

CLASSIFICACIÓ I EVOLUCIÓ DELS CAMINALCULATS

Introducció:

L'ensenyament de l'evolució a les classes de biologia té inherent una dificultat que sorgeix, en part, perquè els processos de l'evolució són lents i generalment no poden ésser observats, ni tan sols en la durada d'un curs escolar. Les simulacions i la construcció d'arbres filogenètics són dues possibles aproximacions a aquest problema. Basant-nos en aquesta última, l'experiència que proposem en aquest protocol utilitza "organismes" amb un registre fòssil, els Caminalculats.

Els Caminalculats (Figura 1) són organismes imaginaris inventats per Joseph H. Camin (Sokal 1983). Segons Sokal (1983), Camin va crear els seus organismes començant amb un ancestre primitiu i modificant gradualment les formes, d'acord a les regles acceptades del canvi evolutiu. El propòsit de Camin era crear una filogènia coneguda (quelcom que és inassequible per a un organisme real) que podria ésser utilitzada per a avaluar críticament algunes tècniques taxonòmiques, com l'anàlisi fenètica o cladística.

Amb el propòsit d'ensenyar evolució als estudiants de les escoles, els Caminalculats ofereixen diversos avantatges (McComas & Alters 1994). Principalment, perquè els Caminalculats són organismes artificials i per tant els estudiants no poden tenir idees preconcebudes sobre com haurien de classificar-se o com estan relacionats. Com a conseqüència, quan construeixen l'arbre filogenètic o classificació han de concentrar-se en els principis i no en els seus coneixements previs.

D'altra banda els Caminalculats posseeixen una història evolutiva "real", en el sentit que tenen un complet i detallat registre fòssil. Amb aquests fòssils, els estudiants poden construir un arbre filogenètic des de la base, seguint el camí que ells creguin conceptualment més significatiu.

Objectius:

En aquesta pràctica els objectius didàctics que volem aconseguir són:

- 1- Il·lustrar l'íntima connexió entre la classificació d'espècies vivents i la seva relació evolutiva.
- 2- Estudiar els diferents caràcters d'un organisme.
- 3- Confeccionar un arbre filogenètic basat en espècies vivents.
- 4- Confeccionar un arbre filogenètic basat en espècies vivents i fòssils.
- 5- Estudiar la classificació jeràrquica.

Material:

-Capsa amb 71 fitxes representant els caminalculats:

