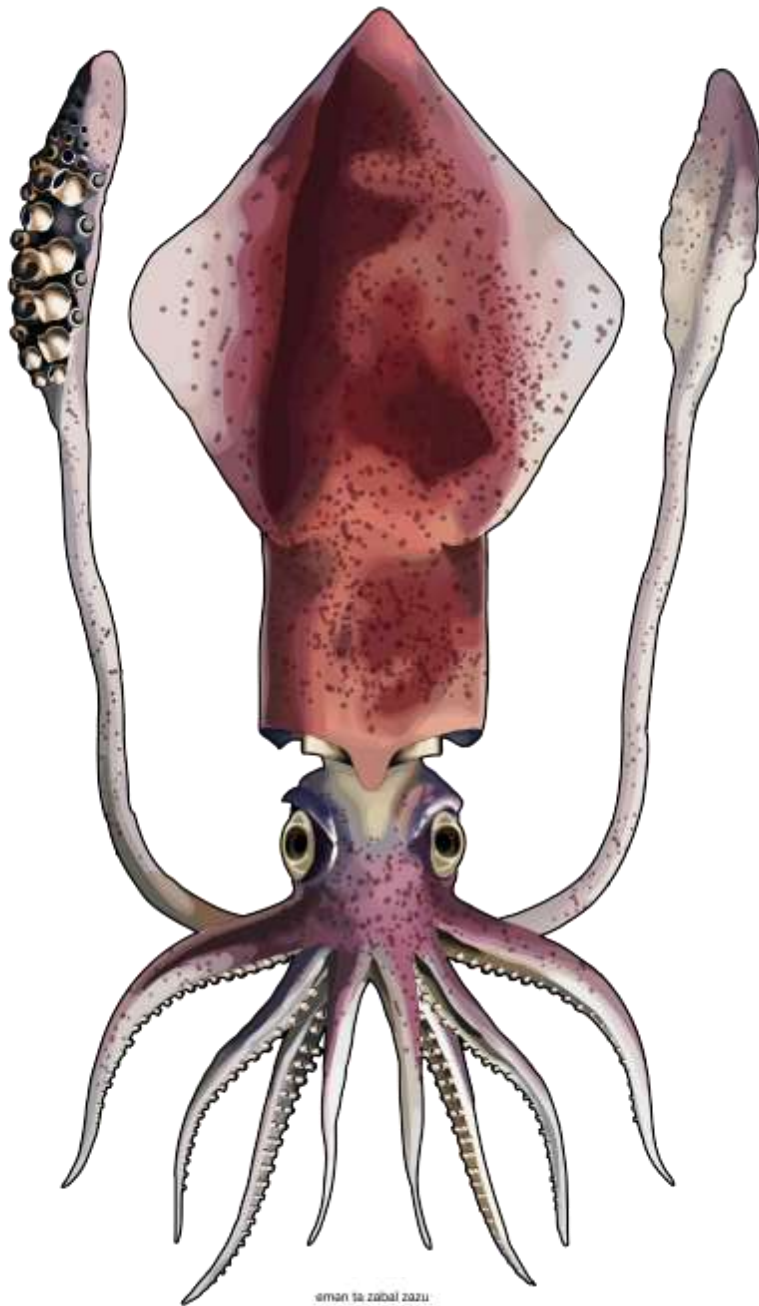


ZOOLOGIA

Iker Loidi Vadillo
Biología Gradua, 46. taldea
EHU-UPV, ZTF/FCT



erman ta zabal 2020



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

ZOOLOGIA

1. GAIA: ZOOLOGIAREN KONTZEPTUA. ANIMALIA ERREINUA: DEFINIZIOA ETA GOGOETA OROKORRAK.

a. Zoologia eta oinarrizko kontzeptuak

Zoologia, edo "animalia biologia", biologiaren disziplina bat da, Animalia erreinuaren azterketaz arduratzen dena, hau da, animalien identifikazioaz, estrukturaz, enbriologiaren, eboluzioaz, sailkapenaz, jokatzeaz, banaketaz eta ekosistemekin duten harremanaz, bai animalia biziei eta bai suntsituei ere dagokiela. Zoologia terminoa greziera zaharreko elementu birekin eratuta da, *βαῖον*, *zōon*, hau da, "animalia" eta *λόγος*, *logos*, hau da, "jakintza, ikasketa".

