer d'oxigen	135
El Permià, un període que ho va canviar tot	140
CAPÍTOL 6. EL MESOZOIC, UN TEMPS TROPICAL	147
El Triàsic, l'inici d'una nova era	147
El Juràssic i els seus immensos oceans	156
El Cretaci, 80 milions d'anys cap a l'extinció	162
El Cretaci superior, l'avantsala de l'extinció	169
El final del Cretaci. Una extinció esmunyedissa	174
CAPÍTOL 7. L'ERA DEL CENOZOIC, UN MÓN MÉS PRÒXIM.	181
El Paleogen, un Cretaci amb nous actors	181
La fi de l'Eocè i el pas a l'Oligocè.	186
El Neogen i la nova extinció.	189
Un Miocè ple de «micos»	193
Un Pliocè amb Plistocè.	196
L'Antropocè i la seva plaga humana	199
L'Antropocè davant el canvi climàtic	204
<i>Agraïments</i>	209
<i>Bibliografia</i>	211

PRÒLEG

Vivim en un planeta molt especial. De moment, que sapiguem, és l'únic on s'ha desenvolupat la vida. Si fem càlculs estadístics senzills, hi ha una probabilitat molt alta que també hi hagi vida en molts altres llocs de l'univers, però encara no en tenim constància. Tampoc no sabem que, en el cas que se n'hagi originat en altres punts, encara s'hi mantingui. A la Terra, per *simple* evolució, ha sorgit una diversitat de formes vitals extraordinària, nosaltres inclosos, l'espècie humana.

La història de la vida a la Terra és fascinant, amb molts protagonistes destacats i un bon nombre de cruïlles importants que, si se'm permet l'expressió, defineixen perfectament com hem arribat on som. Entendre com ha evolucionat la vida a la Terra és entendre'ns també a nosaltres mateixos en relació amb l'entorn on vivim. Des dels primers estudis de paleontologia, que possiblement es remunten a la Grècia clàssica, quan el poeta i filòsof Xenòfanes de Colofó va descriure la presència de fòssils de petxines a Malta i Siracusa, fins a l'actualitat, s'ha avançat molt.

Durant tot aquest temps hi ha hagut propostes i classificacions enfrontades i antagòniques, però a poc a poc la ciència paleontològica ha anat consolidant les seves. Això no impedeix que, de tant en tant, encara hi hagi algunes persones que, endutes per la il·lusió i l'empenta del moment o per un afany de protagonisme excessiu, hagin fet propostes i hagin definit fòssils de manera excessivament arriscada, si més no per als canons de moderació i per a la necessitat de fiabilitat que han de caracteritzar la ciència.

En qualsevol cas, gràcies als mecanismes evolutius s'ha passat d'uns organismes primigenis que se suposa que podien ser relativament sem-

blants a alguns bacteris actuals —però en cap cas iguals—, a una munió i una diversitat d'espècies impressionant, adaptades a tots els hàbitats possibles, que interaccionen entre elles per a bastir, junt amb el substrat geològic, els ecosistemes actuals.

Com deia, entendre la història evolutiva de la vida a la Terra és entendre'ns una mica millor a nosaltres mateixos. Això és el que David Rabadà, paleontòleg i divulgador científic, autor de nombrosos articles i llibres i guanyador de diversos premis, amb qui ens uneix una coneixença de fa anys, fa en aquest llibre que teniu entre les mans i que m'enorgulleix prologar. Ara bé, Rabadà no és un divulgador qualsevol: és un dels més crítics que conec. I això, en ciència, és una virtut. Hi ha qui associa la paraula «crítica» a fer comentaris negatius sobre alguna cosa, però tant la definició del diccionari com l'ús que en fem en ciència són molt més amplis. Criticar implica avaluar les qualitats i els defectes d'alguna cosa. I per això Rabadà és un divulgador en majúscules: no només ens explica la història evolutiva de la vida a la Terra des de la paleontologia, sinó que exposa una crítica raonada de les teories i descobertes que s'han fet.

És, en definitiva, un llibre que no només ens servirà per a aprendre moltíssimes coses noves del planeta que habitem, sinó també per a exercitar i potenciar el nostre esperit crític. Espero que el lector en gaudeixi tant com jo n'he gaudit fent-ne l'edició científica.