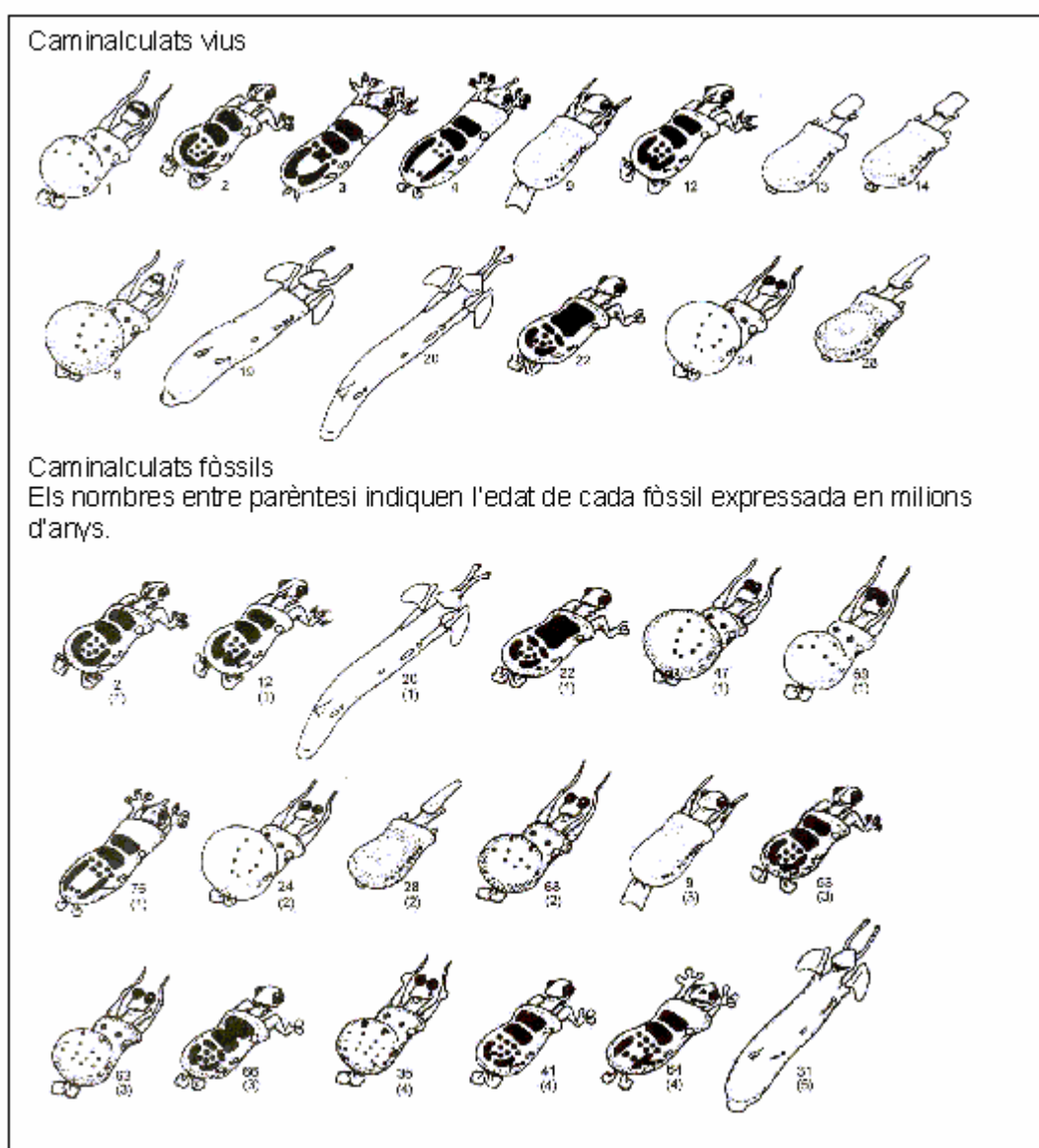
14 caminalculats vivus (rosa o groc)

71 caminalculats fòssils (verd o blau)

Procediment:

L'experiència es compon de tres activitats:

- 1- Classificació dels Caminalculats vivents en **categories taxonòmiques** (gènere, famílies, etc)
- 2- Ús de la classificació per a desenvolupar un **arbre filogenètic**.
- 3- Construcció d'un **arbre filogenètic** basat en el **registre fòssil**.



Un dels principals objectius de l'experiència és il·lustrar l'íntima connexió entre la classificació d'espècies vivents i la seva relació evolutiva.

Figura 1. Catorze Caminalculats vivents i 57 de fòssils. S'utilitza un nombre per identificar cada espècie.

