



Departament de Biologia Animal

Assignatura: Zoologia 1er. curs

Curs: 1994-95

Professor/a: Marta Goula

Tema 3. Desenvolupament històric del pensament zoològic.
Evolució animal. Mecanismes del procés evolutiu. Cronologia de
l'aparició dels grups animals.



Marta Goula

Tema 3.

Desenvolupament històric del pensament zoològic. Evolució animal. Mecanismes del procés evolutiu. Cronologia de l'aparició dels grups animals.

Estudiar la història del pensament zoològic vol dir estudiar com ha canviat al llarg dels temps el mateix concepte d'animal i el criteris pels quals aquests animals es classifiquen.

Per tant, considerem un moment què vol dir classificar.

Què és classificar?

Classificar és agrupar les coses basant-se en les seves similituds. En biologia, la classificació reuneix les poblacions en grups, i aquests en grups més amplis. Es tracta d'un procés inductiu, on es passa del particular al general [Ex.: s'observen els trets de moltes aus, i al final s'extrauen els caràcters que defineixen totes les aus, encara que literalment no les hem observades totes].

Naturalment, classificar exigeix decidir-se per uns criteris segons els quals es definiran les afinitats entre els elements a classificar. Suposem una sèrie de animals. Els podriem classificar segons:

- biòtops
- colors
- nombre de potes
- àrea geogràfica

Ja es veu que algunes classificacions semblen més racionals que altres, però no es pot ser absolut, per què a vegades són les circumstàncies les que acaben manant, i no sempre la més racional és la que s'imposa.

En Zoologia, els criteris de classificació, i per tant les ordenacions resultants han variat al llarg dels temps, depenent de la finalitat d'aquesta classificació:

1) L'home primitiu classificava els organismes segons la seva utilitat: menjívols o no, verinosos o no, domesticables o no, etc.

2) Aristòtil, amb una gran capacitat d'observació, i per tant amb un mètode notablement científic, va establir grups d'animals alguns dels quals perduren a l'actualitat. En altres casos, els errors comesos derivaven d'un coneixement deficient dels animals. El més gran mèrit d'Aristòtil, i que l'apropa a la modernitat, era la seva objectivitat a l'hora d'observar caràcters estructurals. Aristòtil va definir grups, però aquests no tenien cap relació entre ells.


3) A l'Edat Mitjana, s'atribuïen als animals virtuts o defectes, i per tant la finalitat de la classificació era moralitzant (bons i dolents, o ambivalents). D'aquí deriven els bestiaris medievals, amb animals fantàstics que sintetitzaven virtuts i defectes.

Exmple: la serp, pel seu paper amb Adam i Eva

4) Al Renaixement es redescobreix Aristòtil.

5) Des del segle XVIII, hi ha una escola de teòlegs de la Naturalesa (Goethe, Theillard de Chardin), que considera que la classificació biològica ha de reflectir l'ordre diví, el pla del Creador, amb l'home al capdemunt i la resta dels sers vius al seu servei.

6) Carl von Linné (s. XVIII: 1707-1778) va establir grups jerarquitzats per endreçar el món vegetal i animal, però mantenint la filosofia dels teòlegs de la Naturalesa. La seva obra cabdal és el **Sistema Naturae**.
Aportacions Linné: nomenclatura binomial, jerarquia taxonòmica

7) La innovació aportada per Darwin va ser establir la classificació biològica tenint en compte els criteris evolutius, que permetia establir jerarquies entre els grups. Un criteri evolutiu és aquell que té en compte l'origen, l'evolució i el grau de parentiu que se'n deriva.
és a dir, grups de més petits a + gran 

Això comporta que els grups es delimitin en base a la següent consideració: els membres d'un grup, com que són descendents d'un predecessor comú, han de tenir més caràcters en comú que amb membres d'altres grups, amb qui no comparteixen aquest predecessor. Fent les pertinents restriccions, es pot comparar ben bé amb els arbres genealògics de les famílies humanes.

Genealogia: sèrie de progenitors o ascendents d'un individu, d'una família. (Fabra)

Arbre genealògic: representació gràfica de la genealogia de la família per mitjà d'un arbre, la soca del qual és un avantpassat i les ramificacions els seus descendents. (Fabra)

Afegeix: Cuvier, Buffon, Lamarck

La classificació ha de reflectir la filogènia, l'arbre genealògic animal. La classificació evolutiva dels organismes (és a dir, que té en compte els criteris evolutius) s'anomena Sistema Natural (a no confondre amb el títol de l'obra de Linné). Ja hi anirem tornant.

La filogènia és la part de la Biologia (Zoologia) que es dedica a l'estudi comparatiu dels grans grups del regne animal per a mirar d'establir les seves relacions de parentesc. És a dir, mirar de definir la genealogia dels animals. Darwin intentava ordenar els animals d'acord amb aquesta genealogia.

Ara el problema l'hem traslladat a un altre àmbit: com establir la genealogia dels animals? De quins "documents" (quins D.N.I.) disposem? En base als caràcters homòlegs. Ja hem comentat en el tema anterior els criteris pels quals es poden reconèixer els caràcters homòlegs. Però per què són importants els caràcters homòlegs? Perquè s'accepten com a proves de l'evolució. Podriem dir que l'homologia és la base de la filogènia.

La relacions de parentiu incorporen dades procedents directament de la Zoologia, però també d'altres ciències afins: etologia, immunologia, bioquímica, citologia, fisiologia. L'arbre genealògic resultant s'anomena en Biologia arbre filogenètic.

Per què serveix classificar?

La classificació és una manera de resumir i organitzar el que sabem, de manera que podem disposar-ne més fàcilment. És com un índex de la informació amagatzemada, i un sistema de recuperació d'aquesta informació [En el cas de la Zoologia, el tenir un animal situat en el sistema de classificació ja ens diu moltes coses sobre ell]. En Biologia, s'imposa classificar donada la gran diversitat de sers vius existents (més de 5.000.000 d'espècies fins al moment).

SISTEMATICA I TAXONOMIA

En Zoologia també es presenta la necessitat de classificar, i les ciències que se'n ocupen són la taxonomia i la sistemàtica, que estableixen grups, els ordenen i els hi donen nom.

Taxonomia

És la teoria i la pràctica (praxis) de la definició de grups [d'animals] i la seva classificació (Simpson, 1961; Mayr, 1969). Aquests grup els estableix en funció de les afinitats morfològiques entre els membres d'aquests grups. Com que són morfològiques, aquestes afinitats són interpretatives.

Resumint, podríem dir que la taxonomia defineix i anomena els grups animals, i els situa en una ordenació (sistema de classificació). Cal tenir present que aquesta ordenació o sistema de classificació, com hem vist al parlar en termes històrics, s'ha de regir per criteris. Més endavant hi tornarem.



