

Biologia

Textos complementaris del tema d'Evolució

1) Text de Robert M. May

<<La varietat de formes de vida que hi ha a la Terra és el resultat d'una lenta evolució de les espècies que va començar amb els primers senyals de vida i que encara continua actualment. Fa força dècades que l'evolució de les espècies ja no es considera només una mera hipòtesi, sinó un fet ben demostrat per un conjunt d'evidències de caràcter científic. No obstant això, encara ignorem moltes coses sobre com s'ha desen-volupat al llarg dels temps. En el segle XIX la teoria de l'evolució de les espècies va desvetllar polèmiques abrandades, però actualment estem en condicions de fer-ne un estudi desapassionat. Avui es considera que és la idea unificadora principal de la Biologia, fins al punt que res no tindria sentit si no es considerés a partir d'un criteri evolutiu. La diversitat dels éssers vius resulta fascinant. Encara no en dos segles s'ha passat de tenir comptabilitzats uns quants milers d'éssers diferents a tenir-ne, actualment, a prop de dos milions. Fins i tot és probable que avui només coneguem una part dels organismes que hi ha al nostre planeta. Els científics més audaçs arriben a xifrar en uns 50 milions el nombre d'espècies vivents, més de la meitat de les quals poden ser insectes. D'alguns grups d'éssers vius es creu que en resten poques espècies per descobrir, però, d'altres grups, es creu que no coneixem la majoria d'espècies que els componen. Pel que fa al regne animal, per exemple, els especialistes calculen que només es desconeix un 2 % de les espècies d'ocells, mentre que, en el cas dels insectes, pot ser que només es coneguin el 10 % del total. Aquest caos aparent fa necessari establir sistemes de classificació i de nomenclatura.

Si volem tenir un panorama ordenat i sistemàtic del món vivent dins l'enorme conjunt format per totes les espècies existents, cal establir-hi subconjunts que englobin organismes diferents. Aquests subconjunts són les categories taxonòmiques o tàxons. Les espècies semblants s'agrupen en gèneres i aquests s'apleguen en famílies. Les famílies al seu torn, es poden agrupar en ordres i aquests en classes. En zoologia les classes s'agrupen en tipus, embrancaments o fílums, mentre que en botànica, les classes formen divisions. S'anomena evolució biològica la transformació gradual i progressiva, en el transcurs de períodes de temps molt llargs, de formes de vida primitives en unes altres de més diverses i complexes. Fins al començament del segle XVIII s'acceptava sense problemes el fixisme, que considerava que tots els éssers eren invariables i creats al principi dels temps. En el segle XIX el naturalista francès Georges Cuvier va proposar la idea que els fòssils, coneguts des de l'antiguitat, corresponien a organismes extingits. Aquesta idea va topiar frontalment amb el fixisme, que considerava totalment inacceptable que el món hagués estat mai diferent. Cuvier i els seus deixebles van pretendre fer compatible el fixisme amb l'augment incessant d'evidències en contra que aportaven els fòssils i van idear l'anomenada teoria de les creacions successives o dels grans cataclismes. Segons aquesta teoria, la Terra havia estat poblada per tota una successió de faunes i faunes independents, producte d'una sèrie d'actes creadors seguits d'anihilaments catastròfics. Van arribar a comptabilitzar fins a 27 creacions distintes! Posteriorment, com veurem més endavant, van sorgir diverses teories que consideraven que l'evolució és un procés lent i gradual.>>

1) -cont.-

La Terra, després d'haver produït les primeres plantes i animals al començament ... no n'ha tornat a produir cap més, ni perfectes ni imperfectes; fins i tot els que nosaltres coneixem en el present tampoc no els ha produït; procedeixen únicament i exclusivament de les llavors de les mateixes plantes i animals. Francesco Redi (1688)

(Ref. bibliogràfica: **Robert M. May**, "Número de especies que habitan la Tierra", Investigación y Ciencia, Desembre 1992)