Caminalculats fòssils

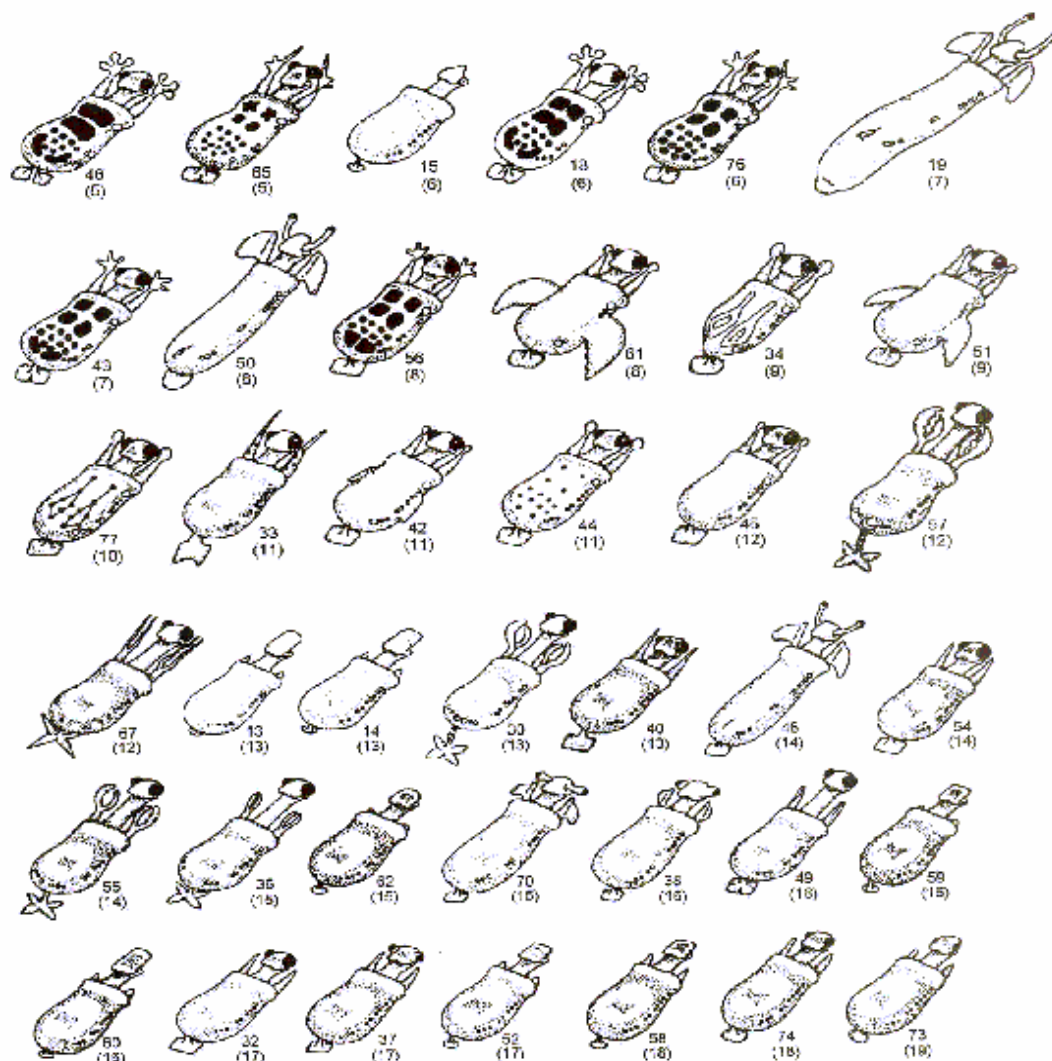


Figura 1 (Continuació)

1-Classificació dels caminalculats vivents

Els alumnes comencen ordenant les catorze espècies vivents en una classificació jeràrquica (figura 2). Primer combinen les espècies i els gèneres utilitzant el criteri següent: els membres d'un mateix gènere s'assemblen més entre ells que amb els d'un altre gènere. (En el cas dels Caminalculats, com en molts altres organismes reals, la semblança física és normalment un bon indicador de l'ancestre comú). Utilitzant el mateix criteri, els gèneres són agrupats en famílies, les famílies en ordres, etc. Depenent si els alumnes tenen tendència a separar o agrupar els organismes, l'esquema de la seva classificació es pot aturar al nivell d'ordre o seguir fins al nivell de regne. Aquest exercici mostra diferents conceptes importants començant per la idea de la classificació jeràrquica. Els professors poden discutir les teories de classificació en

classes més avançades.(Vogt 1195; Ridley 1996). El concepte d'evolució convergent també està introduïda, com s'explica més avall.

Un cop els alumnes han acabat la classificació el professor pot conduir una discussió amb l'ajuda d'un projector i les imatges dels Caminalculats en transparències.

Cal començar amb el Caminalculat 2 i preguntar quines espècies fòssils són del mateix gènere. La majoria dels alumnes volen posar els Caminalculats 2, 3, 4, 12 i 22 junts (Figura 1). Si és així, els ha de demanar que divideixin les cinc espècies en gèneres més petits. L'error més comú en aquest punt consisteix a posar el 3 i el 12 en un gènere perquè tots dos tenen ungles. Aquest fet dóna l'oportunitat de fer ressaltar que en qualsevol classificació cal basar-se en tots els caràcters disponibles.