DAVID BUENO I TORRENS

Director de la Càtedra de Neuroeducació UB-EDU1st
Professor i investigador de la Secció de Genètica Biomèdica,
Evolutiva i del Desenvolupament de la UB

Desembre de 2021

CAPÍTOL 1

L'evolució terrestre, prejudicis i interessos

UN VIATGE DE 5.000 MILIONS D'ANYS

Aquest serà un viatge de 5.000 milions d'anys on, capítol a capítol, explicarem la història del nostre planeta amb un llenguatge pla i comprensible. Ordenat tot cronològicament, avançarem des de la seva formació fins a la seva evolució biològica. Això ha estat possible gràcies a una secció setmanal que s'ha anat publicant en el digital *Catalunya Vanguardista*. Aquest treball em va fer revisar ingents quantitats d'articles que expliquen l'evolució a la Terra. En tot això, geologia i biologia es combinaran contínuament a través d'altres disciplines paral·leles. L'objectiu final és oferir al lector un ampli corollari dels fets viatjant pels paisatges prehistòrics, els quals ens traslladaran a entorns extints que no tenen res a veure amb el nostre present. L'evolució ho farcirà tot, tant a escala de relleus com en l'àmbit biològic. I, és clar, parlar d'evolució a la Terra és una cosa tan nostra que la majoria d'experts cauen sovint en el seu costat més fosc, en els seus prejudicis i interessos. En recórrer tota aquesta història terrestre, ens adonem d'això i ens remetem als fets. Moltes interpretacions científiques es troben tacades per visions subjectives respecte a la nostra evolució.

En aquest capítol i en altres de posteriors veurem multitud d'exemples, des dels primers indicis de vida fins al recent i complex món actual.

Aquest viatge de 5.000 milions d'anys és ple de múltiples prejudicis que molt pocs científics han sabut esquivar. Són moltes les vegades que s'ha interpretat la prehistòria de manera equivocada i amb imatges que no tenien res a veure amb els paisatges pretèrits. Per a posar un primer exemple, els dinosaures encara no s'han extingit ni pertanyen a la classe dels *reptils*. Tampoc l'home prové del mico, ni els ximpanzés evolucionaran cap a humans com nosaltres. Aquestes i altres visions són el fruit de molts prejudicis que s'han infiltrat en la nostra consciència col·lectiva (Gould, 1981). Durant tots els capítols esdevenidors anirem separant el gra de la palla per tal d'escampar la boira del passat.

Abans de començar aquest llarg viatge cal fer-se primer una pregunta: per què els humans prejutgem tant? I la resposta és tan real com els fòssils que veurem. Un prejudici és una idea des de l'emoció, i no des de la raó. Nosaltres, els humans vigents, ens pensem que som animals racionals, però som més emocionals que racionals, és a dir, sentim més que no pas pensem, o, dit d'una altra manera, prejutgem més que no pas analitzem. Només cal veure el públic durant un partit de futbol, les nostres compres impulsives o els vots en uns comicis, ¿o és que la majoria analitza el programa electoral de cada partit? La veritat, com veurem en els pròxims capítols, és que posseïm un cervell emocional que va sorgir per evolució fa més de 200.000 anys, un òrgan que no va estar mai preparat per al mètode analític. La nostra ment va evolucionar des dels simis socials fins als caçadors recol·lectors emocionals. Tot això ha comportat que la percepció de la realitat no sigui unívoca i homogènia entre tots els éssers humans. La subjectivitat regna en tots els pobles i la imaginació crea més mites que raó. La nostra història n'està farcida d'exemples. Per aquesta causa brandem espases en contra de la religió del desconegut, desconfiem del foraster o defensem els nostres líders. Pocs humans analitzen la realitat i la contrasten amb més dades; més aviat passa tot el contrari: percebem les coses per intuïció i sense anàlisis prèvies. És a dir, les interpretacions del passat terrestre es veuen més plenes d'imaginació

pueril que de realitat científica. Són moltes les imatges i representacions de la prehistòria on la creativitat ha omplert amb mites l'espai no fossilitzat. El registre fòssil, mal que ens pesi, és extremament escàs i discontinu. En paraules de Darwin —i no seria cap exageració—, el registre fòssil és com un llibre al qual falten moltes pàgines, amb multitud de paràgrafs esborrats i amb molt poques paraules llegibles, amb el greuge que les poques pàgines que té romanen escampades per infinitat de llocs distants.

Davant l'escàs registre fòssil existent, molts experts es deixen portar més per la imaginació que per la raó. Qui opta pel contrast d'informacions, s'acosta més a la realitat, però qui no ho fa, utilitza més els seus prejudicis, o fins i tot els interessos. En són la prova els qui han estat anomenats avançats a la seva època, els qui amb grans coneixements analitzaven, més que no pas sentien, la realitat vigent. Plató, Hipàtia, Galileu, Da Vinci, Kant, Darwin, Einstein, Raup o Seilacher van jugar molt bé les seves cartes amb l'anàlisi i els seus grans coneixements. D'aquesta manera van elucubrar grans avenços humans i van evitar els dos grans filtres que ennuvolen l'observació humana objectiva: les emocions adquirides i les innates; és a dir, la cultura apresada i la biologia heretada. Per això aquests personatges, que van jutjar més amb la raó que amb l'emoció, van esdevenir avançats a la seva època i van superar el cervell paleolític que els va precedir. En aquest viatge de més de 5.000 milions d'anys, intentarem que la boira dels nostres desitjos no dibuixi un passat fals.