2) Text de Francisco Ayala

<<En ciències naturals, "evolució" és un terme que s'aplica principalment a la teoria biològica formulada per Charles Darwin i els seus seguidors. Però aquest mateix terme, evolució, serveix per designar també altres fenòmens: els canvis que han tingut lloc a l'univers des del seu origen fins a la condició actual de les galàxies, dels estels i dels altres cossos celestis; els canvis geològics que ha experimentat el nostre planeta, i l'origen de la vida a la Terra. Tots aquests processos són matèria d'estudi de les ciències naturals, bé que des de diverses disciplines, que han aconseguit graus diferents de versemblança pel que fa a les seves conclusions. (...) La teoria de l'evolució biològica (o, simplement, la teoria de l'evolució) inclou els conceptes, les evidències i les conclusions científiques relatives a l'origen dels organismes que actualment viuen al nostre planeta, i també els canvis que hi ha hagut des de l'aparició dels primers organismes fins avui. (...) S'han descrit gairebé dos milions d'espècies d'organismes vius i n'hi ha molts més que encara s'han d'estudiar. La diversitat d'organismes existent inclou els humils bacteris, els fongs, les plantes i els animals. En temps passats van viure moltes altres espècies i n'hi havia que eren molt diferents de les que existeixen ara; algunes es van extingir sense deixar descendents més o menys modificats. Tots els organismes vius estan emparentats per avantpassats comuns. La diversitat d'organismes que procedeixen d'una mateixa espècie ancestral comuna augmenta a mesura que reculem en el passat. Per exemple, l'últim avantpassat comú de l'ésser humà i dels antropoides va viure fa pocs milions d'anys; abans havia existit una espècie que va donar lloc als simis, als antropoides i a l'ésser humà; tots els vertebrats -els mamífers, els ocells, els rèptils, els amfibis i els peixos- comparteixen avantpassats comuns que van viure molt abans, i així successivament. El concepte de l'origen evolutiu dels organismes que acabem d'exposar es fonamenta en diversos tipus d'evidències. (...)

És una conclusió científica establerta amb una certesa semblant a la de conceptes com l'esfericitat de la Terra, les revolucions (el moviment) dels planetes o la composició molecular de la matèria. Aquesta certesa absoluta és el que volen fer entendre els científics quan afirmen que l'evolució dels organismes és un "fet" (...). Pel que fa a l'evolució biològica, encara se n'han d'estudiar molts aspectes (...). Les incerteses que encara hi ha sobre els detalls del procés evolutiu o les discussions sobre la importància de determinats organismes a vegades són manipulades pels crítics per sembrar el dubte sobre el fenomen general de l'evolució. Això és tan injustificat com, per exemple, proclamar que hi ha dubtes sobre l'existència de les muntanyes Rocalloses perquè encara no se'n coneixen totes les característiques o perquè els cartògrafs no es posen d'acord sobre l'altitud exacta que té un dels seus cims.>>

(Ref. bibliogràfica: **Francisco Ayala**, "La naturaleza inacabada", <<Biblioteca científica>> n° 93, Editorial Salvat, Barcelona, 1987)

3) Ramon Folch i altres autors

Les molècules i l'evolució dels humans

<<Els fòssils han estat l'eina tradicional per a estudiar la vida en el passat i en ells s'ha basat gran part del nostre coneixement per a reconstruir quins han estat els processos evolutius i quan s'han produït. La comparació de diferents fòssils entre ells i amb les formes actuals de vida ha permès, en efecte, fer un arbre evolutiu en el qual els fòssils se situen com a avantpassats de formes actuals i estableixen lligams entre elles. I en cas de conèixer-se l'edat del fòssil, aquest es pot emmarcar dins de coordenades de temps. Aquesta reconstrucció resulta sovint molt poc acurada, però tant per les escasses restes fòssils i el seu estat de conservació com per les diverses interpretacions possibles. D'altra banda, la coordenada temporal moltes vegades no és tan acurada com es voldria. Per això en els darrers anys hi ha hagut una gran expansió de l'anomenada sistemàtica molecular, que tracta de fer comparacions entre la composició química d'espècies vivents i inferir-ne la història evolutiva: com més temps fa que dues espècies s'han separat, més diferents són en termes bioquímics. El primer pas important de la sistemàtica bioquímica fou mesurar la reacció immunològica creuada entre pòngids i homínids. El mètode consisteix a extreure una proteïna d'una espècie, per exemple albúmina humana, i injectar-la en un altre mamífer, usualment el conill, a fi que produeixi anticossos específics que reaccionin contra l'albúmina humana, però que també ho faran, encara que en menor mesura, contra les altres espècies properes. La contundència d'aquesta reacció serà un indicatiu del parentiu entre les dues espècies testades. Per aquest sistema, Vincent Sarich i Allan Wilson demostraren, el 1967, que el ximpanzé i el goril·la eren més pròxims a l'espècie humana que no altres simis com orangutans, gibons, mones (...)>> (Ramon Folch i altres autors: "Biosfera", Enciclopèdia Catalana i UNESCO, Barcelona, 1993)