- mida
- color
- forma

Sistemàtica

La sistemàtica es basa en la filogènia
La filogènia es basa en les homologies
Sistemàtica i taxonomia es introdueixen entre si

La sistemàtica és la ciència que estudia les relacions evolutives entre els grups que la taxonomia ha establert. Podriem dir que la sistemàtica forneix els criteris que determinaran la classificació taxonòmica, que n'han de constituir el seu fil conductor.

Tornant a l'exemple inicial, la taxonomia pot agafar el criteri "mida", i obté una sèrie de grups d'animals: petits, mitjans i grans. Ara ja tenim els animals classificats, però com que els grups resultants i les relacions entre ells no tenen res a veure amb el seu grau de parentiu, en aquest exemple taxonomia i sistemàtica van per separat, i la classificació resultant no és natural.

Tornant a la Zoologia, la sistemàtica clàssica es basa en els criteris evolutius que per primera vegada va postular Darwin. Veurem al tema 3 que hi ha altres línies de pensament. S'accepta que la taxonomia basada en la sistemàtica [evolutiva] defineix grups naturals (apareguts pels processos evolutius), coincideix amb la genealogia i genera un sistema de classificació que reproduïx la història evolutiva del grup (filogènia). Quan passa això, classificació i sistemàtica coincideixen.

Naturalment, la relació entre taxonomia i sistemàtica és molt estreta, i sovint pot portar a confondre l'una amb l'altra. Sembla que la sistemàtica hauria de ser prèvia a la taxonomia, per tal que aquesta establís grups, però alhora la sistemàtica depèn de la taxonomia, perquè necessita saber els grups establerts per a poder definir les relacions que hi ha entre ells.

EVOLUCIO ANIMAL

L'acceptació de les teories evolutives s'ha d'entendre en el marc següent: a la vista de les dades objectives de què es disposa, provinents de:

- paleontologia (estudi dels fòssils)
- biogeografia (distribució dels animals al planeta)
- selecció artificial feta per l'home (obtenció de races o varietats)
- morfologia comparada (estudi de les parts anatòmiques amb un criteri interpretatiu)
- embriologia
- comportament
- caràcters mol.leculars i citogenètics (estudi de proteïnes i ADN),

que constitueixen el que en conjunt es coneix amb el nom de "proves de l'evolució", sembla que el procés evolutiu és el més congruent per explicar totes les dades ("proves") abans esmentades.

CONCEPTE D'EVOLUCIO

Admetre l'evolució és admetre que els organismes vivents tenen un origen en el passat, que no és simultani per a tots ells, origen a partir del qual s'han anat "modificant" (ara diriem "han anat evolucionant"). Aquest concepte dinàmic s'oposa al concepte estàtic, fixiste, que tornarem a comentar al parlar del concepte d'espècie.

No s'ha de confondre el què s'admeti el procés evolutiu amb el mecanisme pel qual aquest s'ha produït. És a dir, el que intenten els científics és explicar les causes per les quals els organismes evolucionen.

EL CAS DE DARWIN

Cal tenir clar que abans que Darwin altres científics s'havien adonat del fet evolutiu, i havien proposat explicacions a aquest fet.

Si recordem Darwin i no els altres és perquè la seva explicació ha perviscut fins als nostres dies, ja que encaixa amb les observacions experimentals. Dit de manera més científica, les seves hipòtesis no han estat refutades.

Darwin i Wallace. (1858). Varen proposar el mecanisme de la Selecció Natural.

La formulació clàssica de la teoria darwiniana respon a frases del tipus:

- selecció del més apte
- lluita per l'existència, amb la supervivència del més ben adaptat

Aquí donarem per sabut el marc històric en que Darwin va formular les seves hipòtesis, i aprofundirem en la teoria sintètica de l'evolució, o teoria neodarwinista, que justifica per mitjà de les lleis hereditàries i de la genètica de poblacions el procés evolutiu.

Les formulacions esmentades més amunt ens donen la falsa impressió que són els individus els que evolucionen. Això no és cert. Per a comprendre Darwin, cal introduir el concepte de Població, que és l'escala a la qual treballa l'evolució.

POBLACIO: Conjunt d'individus de la mateixa espècie que viuen en una regió geogràfica determinada.

L'evolució només la poden entendre a nivell de població, que és la unitat de la biosfera que evoluciona. Els individus de la població no evolucionen.

Les observacions de Darwin i Wallace es refereixen als dos elements bàsics del procés evolutius: els sers vius i el medi ambient.

[Nota: tot el situat entre corxets s'ha d'explicar directament sobre l'esquema de la població, pàg. 15; l'explicació la deixo com a guia o pauta]

[Sers vius

- 1) Els individus de les poblacions no són iguals entre sí, sinó que presenten una variabilitat.
- 2) Això fa que tinguin fenotipus diferents, cadascún dels quals pot ser més o menys idoni per a fer front a les condicions del medi (grau d'adequació o adaptació)
- 3) Els sers vius tenen un altíssim potencial reproductor (p.e., una nena en nèixer té 400.000 òvuls).
- 4) Però en realitat no l'exerceixen, donat que s'observa que les poblacions es mantenen numèricament constants i limitades: això significa que hi ha un sedàs:

- no totes les cèl.lules germinals generen un zigot
- no tots els zigots arriben a nèixer
- no tots els nadons arriben a l'edat reproductora
- no tots els individus en edat reproductora deixen descendència.

Medi

- 1) Els recursos del medi són limitats, tant pel que fa a l'espai, com a la matèria com a l'energia.
- 2) Les condicions del medi són canviants en el temps i en l'espai.

Interacció

La limitació de recursos del medi genera competència entre els individus d'una determinada població, per aconseguir aquests recursos. Donada la varietat de fenotipus, uns competiran amb més èxit que altres. Els que tinguin èxit podran reproduir-se més i millor:

Darwin deia que es produïa una selecció de les variants més útils en detriment de les menys útils: l'efecte de la selecció natural [conjunt de factors ambientals que afavoreixen o no un fenotipus determinat] és una **reproducció diferencial** a favor dels més ben adaptats, que acaben per fer que els seus al·lels siguin majoritaris a la generació següent (com que lhi ha un feed-back positiu, mentres les condicions no canviïn la cosa anirà in crescendo).

Alerta: el concepte de més ben adaptat és relatiu a les condicions imperants en aquell lloc i moment.