animalia **1** iz. Sentitzeko eta berez mugitzeko gauza den izaki bizia. *Animaliak eta landareak. Animalia adimenduna da gizakia. Animalia ornodunak eta ornogabeak. Itsas animaliak. Animalia basatiak. Animalien sailkapena. Animalia-zelula.*

2 iz. Adimenik gabeko animalia. *Gizona eta animaliak.*

abere **1** iz. Ugaztun nagusia, piztia ez dena, eta bereziki etxaldeetan lanerako erabiltzen dena edo janaritarako hazten dena. *Behiak, zaldiak, arkumeak eta gainerako abereak.*

2 iz. Animalia, batez ere ugaztuna. *Zertako egin zituen izarrak, abereak, hegaztiak, arrainak eta lurganean ikusten diren piztia-mota guztiak? Abereetatik batek ere ez du mintzorik baizik gizonak. Geldi, geldi -dio lehoiak-, ni naiz abere guztien buru eta nagusia.*

3 adj. Abereari dagokiona, abereen gisa jokatzen duena. *Bere gizon aberearen eskuetan. Bazeukan euskaldun egoteko xede zin bat, nahikari abere bat.*

abere beltz Txerriaren motako aberea. *Lokatzetan, abere beltza bezala.*

abere larri Behiaren, astoaren, zaldiaren eta neurri bereko animalia handien motako aberea.

abere xehe Ardiaren eta ahuntzaren motako aberea. *Abere larriak eta abere xeheak zaintzen zituztenen arteko liskarrak.*

zoologia iz. Biologiaren adarra, animaliak aztertzen dituenak. *Zoologia eta botanika. Zoologiaren adarrak. Zoologia-azterketak.*

Euskaltzaindiaren Hiztegia

Orokorrean esanda, animaliak bizidun multizelular eukariotikoak dira, Animalia erreinu biologikoan sailkatuak. Salbuespenen bat aparte, animaliek materia organikoa kontsumitzen dute eta oxigenoa arnasten. Mugitzeko eta sexualki ugaltzeko gai dira, eta garapen enbrionarioa aurkezten dute, blastula erakutsiz.

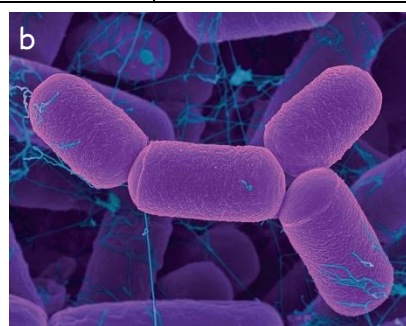
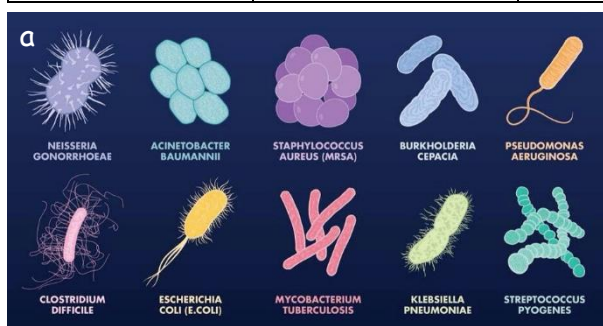
Animaliak non sailkatzen diren zehazteko, izaki bizidunak oinarrizko hiru domeinutan sailkatzen direla esan beharra dago. Hiru domeinu horiek, aldi berean, erreinu izeneko talde txikiagoak barneratzen dituzte. Hona hemen izaki bizidunen sailkapen orokorra eta beraien ezaugarri nagusienak.

IZAKI PROKARIOTIKOAK: ARCHAEA ETA BACTERIA DOMEINUAK

Nukleorik bako zelulak aurkezten dituzten organismoak batzen dira bi domeinu huetan. Mikroskopikoak dira gehienbat, eta unizelularrak. Domeinu hauetako bakoitzak erreinu bana hartzen du barne, eta ezaugarri ezberdin ugariak dituzten arren, bi erreinu horiek nahiko ezaugarri antzekoak erakusten dituzte. Hori dela eta, orain dela zenbait urte Monera erreinuan batzen ziren biak.