Per a exemplificar el món dels prejudicis i de l'evolució terrestre posarem el concepte d'espècie, que no és la panacea de la biologia, sinó més aviat el seu maldecap. Si considerem espècie una associació d'organismes amb gens compatibles per a produir una descendència fèrtil, no casa amb els organismes que no es reproduïen sexualment, amb els híbrids com les mules i els ligres, o amb els fòssils que no podem encreuar. En fi, la naturalesa és més complexa del que suposàvem. Per a superar la paradoxa anterior es van crear dos conceptes d'espècie: el biològic i el paleontològic. El primer és una unitat evolutiva independent que agrupem segons la

seva compatibilitat genètica; i el segon, una altra unitat evolutiva independent que agrupem segons les seves semblances físiques. És a dir, que són els experts, i no la naturalesa, els qui decideixen els límits entre les espècies. I és aquesta dualitat artificial entre espècie biològica i espècie paleontològica la que permet que molts experts defineixin noves espècies amb criteris més que dubtosos. Exemples d'això, i en el cas dels humans, són l'*Homo habilis*, l'*Homo ergaster*, l'*Homo georgicus* o l'*Homo antecessor*, sobre els quals s'han publicat molts articles que els discuteixen (Cela i Ayala, 2003). En tots els *Homo* anteriors, la pregunta clau va ser quin nivell de semblança admetien els seus creadors per a situar el límit entre les diferents espècies. I la resposta va ser que la frontera entre aquestes espècies es pixela quan augmentem el *zoom* sobre la línia. És a dir, la variabilitat dins de cada espècie és tan vasta que n'hi ha moltes que es confonen entre si. És com si uns suposats experts definissin per a cada varietat de gos una espècie diferent sabent que els seus pares primigenis, els llops, poden encreuar-se amb els nostres gossos i donar descendència fèrtil. En definitiva, que han estat alguns experts els qui han desitjat classificar molts organismes com a espècies diferents quan no hi havia dades suficients per a fer-ho. La realitat és que no existeix una línia de màxima precisió que separi moltes de les espècies creades, ja que la naturalesa no és classificable al cent per cent. Per això i per a facilitar la lectura de les seccions esdevenidores, parlarem més dels grups biològics que d'espècies en concret. Serà més fàcil parlar de primats en general que enredar-nos en els seus milers d'espècies.

Desgraciadament, s'han anat creant desenes d'espècies sense seguir els acords internacionals. La proliferació d'espècies dubtoses ha crescut a la fi del segle xx i els inicis del XXI per dues raons. La primera és la dels qui es creuen els seus propis prejudicis i creen noves quimeres sota la ciència-ficció. I la segona és la d'alguns murrís que ho fan per ànsies de publicitat i personalisme per a aconseguir el favor de polítics ignorants. La paleontologia, o ciència dels éssers del passat, no disposa de grans pressupostos.

Excavar un dinosaure o crear un equip per a estudiar les seves restes no figura entre les prioritats governamentals. Per això qui publica noves espècies, i sobretot en grups d'interès popular com dinosaures i primats, aconsegueix cridar l'atenció dels mitjans de comunicació. I així obté moltes subvencions i patrocini per als seus equips de treball. Tots dos, crèduls i murris, defineixen més espècies que les reals, en contra de la interpretació més lògica, de la realitat evolutiva i de la ciència analítica. Cal detallar que han de definir-se espècies per a fer comprensible la vida terrestre sabent que les nostres classificacions no es correspondran al cent per cent amb la realitat. Amb tot, per a no crear una nova espècie sense fonament evolutiu, cal ser humil, objectiu i lògic amb les dades. Tot aquest context anterior provoca un ardu debat entre tots els paleontòlegs del món. L'evolució de la Terra s'obre ara davant els nostres ulls en un viatge de 5.000 milions d'anys.

DEL *BIG-BANG* A LA VIDA CREACIONISTA

L'evolució del cosmos es troba delimitada per un principi sempitern: l'estabilitat. Des del *big-bang* fins als ecosistemes terrestres, el conjunt que aconsegueix més estabilitat, i per atzar, més perdura. Igual que els organismes que més es reproduïxen, més probabilitats tenen de romandre, el cosmos que més matèria estable produïa, més possibilitats tenia de perpetuar-se. Aquest precepte, que cou als creacionistes del *diseny intelligent*, és el més universal de tot el cosmos. Quan deixem que milions d'anys treballin, i amb la prova i l'error de l'espai, sorgeixen estructures estables que perduren. Si a un ximpanzé li deixem teclejar un escrit durant milions d'anys, per atzar acabarà escrivint una rima, però no per això va ser dissenyat per una intel·ligència superior, sinó que simplement l'atzar hi va intervenir. La matèria i l'energia van sorgir així, d'un fals buit quàntic, com també la vida va evolucionar en molècules