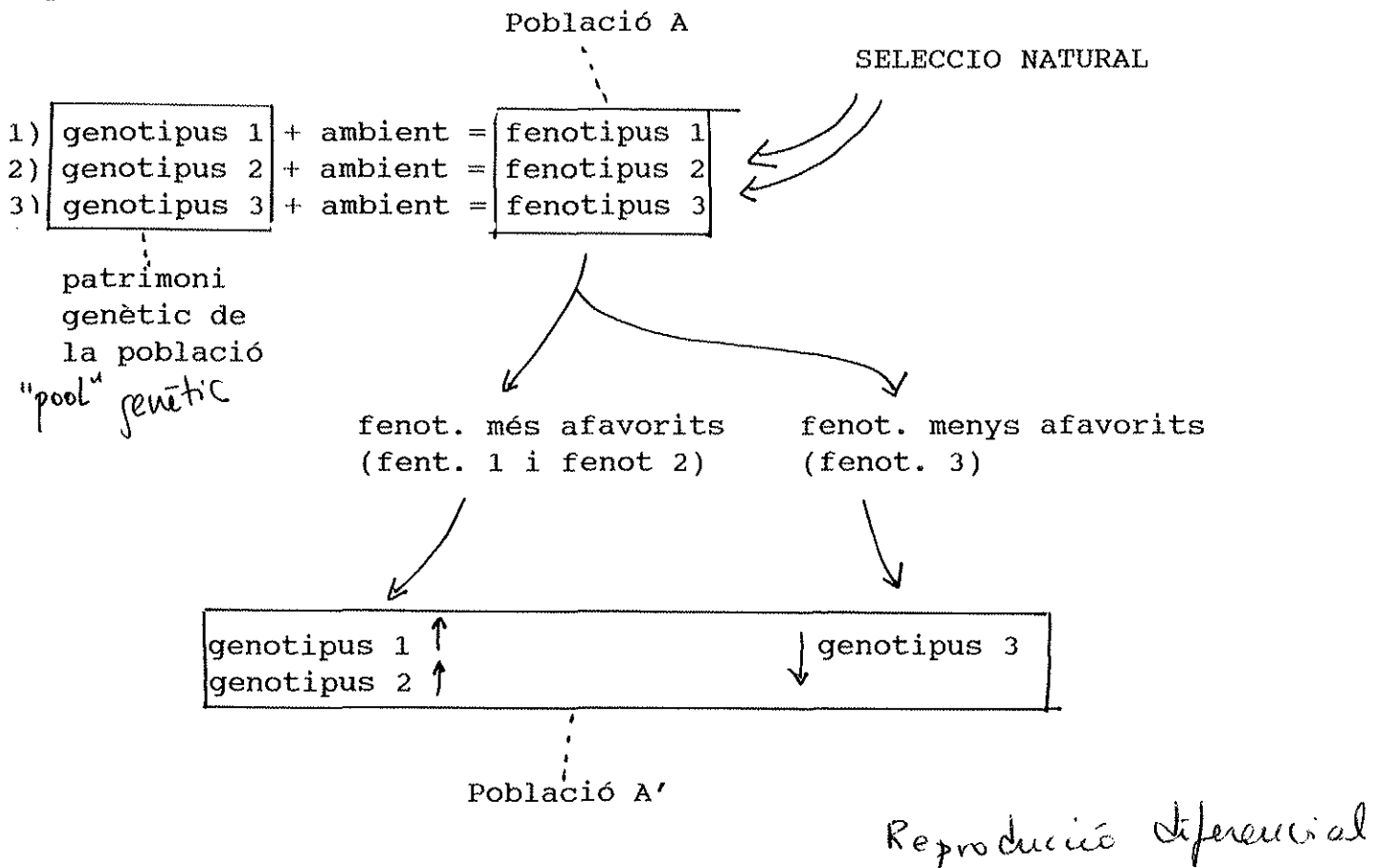
Aquestes afirmacions i conclusions les van fer Darwin i Wallace en absència dels coneixements de les lleis de l'Herència (Mendel era contemporani seu, però els treballs mendelians es varen divulgar molt més tard).

La teoria evolutiva actual, que combina els postulats darwinians amb la genètica, s'anomena teoria neodarwinista o sinstètica de l'evolució.]

Aplicació dels coneixements genètics

La teoria sintètica de l'evolució ha estat possible quan s'ha tingut en compte no l'individu en particular, sinó la població en conjunt.

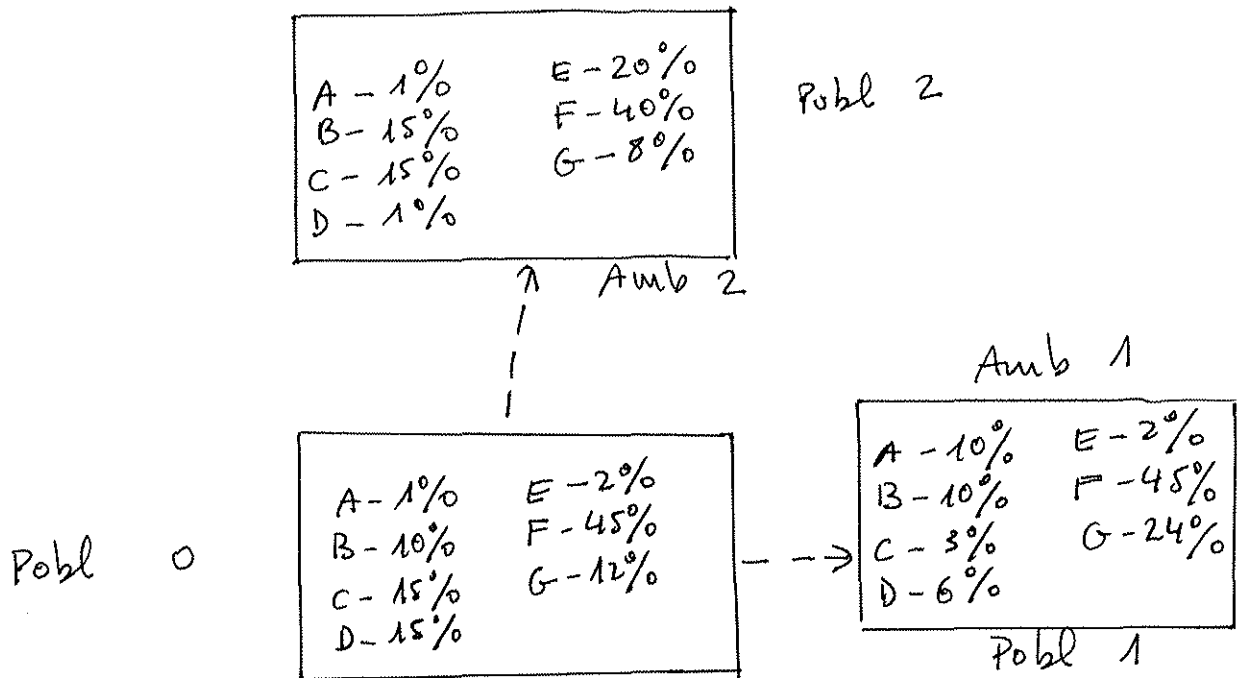
Suposem:



Per tant, veiem que els individus només poden nèixer, reproduir-se i morir. La selecció natural actua sobre els fenotipus dels individus de la població, eliminant-los o potenciant-los. El resultat és que a la població s'opera un canvi del patrimoni genètic (els canvis poden ser qualitatius i quantitatius). Només la població evoluciona. De fet, una població evoluciona quan es produeixen modificacions en el seu patrimoni genètic.

