

EMBRIOLOGIA COMPARADA

Tipus d'assignatura: Optativa de segon cicle

Departament responsable: GENÈTICA

Coordinadora: Dr. Jaume Baguñà

Distribució temporal: febrer-maig. Un total de 60 hores repartides de la manera següent: 45 hores teòriques més 15 hores de pràctiques de laboratori.

Codi :135072

Nombre Total de Crèdits: 6

OBJECTIUS

L'objectiu global de l'assignatura es descriure i comparar el desenvolupament embrionari dels principals filums animals, i estudiar-ne la base cel.lular, genètica i molecular, amb una finalitat molt concreta: tractar d'esbrinar, dins la gran diversitat de modalitats i formes de desenvolupament, els aspectes invariants de tots ells que reflecteixen la unitat evolutiva de tots els organismes. En altres paraules, es tracta d'explorar com a través de canvis en el desenvolupament embrionari s'ha generat l'evolució morfològica i funcional d'animals i plantes. Aquest camp es coneix avui en dia com a Evolució i Desenvolupament ("Evo-Devo" en anglès) i és una de les àrees de la Biologia més atractives i expansives.

El curs es divideix en dos grans blocs. El primer descriu l'embriologia dels grans grups animals, introdueix els conceptes bàsics en Taxonomia i Filogènia, la distribució filogenètica dels diferents caràcters embrionaris, i l'origen de les grans innovacions evolutives des de el punt de vista estructural i funcional. El segon bloc tracta de les bases cel.lular, genètica i molecular dels canvis i innovacions morfològiques. S'introdueixen els conceptes de alometria i heterocronia, la seva variabilitat, i les seves bases cel.lulars i es passa a l'estudi dels gens majors del desenvolupament i de com aquests controlen, entre d'altres processos, l'establiment dels eixos axials, la simetria, la iteració, i la formació d'apèndixs. Es dona èmfasi particular en l'arquitectura molecular d'aquests gens i en com variacions en la seva expressió, degudes a duplicacions gèniques, recombinació i mutacions puntuals, poden explicar els canvis morfològics base dels canvis

El curs es clou amb un tercer bloc on es reflexiona sobre el *tempo* de l'evolució (macro *versus* microevolució), la base genètica de l'aïllament reproductor i l'especiació, les bases genètica i morfològica de les explosions cladogèniques, i en una redefinició de les relacions entre ontogènia i filogènia.

L'objectiu de les pràctiques, forçosament restringides, és donar dos exemples, un morfològic i l'altre genètic, del canvi evolutiu entre grups emparentats d'organismes amb una finalitat específica: estimular a l'alumne a formular hipòtesi a partir dels resultats experimentals.

CRITERIS D'AVUACIÓ

l'avaluació de l'assignatura es fara mitjançant un examen al final del semestre que cobreix lo exposat a les classes teòriques i a les pràctiques. Les pràctiques són

obligatòries. La seva avaluació considerarà l'assistència, actitud i resultats obtinguts així com el grau de comprensió.

PROGRAMA DE TEORIA

Part I. EMBRIOLOGIA COMPARADA I FILOGÈNIA DELS GRANS GRUPS ANIMALS

1) Embriologia i Evolució

Terminologia bàsica. Concepte de caràcter
Classificació, taxonomia, sistemàtica i filogènia
Homologia i homoplàsia (analogia, convergència i paral·lelisme). Criteris
Principals escoles de classificació i els seus fonaments:
- taxonomia evolutiva, fenètica i cladisme

2) Ontogènia i Filogènia. Esboç històric.