Roques de restes: fòssils i sediments

<<Totes les roques, justament perquè són el producte d'un procés, duen informació de la seva gènesi. Informació física, química i geològica. Però també biològica. Algunes roques, en efecte, contenen restes d'antics organismes vivents. De vegades totes elles en són, fins i tot, una compacta amalgama (...). La litificació dels sediments incoherents (disminució de la porositat, pèrdua d'aigua per pressió, precipitació de substàncies dissoltes i consegüent cimentació dels grans) dona pas a la roca sedimentària. La paleontologia acut a les roques sedimentàries en la recerca de vestigis de vida anterior, esdevinguda, com els mateixos processos sedimentaris, al tel més superficial de l'escorça. Individus sencers, fragments d'ossos, de tiges i de closques, fulles i grans de pol·len, copròlits i petjades són els retalls escassíssims de biosferes passades, de vida atrapada en estrats. Ara bé, si les roques que contenen aquests fòssils són sotmeses a un grau gaire elevat de metamorfisme (pressió i temperatura) la informació es desdibuixa, es distorsiona progressivament, i a l'últim es perd (...) Els fòssils també han ajudat a confirmar la teoria de la tectònica de plaques en mostrar vegetals i vertebrats fòssils idèntics en continents actualment separats. El registre fòssil ha permès així mateix que hom s'hagi pogut acostar als orígens de la vida i seguir-ne el curs de l'evolució. En retrocedir en el temps es constaten canvis profunds en uns grups mentre que en d'altres s'observa força immutabilitat. Tant és així que hom ha batejat com a "fòssils vivents" espècies que, tot i existir en l'actualitat, són estratament emparentades amb grups ja extingits.>>

(Ref. bibliogràfica: **Ramon Folch** i altres autors, "Biosfera", Enciclopèdia Catalana i UNESCO, Barcelona, 1993)

4) La teoria de Lamarck [*]

<<Lamarck va ser el primer naturalista que, oposant-se a la idea de la invariabilitat de les espècies, va desenvolupar una teoria general de l'evolució que n'explicava els possibles mecanismes. Va mantenir l'opinió que la naturalesa havia produït gradualment els diversos grups d'éssers vivents, des dels més simples als més complexos. Les premisses en què va basar la seva teoria de l'evolució van ser les següents:

- 1) Llei de l'ús i el desús dels òrgans. Lamarck suposava que tots els organismes tenen una tendència innata a perfeccionar-se que els permet adaptar-se als ambients més diversos. Els canvis de l'ambient originen en els organismes certes necessitats d'adaptació a les noves condicions de vida. Això comporta un increment o una disminució de l'ús d'alguns òrgans, que es tradueix en un desenvolupament més gran o més petit, respectivament, i en una modificació de l'organisme.
- 2) La funció crea l'òrgan. En el cas que els canvis ambientals originin necessitats completament noves, en un organisme s'hi poden desenvolupar, com a resposta, òrgans també nous.
- 3) L'herència dels caràcters adquirits. Perquè aquestes noves característiques es perpetuïn i augmentin en les generacions posteriors cal que esdevinguin hereditàries.

D'aquesta manera, adaptant-se a cada ambient, és com haurien anat sorgint durant milions d'anys les diverses espècies que habiten el planeta. Aquestes idees tan imaginatives van estar relegades a l'oblit durant força anys, però després van assolir una gran difusió i van tenir una influència enorme en tot el pensament biològic. Malgrat tot, si bé es tracta d'una teoria atractiva i fàcil d'acceptar intuïtivament, és totalment falsa. Tots els intents que s'han fet per mirar de demostrar l'herència dels caràcters adquirits, que és el punt clau de la teoria, han fracassat rotundament. Avui sabem que les respostes d'adaptació dels organismes al medi ambient no es poden enregistrar, de cap manera al material hereditari (les molècules d'ADN), als gens. N'hi ha molts d'exemples, com el desenvolupament extraordinari dels atletes, o com el fet de tallar la cua a certes races de gossos, que demostren que aquestes característiques adquirides no es transmeten a la descendència.>>

[*] Jean Baptiste de Monet, cavaller de Lamarck (1744 -1829). Naturalista i professor de zoologia al Museu de Paris. L'estudi dels invertebrats el portà a elaborar una teoria sobre l'evolució (el lamarkisme), explanada en la seva obra cabdal: *Philosophie zoologique* (1809).

5) La teoria de la selecció natural de Darwin i Wallace [**]

<<Darwin aportà moltes proves que demostraven la realitat de l'evolució i, a més, elaborà una teoria per explicar-ne el desenvolupament: la teoria de l'evolució de les espècies per selecció natural. Coneixia l'aparellament selectiu que practiquen els agricultors i els ramaders i que consisteix a triar com a reproductors els exemplars que destaquen per les característiques desitjades. Va pensar que a la naturalesa hi pot haver un procés semblant a aquesta selecció artificial que fa des de molt de temps, l'home. Després de molts anys d'observar els fenòmens naturals va arribar a unes conclusions que podem resumir de la manera següent:

5) -cont.-

- 1) Els éssers vivents, en condicions naturals, produeixen unes descendències molt més que suficients. Si sobrevisquessin totes, omplirien la Terra al cap de poques generacions. Només un exemple: hi ha ostres que ponen més de cent milions d'ous en una sola posta.
- 2) A la naturalesa, només hi sobreviu una part minoritària dels éssers que neixen. Això resulta evident si tenim en compte que el nombre d'individus d'una població es manté més o menys constant al llarg de moltes generacions. La major part de la descendència mor com a conseqüència de l'escassetat d'aliments, de l'acció dels depredadors i de les malalties.
- 3) Sobreviuen els organismes més aptes o els que s'adapten millor a l'ambient on viuen. Els supervivents no són un producte de l'atzar, sinó els que se'n surten en l'anomenada lluita per l'existència, és a dir, en la competència que s'estableix per aconseguir l'aliment, per fugir dels depredadors o per resistir davant les malalties.
- 4) Qualsevol població, animal, vegetal, fongs o fins i tot molts microorganismes, està constituïda per individus que es diferencien els uns dels altres (la variabilitat intraspecífica).
- 5) D'entre el ventall de variacions que presenta cada generació, la naturalesa selecciona els organismes més ben adaptats a cada ambient. Els organismes amb unes peculiaritats en la constitució o en el comportament que comportin una capacitat més gran de sobreviure en els ambients respectius se situen amb avantatge davant la resta.
- 6) Els supervivents poden transmetre als seus descendents els caràcters adaptatius que són més favorables. D'aquesta manera, la suma d'avantatges aconseguits per la selecció natural, generació rere generació, ha donat lloc a les diverses adaptacions dels organismes al seu medi ambient.

Totes les anteriors conclusions només tenen sentit si les variacions són hereditàries, és a dir, si en cada generació és manté i la variabilitat intraspecífica (en aquest sentit la reproducció sexual comporta un mecanisme, la meiosi gametogènica, que col·labora en el manteniment de la variabilitat). Aquesta va ser la dificultat més gran amb que va topar la teoria de la selecció natural; Darwin i Wallace no la van resoldre perquè aleshores es desconeixien els mecanismes de l'herència biològica (els gens, els cromosomes, la mitosi, la meiosi, l'ADN, etc.).>>

6) La teoria sintètica de l'evolució o neodarwinisme

<<La interpretació de les teories darwinianes des de la perspectiva de la genètica i les aportacions d'altres branques de la Biologia com la Paleontologia i la Biogeografia, van donar lloc a una nova formulació ("corregida i augmentada") del darwinisme, la teoria sintètica de l'evolució o neodarwinisme, que ha resultat extraordinàriament fructífera i que és admesa per la majoria dels científics. Les principals formulacions incorporades són:

- a) Els gens [***] són els elements determinants dels caràcters sobre els quals actua l'evolució.

6) -cont.-

- b) Les mutacions [****] constitueixen l'origen de la variabilitat (tant la intraspecífica com la interspecífica).
- c) La distribució de les poblacions té una gran importància en l'aparició d'espècies noves.
- d) L'aïllament reproductor és el pas clau en l'aparició d'espècies noves.

Avui sabem que hi ha variacions que són hereditàries (variabilitat intraspecífica) i d'altres que no ho són, ja que es tracta de simples modificacions provocades per l'ambient (per exemple, el color de les plomes dels flamencs es variable i depèn de la seva alimentació). Només les variacions hereditàries, causades per les mutacions, i que es produeixen a l'atzar en tots els organismes constitueixen la primera matèria de l'evolució. La teoria sintètica de l'evolució, que conjumina la idea de la selecció natural de Darwin amb els coneixements que aporta la genètica, és la que explica millor el procés de l'evolució.>>

[**] Charles Darwin (1809-1882) Naturalista. Nét del metge i filòsof Erasmus Darwin (que havia escrit un assaig titulat Zoonomia que anticipava algunes de les idees evolucionistes del seu nét) no acabà els estudis de medicina perquè s'embarcà en un llarg viatge d'exploració en el vaixell "Beagle" (1831-1836). La interpretació científica de molts dels fets observats, les converses amb Lyell (geòleg que defensà la formació lenta i continuada de la Terra) i el coneixement d'una memòria (treball) de Wallace sobre l'evolució, foren les bases per a la seva coneguda obra: "Origen de les espècies per selecció natural" (1859). Alfred Russel Wallace (1823-1913) Naturalista. Fou el primer a exposar les idees sobre l'evolució de les espècies per selecció natural en un curt i valuós treball (1858) i reconegut per Darwin.

[***] L'any 1909 el danès W. Johannsen introduí el terme "gen" per designar els factors de l'herència descoberts per Mendel. Actualment en gen es un fragment d'ADN que es correspon amb algun i tret observable i heretable.

[****] Les mutacions són alteracions a l'atzar del material hereditari que es poden produir:

- a) Per un error en els mecanismes moleculars de duplicació de la cromatina.
- b) Per reparticions incorrectes de les cromàtides en les mitosis i meiosis.
- c) Per substàncies químiques o radiacions (raigs gamma o X) que afavoreixen els errors abans esmentats.