La selecció natural no genera variabilitat en la població, sinó que actua sobre la que ja existeix

En detall:



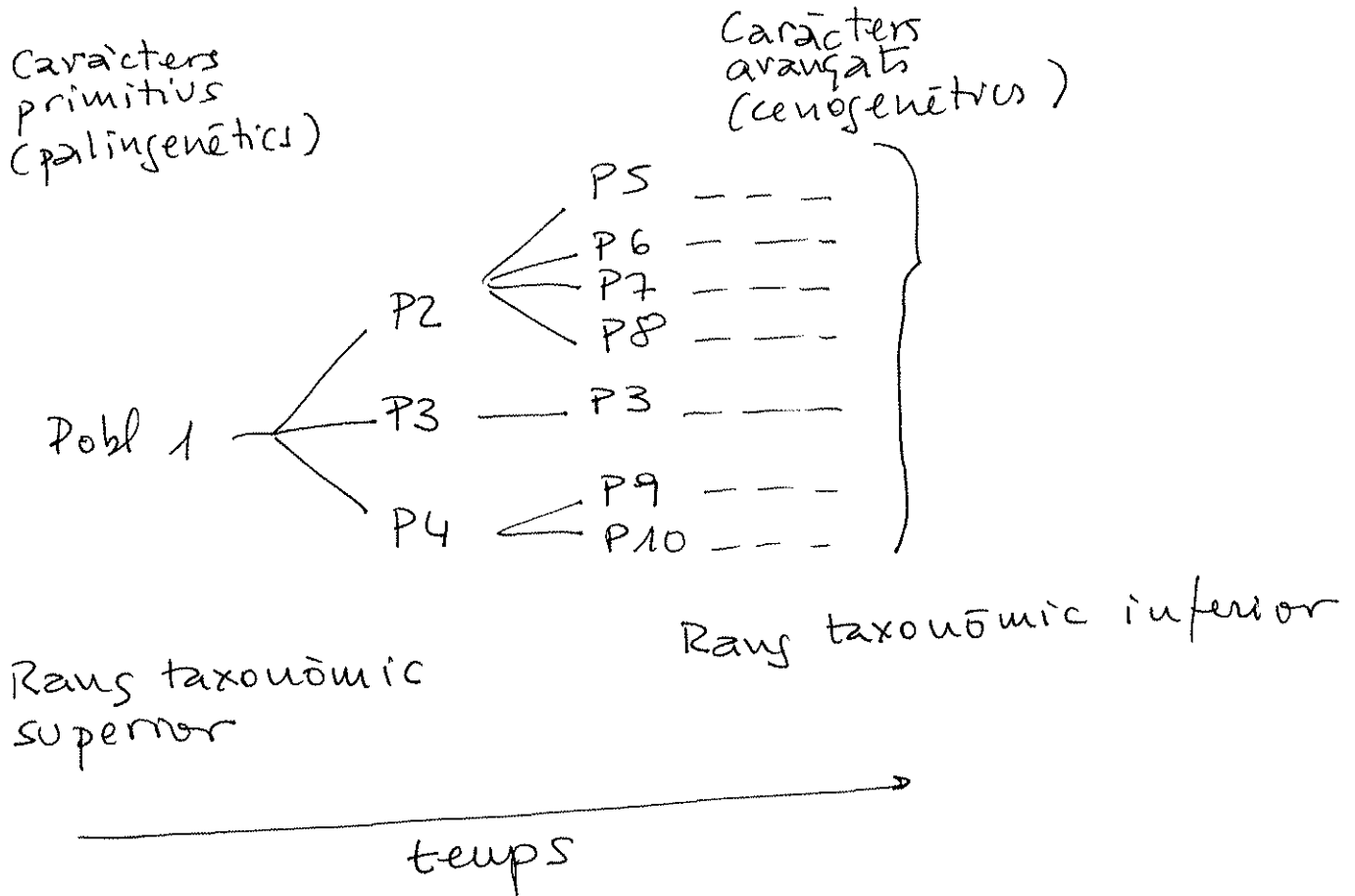
Per tant, al llarg de l'evolució d'una població s'observa que varien les seves freqüències gèniques (al·lèliques) i genotípiques. Un punt molt important és adonar-se que el concepte de "més ben adaptat" no és absolut, sinó relatiu respecte de les condicions ambientals del moment o el lloc.

La selecció natural no genera variabilitat genètica en els individus, sinó que s'aprofita de la que aquests presenten degut a les mutacions i a la reproducció sexual. El nivell d'actuació de la selecció natural són els fenotipus. La seva influència sobre la composició gènica de la població és indirecta, al potenciar o reduir la presència de determinats fenotipus.

En el curs del procés evolutiu convé sempre que les poblacions mantinguin una certa variabilitat, que és la seva seguretat de poder-se adaptar a futurs canvis ambiental. Quan més dràstica sigui la selecció, de manera que acabi eliminant al·lèls, més ben adaptada estarà la població a unes condicions precises, però menys capacitat de resposta tindrà cas que les condicions s'alterin.

A la llarga, d'una població inicial poden sorgir-ne vàries de diferent composició genètica, i aquestes al seu torn subdividir-se de nou per influència de canvis ambientals, etc. Aquesta divergència a partir d'una població inicial, marcada pel medi ambient, amb una

finalitat adaptativa, es coneix amb el nom de **radiació adaptativa**. Si els grups formats per aquest procés deixen de ser capaços de creuar-se entre ells de manera fèrtil, es diu que pertany a espècies diferents, i el procés se'n diu **especiació**, que constitueix matèria del tema següent.



Evolució (entesa com a procés): conjunt de transformacions totals o parcials, irreversibles, de la composició genètica de les poblacions, desencadenades per la interacció amb el medi ambient. Consisteix en successives radiacions adaptatives a nous ambients, a través de les quals les poblacions es van reajustant a les noves condicions imperants. L'estudi modern de l'evolució es fa a partir d'aquesta genètica de poblacions.

Evolució és la ciència que intenta explicar les causes i mecanismes pels quals uns organismes deriven d'altres, en un procés d'adaptació a les noves condicions imperants.

Les poblacions estan evolucionant sempre?

Per a contestar a aquesta pregunta, hem d'analitzar la llei fonamental de la genètica de poblacions: **Llei de Hardy-Weinberg**. Aquesta llei demana una sèrie de condicions (p. 18 apunts nous). Si es compleixen, les poblacions romanen immutables i no evolucionen; i al revés en cas contrari. Com que normalment les condicions no es compleixen, les poblacions estan evolucionant sempre.