Quan els alumnes consideren caràcters com el color de les taques, la forma del cos o l'ornamentació del cap, ràpidament decideixen que el 3 i el 4 pertanyen a un grup (gènere), que el 2, 12 i 22 pertanyen a un altre gènere. Alguns poden posar el 22 en un gènere a part, cosa que és acceptable.

Un cop s'han classificat les cinc espècies satisfactòriament per a tothom, es pot discutir **l'evolució convergent**, utilitzant els Caminalculats 3 i 12 com a exemples. (Els dos Caminalculats ciclops, espècie 1 i 16 també són convergents). Cal puntualitzar que l'evolució convergent succeeix quan trets similars evolucionen independentment en dos línees diferents. Per exemple, peixos i bal·lenes tenen la mateixa forma, però basant-nos en l'estructura de l'esquelet, l'endotermisme, la lactància etc, les bal·lenes pertanyen clarament al grup dels mamífers. Les característiques que comparteixen amb els peixos han evolucionat independentment com una adaptació al seu medi. És més fàcil introduir el concepte d'evolució convergent i emfatitzar la necessitat d'examinar els caràcters curosament si s'anima als alumnes a separar les espècies i no a fer-ne grups grans.

	Classe de Caminalculat													
Ordre	O1										O2			
Família	F1		F2						F3			F4		
Gènere	G1		G2	G3		G4			G5			G6		
Espècie	19	20	9	4	3	22	12	2	16	24	1	14	13	28

Figura 2. Exemple d'una classificació jeràrquica dels Caminalculats vivents. Mirant l'arbre filogenètic veritable de la figura 2 és clar que no és el millor esquema de classificació. Especialment, els gèneres 3 i 4 són més propers al gènere 5 que al gènere 2. Sense una ullada prèvia al registre fòssil, els estudiants tenen tendència a construir un esquema com aquest.

2-Un arbre filogenètic basat només en les espècies vivents

En aquest segon exercici, els alumnes utilitzaran la seva classificació dels Caminalculats vivents per a construir un arbre filogenètic. La classificació mostrada a la figura 2, per exemple, ens aconsellaria l'arbre de la figura 3. Una de les claus conceptuals aquí és l'ancestre comú més recent. Els alumnes aprenen que quan ells posen dues espècies, per exemple la 19 i la 20, en el mateix gènere això implica que aquestes espècies comparteixen un ancestre comú que no comparteix cap altre gènere (principi filogenètic de classificació). Quan existeixen tres o més espècies en un gènere, els alumnes han de decidir quines d'aquestes espècies estan més emparentades.

Cal seguir el mateix procediment per als nivells de classificació superiors. Per exemple, si dos gèneres s'assemblen entre ells més que amb un altre, serà, se suposa, perquè ells comparteixen un ancestre comú. Per tant, els alumnes aprenen que fins i tot amb l'absència d'un registre fòssil és possible crear un possible arbre filogenètic que correspongui a la classificació de l'esquema.

Degut a l'aproximació intuïtiva que s'ha realitzat en aquesta experiència, és poc probable que la filogènia que els alumnes han obtingut coincideixi exactament amb la de Camin.

