



EL PENSAMENT CRÍTIC I L'ESTUDI DE L'EVOLUCIÓ

Com decideixen els científics i científiques quina és la millor explicació per a un problema concret?

Aquest podria ser un esquema simplificat del procediment que segueixen:

Definir el problema (o pregunta a respondre) de la manera més clara possible

Proposar varies respostes alternatives possibles (hipòtesis)

Buscar evidències

Contrastar les evidències trobades amb cadascuna de les hipòtesis

Decidir amb quina o quines hipòtesis són concordants les evidències, valorar la seva fortalesa

La millor explicació serà aquella que:

- Es correspongui millor amb les evidències
- Sigui confirmada per múltiples evidències independents
- Les evidències que li donen suport són robustes
- No presenta conflictes amb altres teories científiques
- Les explicacions alternatives són clarament menys convincents

Posem en pràctica aquest pensament crític:

Considerem la següent pregunta de partida:

Com s'ha originat l'enorme diversitat d'organismes existents?

Possibles respostes alternatives:

- a) Tots els éssers vius van ser creats en el mateix moment (base: interpretació literal de la Bíblia)



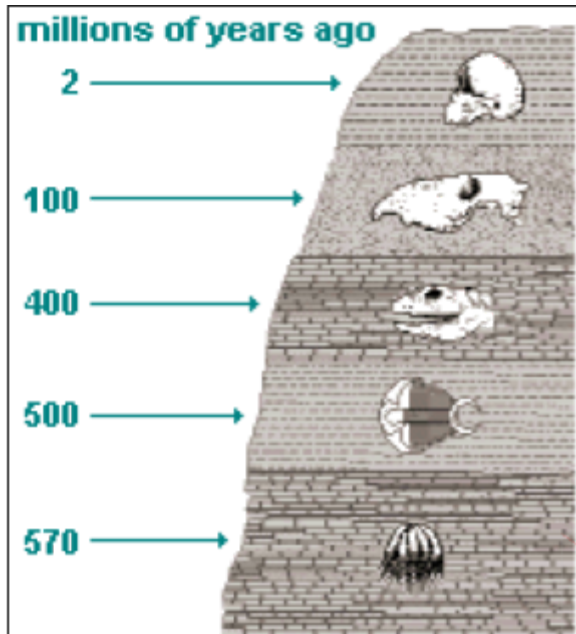
CDEC (2009)

Any Darwin

- b) Els diferents tipus d'éssers vius van evolucionar a partir d'altres preexistents (base: les dificultats de la classificació dels organismes vius, alguns no poden encabir-se en categories discretes)

A continuació us presentem diferents evidències, per a cadascuna de les quals contestareu unes preguntes:

Evidència 1: El registre fòssil



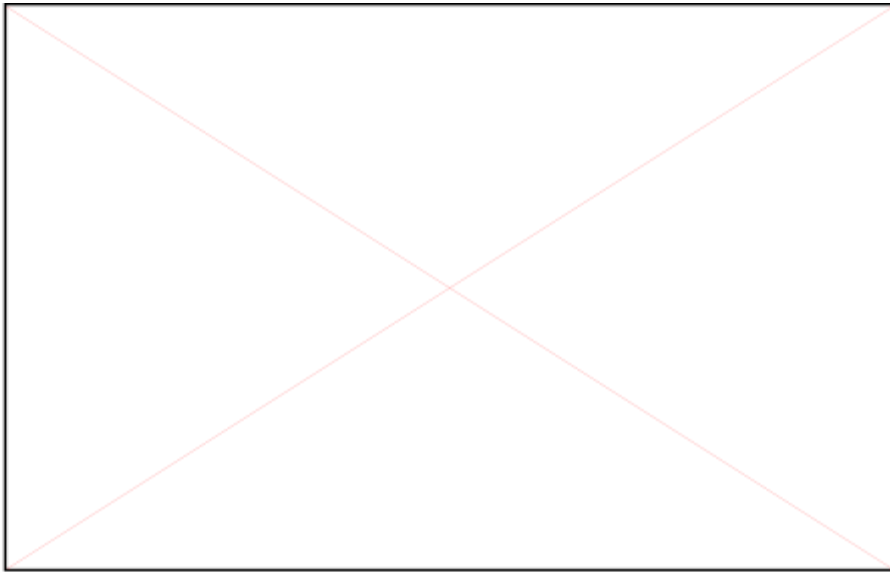
Dinosaure (<http://img337.imageshack.us/img337/6426/ceratopmi1.jpg>)

- 1) Quina és l'evidència presentada? Descriviu-la
- 2) Què hauríem d'haver trobat per considerar que aquesta evidència és coherent amb la **hipòtesi a**? I per ser coherent amb la **hipòtesi b**?
- 3) Amb quina de les dues hipòtesis proposades creieu que és coherent aquesta evidència?
- 4) Podeu trobar una explicació que no impliqui evolució per a aquesta evidència? Justifiqueu la vostra resposta.