ALTRES MECANISMES EVOLUTIUS

La formulació de Darwin-Wallace i la teoria neodarwinista o sintètica que se'n deriva presenta punts dèbils. Un d'ells és que els canvis que genera la selecció natural sovint s'associen a un gradualisme (no detectat al registre fòssil) i un període de temps llarg (que a vegades tampoc no es dona). Per altra banda, la selecció natural pressuposa que el motor de l'evolució és l'adaptació, quan sovint s'observen caràcters que no tene valor adaptatiu, i potser han aparegut i es mantenen per simple atzar.

Les explicacions neodarwinistes permeten justificar els nivells microevolutius. S'entén per microevolució els canvis que es produeixen a petita escala, lents i graduals, per acúmulo de petits canvis en les freqüències al·lèliques de les poblacions. Possiblement els processos microevolutius són els que operen a nivell d'espècie.

Ara bé, s'observen canvis a gran escala, per sobre del nivell d'espècie. Són canvis bruscos, amb aparicions i extincions massives, com si l'evolució no fos gradual sinó escalonada. Aquests canvis s'anomenen macroevolutius, i han generat la formulació de noves hipòtesis sobre els processos evolutius en general, ja que es creu que els fenòmens microevolutius no són suficients per a justificar-los.

Per tant, s'han formulat altres explicacions sobre els mecanismes evolutius, entre els quals assenyalem:

1) Equilibris puntuats

Es detecten al registre fòssil l'aparició i desaparició sobtada (en termes geològics) de grans grups. L'explicació fornida per Gould i Eldredge és: les espècies, com els individus, poden estar més o menys ben adaptades a l'ambient. Ambdues espècies es poden mantenir en equilibri i fins i tot ignorar-se recíprocament si les condicions no canvien. En cas contrari, una pot acabar amb l'altra.

2) Heterocronies

El desenvolupament embrionari es produeix d'acord amb uns patrons d'espai i temps que assegurin la correcta formació de l'animal corresponent. Ara bé, petits canvis en alguna de les dues dimensions, espai o temps, poden resultar en un organisme diferent del qual procedeix, amb el qual fins i tot hi hagi incompatibilitat reproductora. Les heterocronies estudien què succeeix quan hi ha un desfasament temporal o de velocitat en l'aparició dels caràcters d'un organisme. És a dir, un descendent es diferencia del seu antecessor perquè certs caràcters es desenvolupen més depressa o més a poc a poc, o bé es desenvolupen durant més o menys temps que en l'antecessor.

Per entendre les heterocronies cal tenir present que la maduració de les gònades marca el final del desenvolupament de l'individu i la seva entrada en la vida adulta. Les heterocronies trenquen l'harmonia somàtica, establerta segons el patró de l'adult antecessor corresponen, característic de l'espècie.

Poden succeir dues coses:

- Les gònades es desenvolupen al mateix ritme que l'antecessor.

- Però un caràcter somàtic encara no està ben format quan les gònades ja són madures: s'obté un individu amb capacitat reproductora que manté apariència juvenil (neotènia: capgrossos d'amfibis amb restes de cua) *pel caràcter*

- Però un caràcter somàtic s'ha desenvolupat més depressa que en l'antecessor durant el mateix temps que ha empleat per a la maduració de les gònades: s'obté un individu en tot normal, fora d'aquest caràcter que estarà hipertrofiat (banyes de l'alç irlandès)

- Les gònades es desenvolupen a diferent ritme que l'antecessor

- Les gònades es desenvolupen més depressa, i maduren amb menys temps, quan encara el conjunt del cos no ha assolit l'aspecte típicament adult. Es tractaria d'un juvenil amb capacitat reproductora (progènesi: algunes espècies de salamandres petites s'assemblen a les larves d'espècies properes més grosses, i fins i tot no estan ben ossificades) Molt més crustaci

- Les gònades es desenvolupen més a poc a poc, i això fa que el creixement de tot el cos no s'aturi, a l'espera de la maduració sexual. Genera individus en tot iguals als antecessors, però molt més grossos (hipermorfosi: els cavalls actuals respecte dels cavalls fòssils)

3) Poliploidies

Per atzar o accident, el genoma pot sofrir un canvi sobtat per duplicacions, o bé perquè dues espècies s'aparellen donant un individu poliploide. Aquest descendent ja no pot generar descendència fèrtil amb els de la seva espècie, per alteracions de la meiosis que comporten esterilitat per nombre imparell de cromosomes. Probablement l'única possibilitat de reproducció d'uns tals individus és la partenogènesi, a partir d'òvuls no fecundats. Aquest mecanisme evolutiu pot ser sobre tot freqüent al món vegetal, encara que també hi ha exemples al món animal.

CRONOLOGIA D'APARICIO DELS GRUPS ANIMALS

Cronologia d'aparició dels grans grups d'animals

Volem donar en aquest apartat una visió esquemàtic dels moments d'aparició i desaparició, si s'escau, dels principals grups d'animals, segons en queda constància en el registre fòssil.

Al considerar aquest registre, hem de recordar que es tracta d'una font d'informació molt fragmentària, ja que el procés de fossilització exigeix una sèrie de requisits que no sempre es donen, i per tant es generen mancances pels següents motius:

- Només es conserven les parts dures de l'animal, i és una excepció que ens arribin restes de teixits tous.
- El lloc i les circumstàncies en que mori l'animal poden fer que aquest no es fossilitzi.
- Encara que es fossilitzi, la història geològica posterior pot haver distorsionat l'aparença de l'animal, fent difícil la seva reconstrucció.
- És molt probable que de l'animal només ens arribin troços, a partir dels quals hem d'hipotetitzar sobre la seva aparença.
- A vegades les restes no són de l'animal, sinó de la seva activitat (p.e., galeries en el cas d'excavadors), a partir de la qual podem inferir com era l'organisme per comparació amb la fauna actual.
- No tots els estrats on es troben dipositats els fòssils estan al nostre abast.

En resum, la conservació dels animals pretèrits és selectiva.

A títol informatiu, direm que entre els principals jaciments fòssils al món es compten:

- Ediacara, sud d'Austràlia (precambrià)
- Burgess Shale, a la Columbia Britànica (Canadà)(cambrià)
- Utah i Canadà (dinosàurics)
- Califòrnia, Rancho La Brea (Vertebrats)
- Olduvai (Tanzània)(homínids)

(Quadre Weisz Fig. 15.7)

Els trets principals que podem extreure en observar un quadre on es representi el registre fòssil animal són els següents:

1) Quan comencen a observar-se fòssils en abundància, aquests ja són extremadament variats, i en molts casos han tingut una continuïtat fins al present.

2) Abans del cambrià, hi ha poques restes fòssils, i aquestes no es corresponen amb el que trobarem després. Això permet parlar de l'"explosió del cambrià", per a la qual s'han formulat diferents hipòtesis.

3) Els primers grups animals són marins, i els terrestres i d'aigua dolça apareixen més tard.

4) Cadascún dels grups han tingut una importància numèrica diferent segons els períodes geològics. Hi ha els dos casos possibles: grups antigament esplendorosos i ara minsos (rèptils; en els casos extrems, com els nautiloïdeus, es poden considerar fòssils vivents), i a l'inrevés (insectes, p.e.).