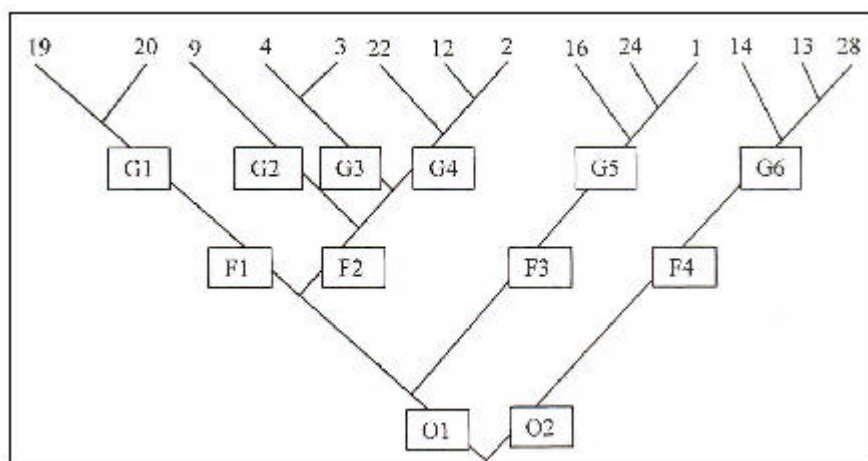


Figura 3. Aquest arbre filogenètic està basat en la classificació d'espècies vivents mostrada a la figura 2. Els membres de cada gènere tenen un ancestre comú que no comparteixen amb cap altre gènere. S'aplica el mateix per a cadascuna de les famílies dels quatre gèneres.

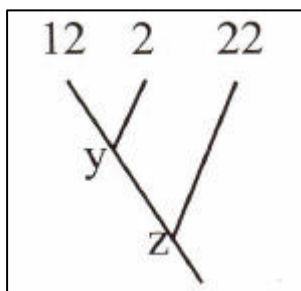


Figura 4. Quan un gènere està format per tres o més espècies els estudiants han de decidir quines dues espècies comparteixen el mateix ancestre. Aquest diagrama indica que l'espècie 2 i 12 estan més properes una de l'altra que la 22. Fem la hipòtesi que l'espècie 2 i 12 tenen un ancestre comú (y) que no comparteixen amb l'espècie 22.

3-Un arbre filogenètic basat en el registre fòssil.

Per a fer aquesta tercera experiència cal dividir la classe en tants grups com jocs de fitxes de Caminalculats disposem. Cada joc consta de setanta-una fitxes plastificades. Catorze d'aquestes representen els Caminalculats vivents i les cinquanta-set restants, representen els fòssils. Cada Caminalculat fòssil (figura 1) està identificat pel seu nombre d'espècie i per l'edat (en milions d'anys) en parèntesi.

També és necessari un tros de paper força llarg per a cada grup, perquè en ell hi dibuixarem l'arbre filogenètic i hi situarem totes les fitxes.

A partir del fòssil més antic (espècie 73) amb una antiguitat de 19 milions d'anys, els alumnes traçaran vint línies horitzontals a la fulla de paper i les numeraran del zero a dalt (actualitat) fins al 19 a la base. Normalment cal mostrar a la classe com començar l'arbre filogenètic situant l'espècie 73 a la meitat de la línia del 19 milions d'anys.

Aquesta espècie dona lloc a dues noves espècies (58 i 74) representades pels fòssils de divuit milions d'anys d'antiguitat. A partir d'aquí els alumnes segueixen sols. Cal fer-los notar que algunes espècies estan representades per un exemplar vivent i un de fòssil.

Els alumnes poden caure fàcilment en alguns paranys que ens mostren una oportunitat excel·lent per a introduir conceptes com els buits en el registre fòssil d'un Caminalculat (figura 5). Per exemple, la majoria d'estudiants assumeixen que l'espècie 67 (12 milions d'anys) prové de l'espècie 30 (13 milions d'anys). Això donaria lloc a un poc probable escenari evolutiu en el qual unes ungles fortes es converteixen en uns tentacles en forma de forquilla.

Un cop això ha estat comentat els alumnes dedueixen correctament que l'espècie 67 es va separar molt abans i que existeix una manca de registre fòssil.

Després els alumnes poden comparar la seva filogènia resultant amb l'arbre de Camin i el professor pot demanar d'identificar:

- Quin és l'ancestre més proper a dues espècies.
- Exemples d'evolució convergent.