ERREINUA	ZELULA EREDUA	MITOKONDRIOAK	KLOROPLASTOAK	PARETA
ARCHAEOBACTERIA eta EUBACTERIA	Prokariotoa	EZ	EZ	BAI, zelulosarik gabekoa - polisakaridoz bereziki osatua-

ERREINUA	EHUNAK ETA ZELULANIZTASUNA	MUGIKORTASUNA	NUTRIZIOA	UGALKETA	NERBIO-SISTEMA
ARCHAEOBACTERIA eta EUBACTERIA	EZ	Flagelo bakterianoa edo desplazamendua.	Autotrofoa -kimio- zein fotosintetiko- eta heterotrofoa -saprofitoa edo bizkarroiak-	Parasexuala: konjugazioa, transdukzioa, transformazioa.	EZ



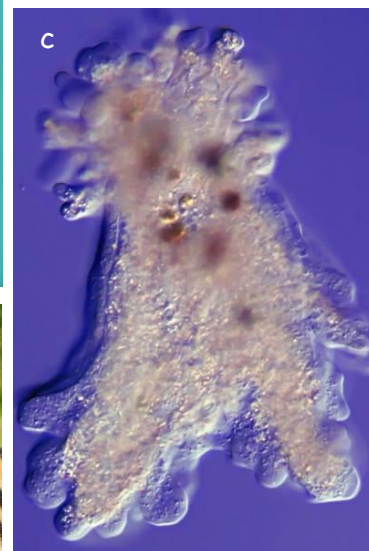
ARKEOAK (b) eta BAKTERIOAK (a) morfologikoki eta metabolikoki oso antzekoak diren arren, badirudi filogenetikoki ez direla hain berdinak. Izan ere, ikerketek adierazi dutenez, arkeoak eta bakterioak zelulen eboluzioaren bi adar ezberdin dira: zelula arbaso betetik hasita, bi zelula eredu ezberdin sortu ziren, bi adar, arkeoena eta bakterioen.

IZAKI EUKARIOTIKOAK: EUKARYA DOMEINUA

Nukleodun zelulak dituzten organismoak dira eukariotoak, bestelako mintzdun organuluak ere agertzen dituztenak - mitokondrioak, kloroplastoak, Golgi aparatua, erretikulu endoplasmatikoa, ...-. Teoria endosinbioatikoaren arabera, zelula eukariotoak hainbat zelula prokariotoen konbinazioz eta sinbiosiz sortuak dira, arkeo bati batutako zenbait bakterioz osatutakoak hain zuzen ere. Halan erakusten dute mitokondrio edota kloroplastoen antzeko organuluaren genoma bakterianoa.

ERREINUA	ZELULA EREDUA	MITOKONDRIOAK	KLOROPLASTOAK	PARETA
FUNGI	Eukariotoa	BAI	EZ	BAI, ez zelulosikoa -kitinaz osatua-
PROTISTA	Eukariotoa	BAI	BAI, batzuetan	BAI, mota ezberdinak
PLANTAE	Eukariotoa	BAI	BAI	BAI, zelulosikoa
ANIMALIA	Eukariotoa	BAI	EZ	EZ

ERREINUA	EHUNAK ETA ZELULANIZTASUNA	MUGIKORTASUNA	NUTRIZIOA	UGALKETA	NERBIO-SISTEMA
FUNGI	BAI, baina ez espezie guztietan -batzuk zelulabakarrak-	Batzuek zilioak eta flageloak aurkezten dituzte. Gehienak, ordea, ezin dira mugitu.	Heterotrofoak: saprofitoak eta bizkarroi xurgatzaileak.	Ernalketa eta meiosis jasaten dute: esporen bidezko ugalketa sexuala.	EZ
PROTISTA	EZ	Zilioak, flageloak eta fibriloak aurkezten dituzte. Batzuek mugimendu ameboideak erabiltzen dituzte.	Fotosintetikoak batzuk, heterotrofoak besteak.	Ernalketa eta meiosis jasan dezakete batzuek.	EZ
PLANTAE	BAI	Zilioak eta flageloak forma primitiboentan. Gehienak ez dira mugitzen.	Autotrofo fotosintetikoak.	Ernalketa eta meiosis jasaten dute.	EZ
ANIMALIA	BAI	Zilioak eta flageloak aurkezten dituzte, baita zuntz uzkurrorrak ere -giharrak-.	Heterotrofo holozoikoak, ingestioaren bitartez elikatuak.	Ernalketa eta meiosis jasaten dute.	BAI