Preformacionisme i Epigenetisme
Concepte de Ontogènia i de Filogènia
Les lleis de Von Baer
La llei biogenètica de Haeckel
Modificacions i refutació de la llei de Haeckel. Perspectiva actual

3) Embriologia dels principals sistemes animals

Com es genera un organisme?: Processos embriològics bàsics
Els Radiata: Cnidaris i Ctenòfors
Els Spiralia: Plathelminths, Moluscs i Anèlids
Els Spiralia modificats: Artròpodes
Els Deuterostomats i grups afins.
Els Cordats

4) Les grans innovacions evolutives. Distribució filogenètica

La multicel·lularitat. Formació d'epitelis i paper de les proteïnes d'adhesió, matriu extracel·lular, receptors de membrana i sendes de transducció de senyals. . .
Eixos i Simetria. La simetria radial, biradial i bilateral. Reversions
Gastrulació i destí del blastopore: Protostomats vs Deuterostomats
Els fulls embrionaris. L'origen del mesoderm: ecto i/o endomesoderm?.
El arquenteron i el sistema digestiu: dues direccions vs una direcció.
El Sistema Nerviós. Origen embrionari. Neurogènesi: homologies.
Les repeticions axials: pseudometamerisme i metamerisme. La segmentació: mono o polifilètica?
El celoma: monofilètic o polifilètic?. Els acelomats/pseudocelomats: primitius o derivats?.
Els apèndixs. Origen embrionari. Homologies i analogies entre grups.
Els cicles vitals. El desenvolupament indirecte: primitiu o derivat?

5) Origen i radiació dels grans grups de Metazous. Fòssils, morfologia i molècules

Les dades paleontològiques. Explosions i extincions.
Hipòtesi filogenètiques sobre l'origen dels grans grups de Metazous

Filogènies basades en caràcters moleculars. Mètodes bàsics i resultats.
Diferències entre les filogènies moleculars i no moleculars. Causes i possibles solucions.
Les grans incògnites

Part II. LA BASE CEL·LULAR, GENÈTICA I MOLECULAR DEL CANVI MORFOLÒGIC EN L'EVOLUCIÓ

6) La base cel·lular del canvi morfològic en l'evolució

Alometries. Base cel·lular

Heterocrònies. Definicions i tipus bàsics. Base cel·lular

Exemples paradigmàtics:

- 1) heterocrònies i estratègies de reproducció als Equinoderms
- 2) la metamorfosi de l'axolot (Amfibis)

7) La base genètica i molecular del desenvolupament embrionari. Gens i cèl·lules

La base genètica del comportament cel·lular. Gens i cèl·lules.

La naturalesa modular de gens i proteïnes. Reconeixement molecular.

Els gens majors del desenvolupament:

- factors de transcripció i cadenes de transducció de senyals

L'especificació axial dels organismes:

- els complexos Hox i l'eix A/P. Homologies interfilètiques.
- els gens dorso-ventrals. Homologies interfilètiques.

Morfogènesi i organogènesi:

- l'especificació axial de les extremitats i els apèndixs. Gens implicats. Homologies i analogies.

8) La base genètica i molecular del canvi morfològic en l'evolució

La base genètica i molecular del canvi.

- Duplicacions i diversificació gènica

- origen i evolució dels complexos Hox i ParaHox. L'expansió del complex Hox
- nombre i diversificació de les famílies de factors de transcripció i gens de senyalització

- Recombinació de mòduls reguladors i mòduls codificants. Cooptació genètica

La necessitat de filogènies robustes i independents per polaritzar caràcters. Exemples:

- 1) l'origen de les angiospermes: com casar caràcters morfològics i molèculars.
- 2) l'origen dels bilaterals: la necessitat d'una filogènia molecular independent.

Canvis en els programes de desenvolupament. Exemples.

- 1) Origen i diversificació dels eixos O/AB, A/P i D/V. La transició diblàstics-triblàstics.
- 2) La diversificació de l'eix A/P i dels segments als Artròpodes. El paper dels gens Hox.
- 3) Duplicacions del complex Hox i diversificació morfològica. El cas dels Cordats.
- 4) Un cas d'innovació: l'origen i evolució de les ales als Insectes. Gens implicats.
- 5) Un cas de pèrdua: l'absència d'extremitats a les serps. Canvi en l'expressió dels Hoxs.
- 6) Un cas de co-optació: l'evolució del patró de pigmentació a les papallones.
- 7) Homologia o convergència?. La formació d'estructures oculars al Regne Animal.

8) Són invariants els estadis inicials del desenvolupament?. La poliembrionia als Insectes.