5) Un cop apareixen, els grups poden anar-se diversificant progressivament, o bé d'entrada ja són molt diversificats. En aquest segon cas, amb el temps poden perdre diversificació, guanyar-la o mantenir la que ja tenien de bon començament.

Es calcula que ja des del precambrià hi havia activitat d'organismes vius sobre la terra (fa uns 3500 M.a. aprox), i que les primeres cèl.lules eucariotes aparegueren ara fa 1400 M.a. L'activitat vital està estretament vinculada a l'atmosfera i a l'hidrosfera, i per tant els efectes d'aquesta vida deixen senyal en totes dues.

L'aparició de la cèl.lula eucariota es produí poc després que l'atmosfera comencés a ser oxigenada. Els primers eucariotes pluricel.lulars, notablement complexos, daten de fa 670 a 550 M.a., i es coneixen amb el nom genèric de fauna ediacariana. En molts casos poden adjudicar-se a grups animals actuals (p.e. cnidaris, anèl.lids, artròpodes), encara que naturalment també n'hi ha molts de grups desconeguts. Aquesta fauna ediacariana manca només a Amèrica del Sud i l'Antàrtida.

Aquests fòssils estableixen la frontisa entre els temps precàmbrics (Criptozoic), quasi absolutament desproveïts de restes fòssils, i el fanerozoic (del paleozoic fins ara), amb vida aparent a través de les plantes i els animals. Hi ha, però, una discontinuïtat entre Criptozoic i primeres etapes del Fanerozoic (Cambrià) si tenim en compte la diversitat dels fòssils. Les raons de la pobresa fòssil

del Criptozoic podria ser, no tant la manca d'organismes vivents, sinó unes glaciacions precàmbriques que erosionaren profundament la majoria de les superfícies continentals.

PALEOZOIC

El Cambrià (ara fa uns 700 M.a.)

La fauna cambriana conté representants de nombrosos tipus d'organització, com són ara els artròpodes (sobretot els trilobits), els mol·luscs, braquiòpodes, celenterats, anèl·lids?, i molts d'altres que no han sobreviscut fins a l'actualitat.

La fauna cambriana es troba marcada per l'absència de món vegetal, i per tant aquesta fauna és marina.

L'"explosió cambriana" pot deure's a diferents causes:

- per comparació amb la mala conservació dels fòssils precambrians, els del cambrià són molt nombrosos i variats (artefacte)
- l'oxigen atmosfèric, que es va dissoldre i va endinsar-se a l'aigua marina, va afavorir la proliferació animal
- la pobresa prèvia permetia que els nínxols ecològics estiguessin per ocupar, i per tant no hi havia competència que impedís la proliferació i diversificació.

Hi ha autors (Gould) que pensen que en el cambrià la vida experimentava nous models, molts dels quals no varen sobreviure davant les pressions d'altres grups d'organismes amb un disseny més idoni per les condicions de vida imperants. Només van sobreviure una sèrie de plans d'organització que, un cop consolidats, van permetre una gran diversificació sobre ell mateix.

Ordovicià (500 M.a.)

S'inicia la colonització de la terra per les plantes (boscos de falgueres) i els invertebrats. Aquesta colonització afecta no tan sols la litosfera, sinó també l'atmosfera.

aigua dolça: larves truncatis

15 vertebrats, cap al final dipòsits calci → ossos (osmoregulació) Agnatis

Silúrià (440 M.a.)

Primers peixos mandibulats.

àcars, milpeus, escorpions, aranyes 15 insectes

(evolució de les 15 classes de peixos → aigua dolça (tindos cartil) → requin)

Devonià (400 M.a.)

(ossos) → després retornen al mar

És l'era dels peixos. Cap al final apareixen els primers vertebrats terrestres (amfibis). És ara quan es troben fòssils d'animals específicament adaptats al medi terrestre.

Per a seguir millor els esdeveniments de l'evolució animal, indicarem en cada cas l'estat de les plaques continentals i de la flora. Quan a clima, fins que no indiquem el contrari, era en el conjunt del planeta un clima tropical o subtropical, on les plantes podien créixer al llarg de tot l'any.

PALEOZOIC

L'Era Paleozoica s'inicia amb una organització continental de Pangea, i una flora integrada per traqueòfites, plantes amb arrels, tija i fulles falses, és a dir, amb les mateixes funcions que observem a les plantes actuals, però amb una estructura diferent. Aquestes traqueòfites poden assolir grans alçades (més de 30 m.)

El Cambrià (ara fa uns 700 M.a.)

La fauna cambriana conté representants de nombrosos tipus d'organització, com són ara els artròpodes (sobre tot els trilobits), els mol.luscs, braquiòpodes, celenterats, anèl.lids?, i molts d'altres que no han sobreviscut fins a l'actualitat.

La fauna cambriana es troba marcada ~~per l'absència de món vegetal~~, i per tant aquesta fauna és marina.

L'"explosió cambriana" pot deure's a diferents causes:

- per comparació amb la mala conservació dels fòssils precambrians, els del cambrià són molt nombrosos i variats (artefacte)
- l'oxigen atmosfèric, que es va dissoldre i va endinsar-se a l'aigua marina, va afavorir la proliferació animal
- la pobresa prèvia permetia que els nínxols ecològics estiguessin per ocupar, i per tant no hi havia competència que impedís la proliferació i diversificació.

Hi ha autors (Gould) que pensen que en el cambrià la vida experimentava nous models, molts dels quals no varen sobreviure davant les pressions d'altres grups d'organismes amb un disseny més idoni per les condicions de vida imperants. Només van sobreviure una serie de plans d'organització que, un cop consolidats, van permetre una gran diversificació sobre ell mateix.

Ordovicià (500 M.a.)

S'inicia la colonització de les aigües dolces, a partir de larves de tunicats, capaces d'osmorregulació. Cap al final del període, apareixen els primers vertebrats (ostracodermes) en forma de peixos agnats, protegits amb grans plaques calcàries externes.

Silúrià (440 M.a.)

Aquells agnats originen peixos mandibulats, de règim carnívor, també habitants de les aigües dolces. D'ells en surtiran diversos grups de peixos: els actuals peixos cartilaginosos (taurons, p.e.) i ossis. Cap al final del període, aquests peixos recolonitzen el mar. Però també els peixos pulmonats, que són capaços de respirar l'oxigen atmosfèric. De peixos pulmonats n'hi ha diferents grups, i un d'ells, els crossopterigis (aletes lobulades), seran l'origen dels vertebrats tetràpodes.

Quant als invertebrats, inicien la colonització del medi terrestre, apareixent àcars, milpeus, escorpins, aranyes i els primers insectes, de grans proporcions. Són les gran libèlules fòssils.

Devonià (400 M.a.)