- Exemples d'estructures vestigials (ex: el dit interior de l'espècie 66)
- Un exemple de radiació adaptativa ràpida (ex: la gran quantitat d'espècies que sorgeixen de l'espècie 43)

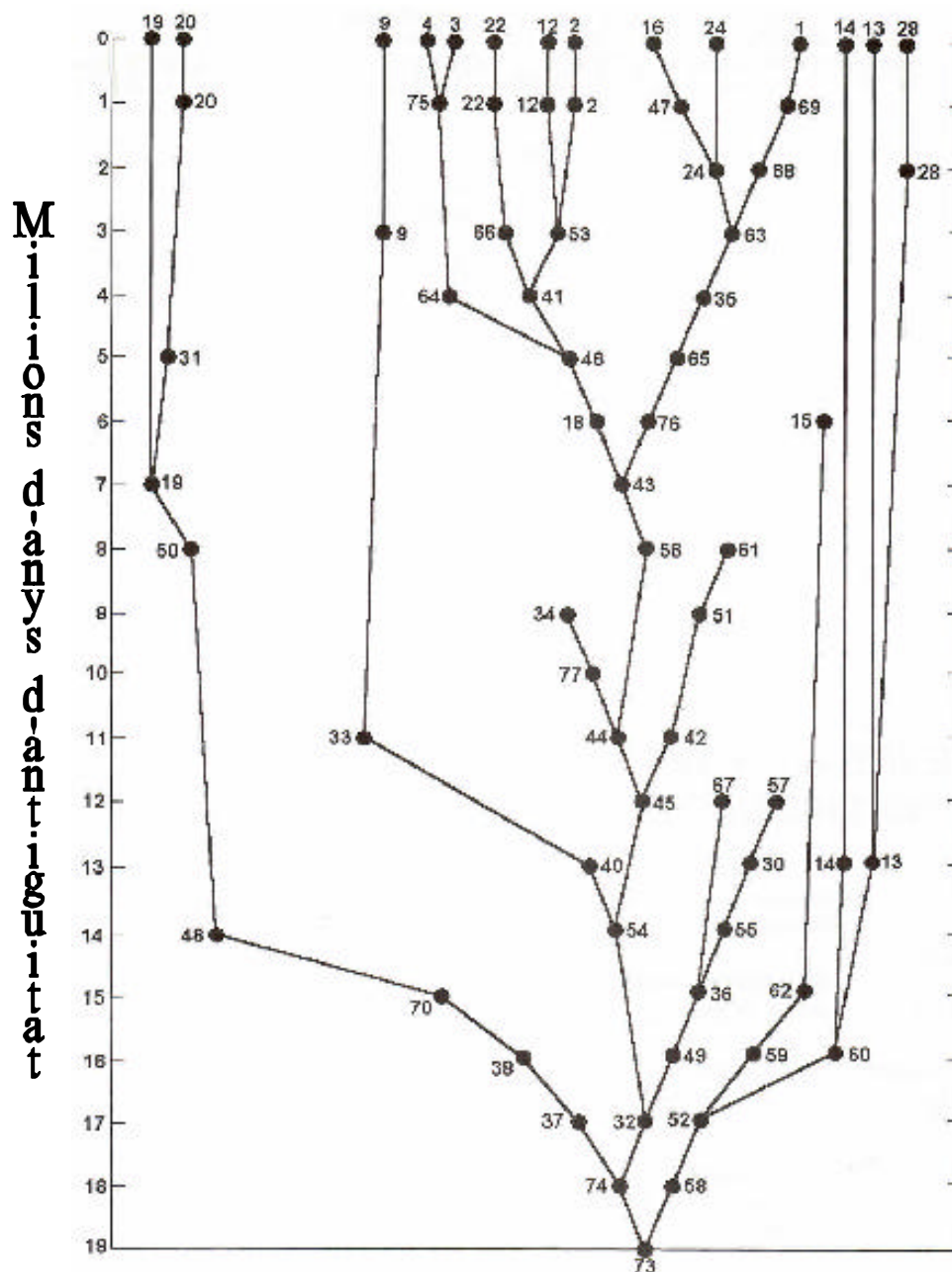


Figura 5. Arbre evolutiu dels Caminalculats. Adaptat de Sokal (1983). Algunes de les branques de l'arbre original han estat modificades.

Bibliografia:

Adaptació de l'article "The classification & Evolution of Caminalcules" Gendrom, Robert.P (2000) extret de la revista "The American Biology Teacher", Volume 62, no.8, October 2000.