L'anàlisi genètic-molecular en detall de les variacions intra i interespecífiques a regions codificants i reguladores.

- variabilitat natural. Cap a una genètica de poblacions dels gens del desenvolupament?

- la detecció de gens modificadors dels gens majors del desenvolupament

PART III. QÜESTIONS OBERTES I UN INTENT DE SÍNTESI

9) Gens i caràcters morfològics. Nivells d'anàlisi

Nivells de homologia. Gens homòlegs, homologia en l'expressió gènica, i estructures homòlogues. Té sentit el terme 'homologia funcional'?

Gens homòlegs i estructures no homòlogues. Gens no-homòlegs i estructures homòlogues.

Cap a una millor entesa de l'evolució de la morfologia. Modularitat, dissociació i integració

La base genètica i molecular de la resistència al canvi o "inèrcia evolutiva"

- el reconeixement molecular i els sintagmes com a factors de resistència al canvi genètic

- els "Bauplan" i l'estadi filotípic

10) Evolució i Desenvolupament: cap a una nova Teoria Sintètica?

Adaptació i especiació. Base genètica i molecular

Macro vs Microevolució: té sentit encara el debat?

Genètica de poblacions dels gens del desenvolupament

L'estadi filotípic i els complexos Hox. Significat.

Les explosions cladogèniques. Com entendre-les?. El cas de la radiació dels bilaterals al Precàmbric-Càmbric, i la radiació dels mamífers al Cretàcic-Terciari: canvis genèrics o canvis adaptatius?

Les extincions

Ontogènia i Filogènia. Consideracions finals.

BIBLIOGRAFIA

- **CARROLL, S.B., GRENIER, J.K. i WEATHERBEE, S.D.** (2001). From DNA to Diversity. Molecular Genetics and the Evolution of Animal Design. Blackwell Science, Malden, USA.
- DAVIDSON, E.H. (2001). Genomic Regulatory Systems. Development and Evolution. Academic Press, San Diego, USA.
- **GILBERT, S.F. i RAUNIO, A.M.** (1998). Embryology. Constructing the Organism. Sinauer Ass.Inc, Sunderland, USA.
- GOULD, S.J. (1977). Ontogeny and Phylogeny. Harvard Univ Press, Cambridge, USA
- HALL, B.K. (ed). (1994). Homology. The Hierarchical Basis of Comparative Biology. Academic Press, San Diego, USA.

- **HALL, B.K.** (1999). *Evolutionary Developmental Biology*. Kluwer Acad. Publ, Dordrecht, Holanda.
- **RAFF, R.A.** (1996). *The Shape of Life. Genes, Development and the Evolution of Animal Form*. The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- **SAMPEDRO, J.** (2002). *Deconstruyendo a Darwin*. Ed. Crítica, Barcelona.
- **SOLER, M** (Ed) (2002). *Evolución: La Base de la Biología*. Proyecto Sur de Ediciones, Granada,
- **WILLMER, P.** (1990). *Invertebrate Relationships. Patterns in Animal Evolution*. Cambridge Univ Press, Cambridge, UK.

(en **negreta**, els llibres més recomanats)

PRÀCTIQUES DE LABORATORI

1) Anàlisi de heterocrònies en ocells (8-9 de Maig de 2003)

S'identificaràn i analitzaran els mecanismes heterocrònics conduents al dimorfisme sexual directe i invers en els ocells, discutint en cada cas la polaritat del canvi. En un altra grup d'ocells s'analitzarà una heterocronoclina, la seva base cel.lular, i les conseqüències que té des de el punt de vista ecològic i adaptatiu.

2) Anàlisi dels canvis en l'expressió gènica de gens majors del desenvolupament entre taxons propers. (20-22 de Maig de 2003)

S'estudiarà, mitjançant l'ús d'anticossos específics i transgènics, l'expressió del gen *Distalless* (Dll) en els primordis embrionaris de les extremitats de diferents grups d'Artròpodes (*Drosophila* i *Artemia*). S'analitzaran i discutiràn els resultats a la llum de les teories més recents sobre l'evolució dels apèndixs i extremitats.