És l'era dels peixos. Cap al final apareixen els primers vertebrats terrestres (amfibis). És ara quan es troben fòssils d'animals específicament adaptats al medi terrestre. Des del punt de vista de la flora, apareixen les primeres coníferes fòssils, mentres que les traqueòfites segueixen dominant.

Carbonífer (360 M.a.)

Al medi aquàtic no hi ha grans canvis.

En canvi, a la terra sí que se'n produeixen. Grans regions del planeta són pantanoses, amb boscos on les traqueòfites van de baixa i en canvi prosperen les falgueres i les coníferes.

A nivell d'invertebrats, apareixen nous grups, i proliferen encara més els ja existents (p.e. insectes).

Al vertebrats, és l'era dels amfibis, que aconsegueixen viure en terra ferma per adquisició d'ous amniotes. Al final apareixen els primers rèptils.

Permià (2809 M.a.)

Prosperen els rèptils en detriment dels amfibis, per un canvi de clima (més sec i més fred). Al final del període ja existien la meitat de les famílies animals actuals.

L'era Primària (Paleozoic) acaba amb una extinció massiva (permo-triàssica) de moltes línies de sers vius, potser degut a crisis orogèniques (plegament hercinià), que provocaren una redistribució dels continents i els mars, assecant els mars poc profunds.

MESOZOIC

A l'Era Mesozoica, els grups que han resistit la crisi permo-triàssica experimenten una gran expansió, potser en part degut a la disponibilitat de nínxols resultant de les grans extincions de finals del Paleozoic. Un cas representatiu és el dels mol·luscs (cargols, bivalvs).

Quan a la flora, el Mesozoic és l'edat de les gimnospermes, que són l'origen de les coníferes actuals. El clima se segueix mantenint constant durant tot l'any arreu.

Triàssic (250 M.a.)

És l'era dels rèptils. Apareixen els animals més grans de la història animal. S'estenen sobre tot els dinosaures i el que serà l'origen dels mamífers, els teràpsids. A finals del període, la Pangea es fragmenta en la Laurasia (Europa, Amèrica del Nord i Àsia) i la Gondwana (la resta).

Juràssic (210 M.a.)

Apareixen les aus i els mamífers. L'aparició de les primeres angiospermes (plantes superiors) genera una sèrie de nous nínxols que afavoreixen la radiació adaptativa dels insectes.

Cretaci (140 M.a.)

Cap a finals del període, els continents es fragmenten més, originant l'Atlàntic sud. Subsisteixen aus i mamífers, que al final del període s'expansionen i acaben substituint els rèptils desapareguts. Però al final del període hi ha una extinció en massa, que fa desaparèixer moltes famílies d'invertebrats marins, dinosaures, altres rèptils, etc.). La causa sembla ser l'impacte d'un meteorit, que va provocar un núvol tan fosc per ell mateix i pels incendis que va generar, que la llum del sol no arribava a la

terra, amb la consegüent baixada de temperatura i pèrdua de la funció clorofílica.

L'Era Mesozoica acaba amb l'orogènesi alpina.

CENOZOIC (65 M.a.)

S'anomena l'Era dels mamífers i les aus, i de les angiospermes.

La repartició dels continents ja és com a l'actualitat. Quan a clima, apareixen períodes freds (glaciacions) que condicionaran la flora: desapareixen moltes falgueres i gimnospermes, en benefici de les angiospermes, amb dispositius adaptatius a aquests períodes freds. Quant a la fauna, proliferen les aus i dels mamífers.

Fa uns 5 M.a. van aparèixer els primers homínids.

Hi ha més diversitat ara que antigament?

Aquesta pregunta demana situar el nivell taxonòmic a què ens referim. Si parlem de gèneres i espècies, ara n'hi ha més que antigament (no es pot descartar un cert efecte artefacte pel fet que, quan més propers són els estrats, més fàcil és treballar-hi i que els fòssils hi estiguin ben conservats).

Però si ens referim a plans d'organització, més aviat caldria dir que la fauna actual en presenta menys que l'antiga, com si en el curs de l'evolució s'haguessin estabilitzat alguns models bàsics, que han estat els que han diversificat a nivell microevolutiu.

LA FAUNA EN CONJUNT

Sepkoski reconeix tres grups de fauna:

1) cambriana: desapareix al Paleozoic superior, i deixa només relíquies, algunes de les quals han sobreviscut fins ara

2) paleozoica: s'expandeix vigorosament durant l'Era Primària, i després subsisteix modestament

3) moderna: s'inicia tímidament al Paleozoic, es va diversificant durant el Mesozoic i el Cenozoic, fins a arribar a l'actualitat

LES EXTINCIONS

Les extincions, ben recollides al registre fòssil, han estat el criteri per assenyalar els grans períodes geològics. N'hi ha dues de ben marcades:

1) Extinció permo-triàsica (entre el paleozoic i el mesozoic)

2) Extinció finicretàcia (entre el mesozoic i el cenozoic)

L'aparició cíclica d'extincions fa pensar en causes igualment cícliques. Les més invocades han estat:

- Origen extraterrestre (meteorits)

- Canvis climàtics

- Canvis en la repartició de terres i mars per efecte de la tectònica de plaques

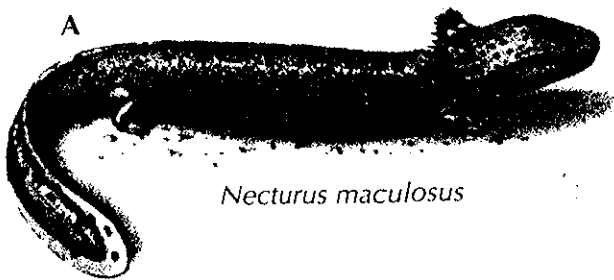
Molt probablement totes les causes tenen versamblança, i totes elles poden haver-se conjumint per originar les extincions.