CDEC (2009)

Any Darwin



Fòssils relacionats amb els cavalls actuals

(http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/evolucion/5pruebas_de_la_evolucion.htm)

Evidència 2: L'embriologia

(http://www.terra.es/personal/cxc_9747/imagenes/embrio.jpg)





- 5) Quina és l'evidència presentada? Descriviu-la
- 6) Què hauríem d'haver trobat per considerar que aquesta evidència és coherent amb la **hipòtesi a**? I per ser coherent amb la **hipòtesi b**?
- 7) Amb quina de les dues hipòtesis proposades creieu que és coherent aquesta evidència?
- 8) Podeu trobar una explicació que no impliqui evolució per a aquesta evidència? Justifiqueu la vostra resposta.

Evidència 3: L'anatomia, òrgans homòlegs

- 9) Quina és l'evidència presentada? Descriviu-la
- 10) Què hauríem d'haver trobat per considerar que aquesta evidència és coherent amb la **hipòtesi a**? I per ser coherent amb la **hipòtesi b**?
- 11) Amb quina de les dues hipòtesis proposades creieu que és coherent aquesta evidència?
- 12) Podeu trobar una explicació que no impliqui evolució per a aquesta evidència? Justifiqueu la vostra resposta.

Evidència 4: L'anatomia, òrgans vestigials



(<http://www.english.uga.edu/nhilton/4890/darwin/homology.gif>)



CDEC (2009)

Any Darwin

Evidència 5: La bioquímica

- a) Tots els éssers vius estan constituïts pels mateixos tipus de molècules orgàniques fonamentals: glúcids, lípids, proteïnes i àcids nucleics.
- b) Existeix una gran uniformitat en els mecanismes genètics de tots els éssers vius: tant els bacteris i altres microorganismes com els vegetals i els animals, la informació genètica està expressada mitjançant seqüències de nucleòtids que es tradueixen en proteïnes formades pels mateixos 20 aminoàcids i d'acord amb un codi genètic universal



c) El citocrom C és una petita proteïna (aproximadament d'uns 110 aminoàcids) que intervé en el transport d'electrons de la cadena respiratòria dels vegetals i animals. Aquesta molècula és present en la majoria dels organismes.

Es poden establir certes comparacions entre la seqüència d'aminoàcids corresponents a espècies molt diferents.

La taula mostra les seqüències dels 50 primers aminoàcids del citocrom C de quatre espècies ben diferents. Només estan escrits els aminoàcids que corresponen a l'ésser humà, en la resta d'espècies s'indiquen exclusivament les diferències respecte al primer.

Ésser humà	GDVEKGKKIF	IMKCSQCHTV	EKGGKHKHTGP	NLHGLFGRKT	GQAPGYSYTA
Be		VQ A			F D
Carpa	V	VQ A	XX V	W	F D
Euglena	A R L	ESRAA SA	Q VNST GPS	LWGVYGRTS G	SVPG YAYSN

Símbols dels aminoàcids:

Ac. Aspàrtic	D	Leucina	L
Ac. Glutàmic	E	Lisina	K
Alanina	A	Metionina	M
Arginina	R	Fenilalanina	F
Asparagina	N	Prolina	P
Cisteïna	C	Serina	S
Glutamina	Q	Treonina	T
Glicina	G	Triptòfan	W
Histidina	H	Tirosina	Y
Isoleucina	I	Valina	V

1. Compareu el nombre d'aminoàcids diferents que hi ha entre cada parella dels organismes indicats.



CDEC (2009)

Any Darwin

2. Com es podria interpretar el fet que el citocrom C d'una espècie en relació a les altres tingui més aminoàcids diferents respecte al citocrom C humà?



EL PENSAMENT CRÍTIC I L'ESTUDI DE L'EVOLUCIÓ (guia didàctica)

La introducció d'aquesta activitat és una adaptació de 1999 ENSI (Evolution & the Nature of Science Institutes) www.indiana.edu/~ensiweb, la segona correspon a les ja clàssiques proves de l'evolució.