Hipertrofia



FIGURA 10-25 El alce irlandés

Pedomorfosis



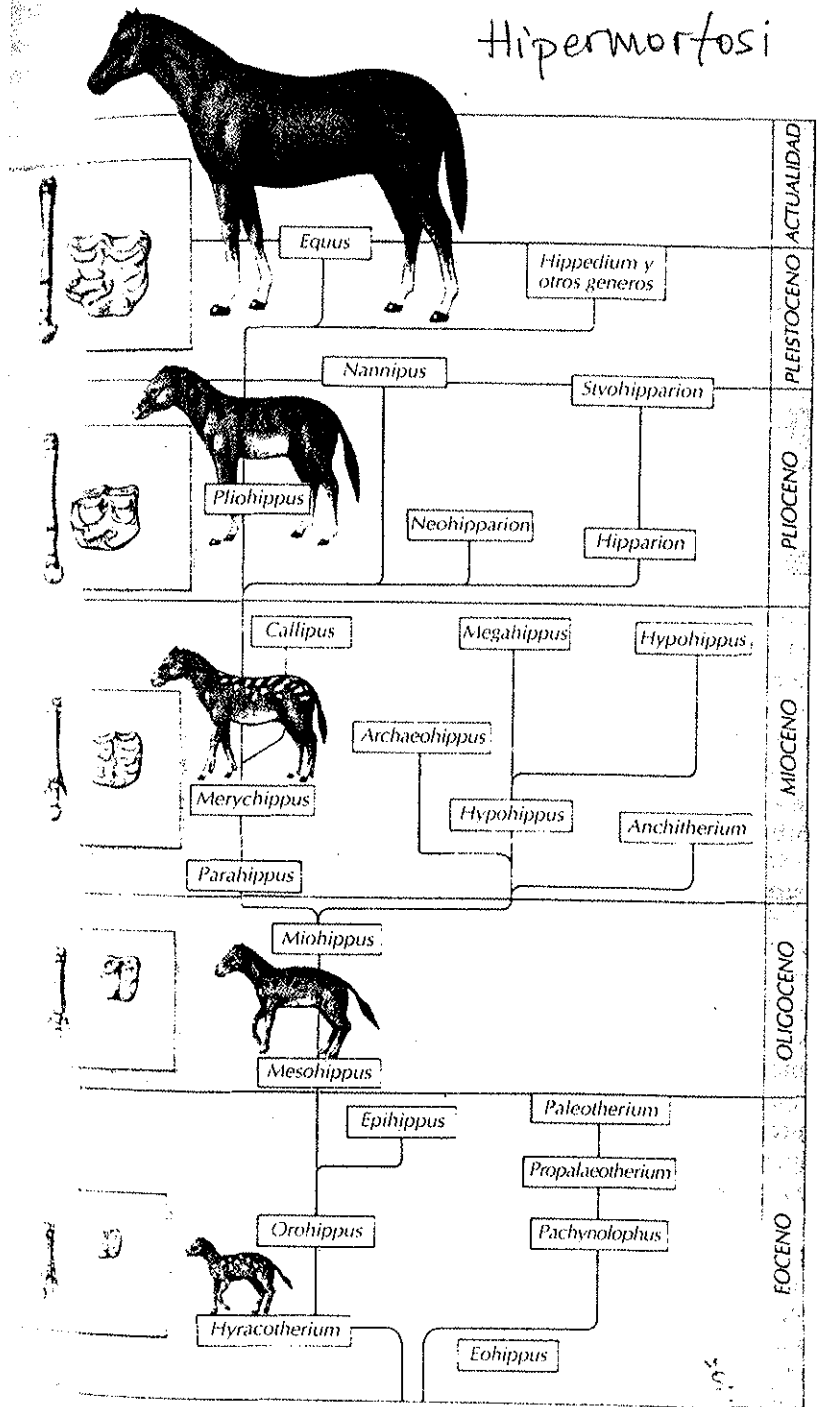
Necturus maculosus

B



Ajolote
(*Ambystoma mexicanum*)

Hipermorfosi



Heteromorfias

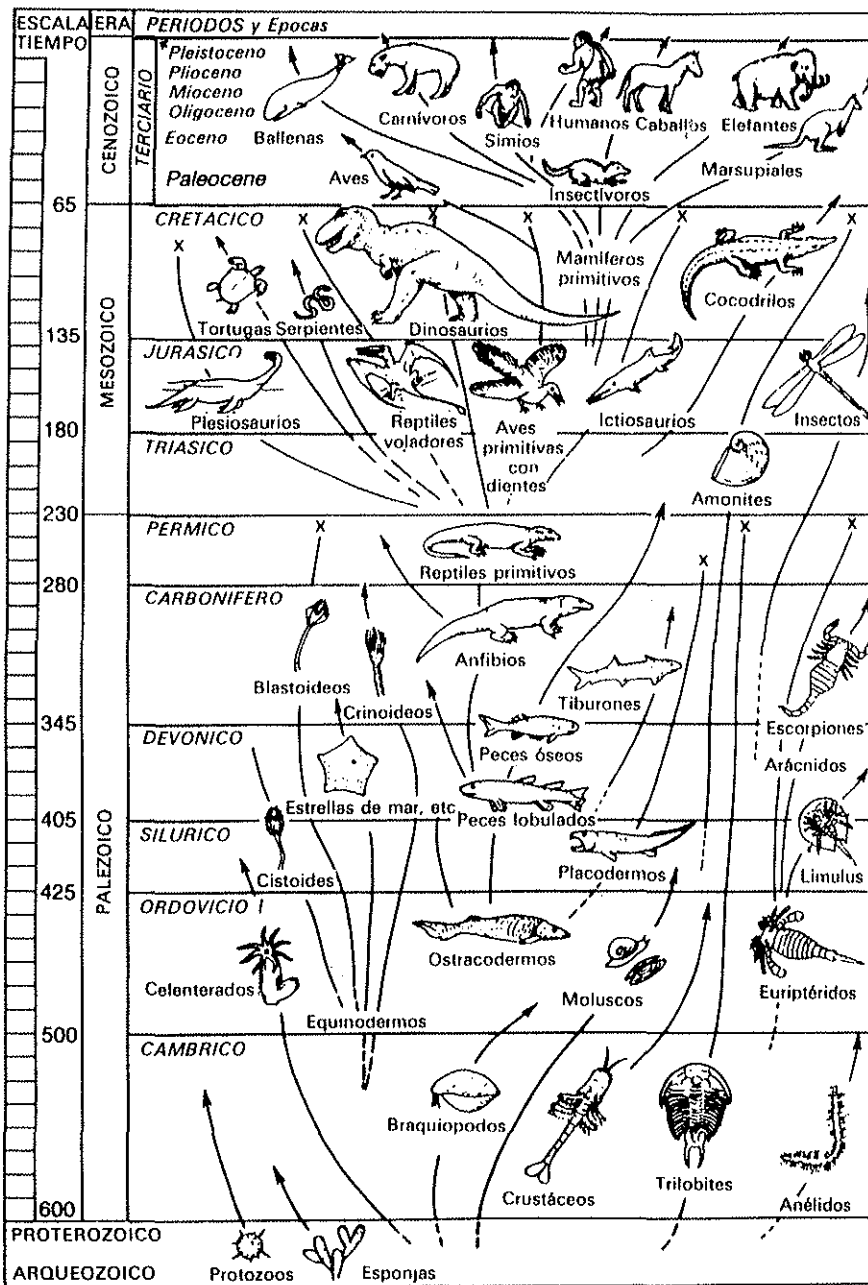


Fig. 4.2. Distribución de los principales grupos animales en el tiempo geológico. Aparecen líneas continuas cuando cada grupo acaba de aparecer, las líneas discontinuas indican un supuesto origen. Las líneas que terminan en una X indican la extinción del grupo; las líneas terminadas en flechas indican los grupos que tienen descendencia moderna. La escala del tiempo está en millones de años. (Modificada de Storer et al.)