El motiu de l'activitat és presentar diferents proves de l'evolució a la vegada que es treballa la naturalesa de la ciència. L'alumnat ha de ser capaç d'argumentar que no qualsevol explicació és acceptable científicament, les millors explicacions seran aquelles que siguin lògiques, que es corresponguin amb les evidències aportades (quantes amb més i més robustes siguin, millor), que no suposin un conflicte amb altres teories científiques i que siguin més convincents que les altres explicacions alternatives. Es tracta, doncs, d'afavorir un pensament científic crític.

L'activitat “té poca lletra”, demana que l'alumne sigui capaç d'expressar amb les seves pròpies paraules el significat de les evidències que s'aporten en forma d'imatges i també que les confrontin amb les dues hipòtesis proposades.

Evidència 1: El registre fòssil

Si no hi hagués evolució trobaríem restes de les mateixes espècies actuals en qualsevol dels estrats estudiats. Tampoc seria possible explicar l'existència d'organismes que no existeixen en l'actualitat.

Evidència 2: L'embriologia

La similitud morfològica en els primers estadis de desenvolupament fa pensar que els diferents grups de vertebrats han compartir un avantpassat comú. Les diferenciacions apareixen en estats més avançats del desenvolupament.

En un procés tan important com la diferenciació morfològica al llarg del desenvolupament (que ha d'estar fixat genèticament), l'explicació de les similituds trobades és més raonable si s'admet l'existència d'un avantpassat comú. No es pot explicar una similitud com l'observada en els primers estadis embriològics com a conseqüència d'una convergència o simplement per atzar.

Evidència 3: L'anatomia, òrgans homòlegs

L'esquelet de totes les extremitats dels vertebrats tetràpodes s'organitza a partir del mateix pla bàsic: tres seccions, la proximal amb un os únic, la mitjana amb dos ossos i la distal amb una sèrie d'ossos de mida petita.

Cal distingir les adaptacions al vol de les aus i dels ratpenats. En les aus es pot observar la reducció del nombre de dits i la fusió d'ossos de la part distal de l'extremitat que fa augmentar la resistència a les forces que genera el vol. També



es produeix un allargament relatiu de la part mitjana de l'extremitat. En els ratpenats la fusió d'ossos s'ha produït en la part mitjana de l'extremitat i l'allargament relatiu s'ha produït fonamentalment en els dits de la mà.

Les adaptacions a la vida aquàtica de les extremitats dels vertebrats comporten un escurçament de les parts proximal i mitjana i un allargament dels dits (que s'aconsegueix per polifalàngia). Així es construeix una paleta natatòria que es pot utilitzar com a estabilitzador per mantenir la posició quan l'animal neda. Cal recordar que en el cas de les balenes, la propulsió ve donada per l'oscil·lació de la part posterior del cos i no pel moviment de les aletes.

Les similituds observades respecte a un patró bàsic d'organització en estudiar i comparar les extremitats de diferents vertebrats fan suggerir l'existència d'un avantpassat comú a partir del qual s'han produït els grups actuals. Cal insistir que s'ha de buscar sempre una explicació dels fets observats causal i no casual.

Evidència 4: L'anatomia, òrgans vestigials

Es presenten diferents extremitats i restes vestigials d'extremitats de vertebrats. Totes elles responen al mateix pla d'organització bàsic de les extremitats dels vertebrats.

En diferents casos es tracta d'extremitats que no es fan servir, per tant, no estan sotmeses a l'acció de la selecció natural. Qualsevol mutació, per exemple una que hagi determinat una reducció, pot haver estat fixada, cosa que explicaria el fet que en uns organismes s'han reduït unes estructures i en uns altres diferents.

Cal buscar sempre una explicació causal i no casual, per tant, és més raonable i més econòmic pensar en una explicació evolutiva (l'existència d'un avantpassat amb els òrgans no vestigials) que en una mera casualitat.

Evidència 5: La bioquímica

La uniformitat de les estructures moleculars així com la similitud genètica és compatible amb l'existència d'avantpassats comuns per a tots els organismes.

Entre el citocrom C humà i el de be hi ha 5 aminoàcids de diferència.

Entre el citocrom C humà i el de la carpa hi ha 10 aminoàcids de diferència.

Entre el citocrom C humà i el de l'euglena hi ha 37 aminoàcids de diferència.

Es pot interpretar que quants més aminoàcids diferents hi hagi respecte al citocrom C humà, més temps fa que aquests dos organismes han compartit un avantpassat comú, és a dir, més llunyà és el seu parentiu