Goian aurretik azaldutako Eukarya domeinuko bost erreinen ordezkariak ageri dira: FUNGI (a), PROTISTA (b-c), PLANTAE (d) eta ANIMALIA (e).

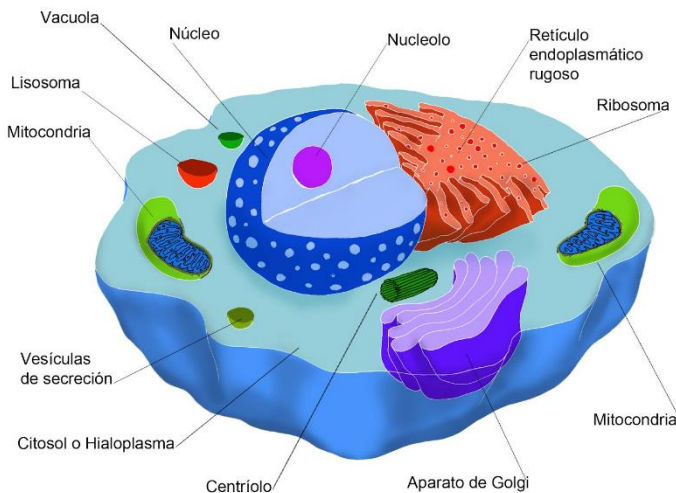
Azkeneko urteotan egindako ikerketen arabera, ordea, erreinu eukariotoen kopurua handia izan leike. Izan ere, protistoen erreinua oso erreinu heterogeneoa da eta, horregatik, azkeneko azterketa filogenetikoek erakusti dute bi erreinu ezberdinu daitezkeela protistoen artan: **PROTOZOA(c)** -barne hartzen ditu izaki zelulabakar eukarioto heterotrofoak- eta **CHROMISTA (b)** -klorofila a eta b-dun kloroplastoak dituzten algak dira, baita kolorerik gabeko zenbait espezie ere bai; beraien kloroplastoek lau mintz aurkezten dituzte, eta alga gorrietatik jaso dituztela uste da-.

Ikusten denez egun izakiak sailkatzea oso zaila suertatzen da oraindik eta, hartara, izaki bizidunen sailkapena orokorraz hitz egitean kontu handiz egin behar izango da, autore eta aditu ezberdinek oso sailkapen ezberdinak erabili ditzaketelako.

b. Animalion ezaugarriak: zerk egiten gaitu animalia?

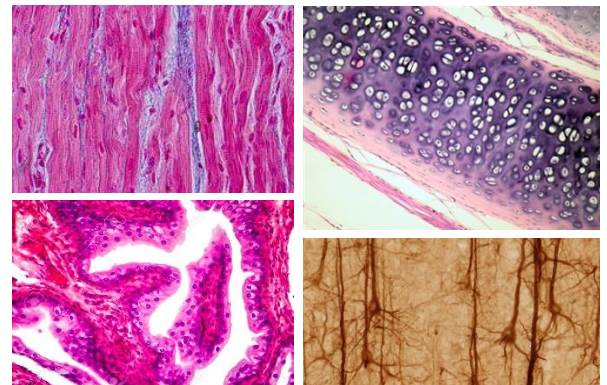
Animalia erreinua talde monofiletiko bat da; hau da, barne hartzen ditu arbaso komun beretik sortutako organismo guztiak, baita arbaso amankomun hura ere. Izaki guzti hauek zenbait ezaugarri partekatzen dituzte. Hona hemen nagusiak:

- Animaliak eukarioto multizelularrak dira; hau da, nukleoa aurkezten duten zelula espezializatu oso anitzez osatuta daude.
- Animalion gorputzaren forma edo morfologia erregularra da -normalean simetria aurkezten du-.
- Hazkuntza mugatua da.
- Talde askok antolakuntza zelularra, tisularra, organikoa eta sistemikoa aurkezten dute.
- Estimuluekiko erantzuna oso azkarra izaten da -nerbio sistemaren presentziari esker-.
- Zelulek ez dute bakuolo zentralik aurkezten. Badaude, ordea, bakuolo txiki eta esporadikoak aurkeztu ditzaketen zelulak.
- Zentrioloak ageri dira animali zeluletan.
- Ez dute pareta zelularrik aurkezten, ezta pigmentu fotosintetikorik edo plastorik ere ez.
- Nutrizio holozoikoa erakusten dute; hau da, izaki heterotrofoak dira, baina onddoak ez bezala, animaliek irensteko gaitasuna dute: berauen digestioa barnekoa da -onddoek kanpoko digestioa dute, kanpotik xurgatzen baitituzte materialak-. Animalia batzuek, ordea, bizkarroiak dira: bestelako eukariotoen barnean bizi dira.
- Animaliak organismo mugikorak dira -anemonak eta belakiak salbuespenak dira: animalia sesilak-.
- Organismo hauek lokomoziorako muskulu-zelulak eta bulkaden transmisiorako neuronak aurkezten dituzte. Animalia primitiboenetan, ordea, ez dira zertan ageri behar -belakietan esate baterako-.
- Ugalketa sexuala da gehienbat. Alabaina, gorputzaren erregenerazio osoa eta esporulazioa animalia sinpleenetan ere ageri daitezke.
- Animaliak garatu egiten dira: zelula bakar batetik abiatuta -zigotoa-, oso garapen prozesu konplexua pairatzen dute, enbrio fase batetik igarota, banako heldu multizelularra sortu arte.
- Ekologikoki hitz eginda, animaliak kontsumitzaileak dira.

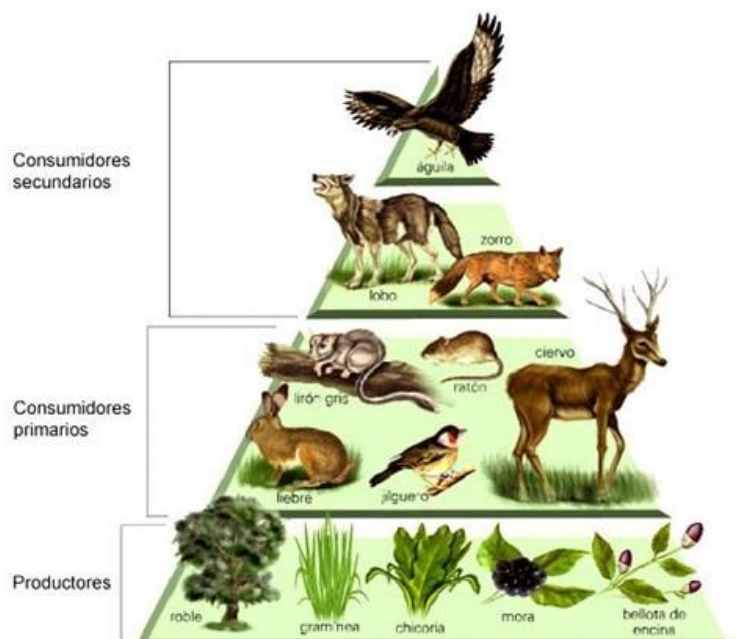


Zelulari dagokionez, animalia zelulak zenbait ezaugarri bereizgarri aurkezten ditu: ez du zelula paretarik erakusten, mitosian parte hartzen duten zentrioloak aurkezten ditu, ez du inolako plastorik eta bakuolo handi baten lekuan bakuolo txikiak daude.

Maila ekologikoan, animaliak kontsumitzaileak dira. Hau da, ekosisteman jada partikulatuta dagoen materia organikoz elikatzen dira. Batzuek ekoizle primarioetan oinarritzen dute berauen nutrizioa: belarjaleak dira, kontsumitzaile primarioak. Beste batzuek, ordea, kontsumitzaile primarioak jaten dituzte: goi mailako kontsumitzaileak dira, haragijaleak.

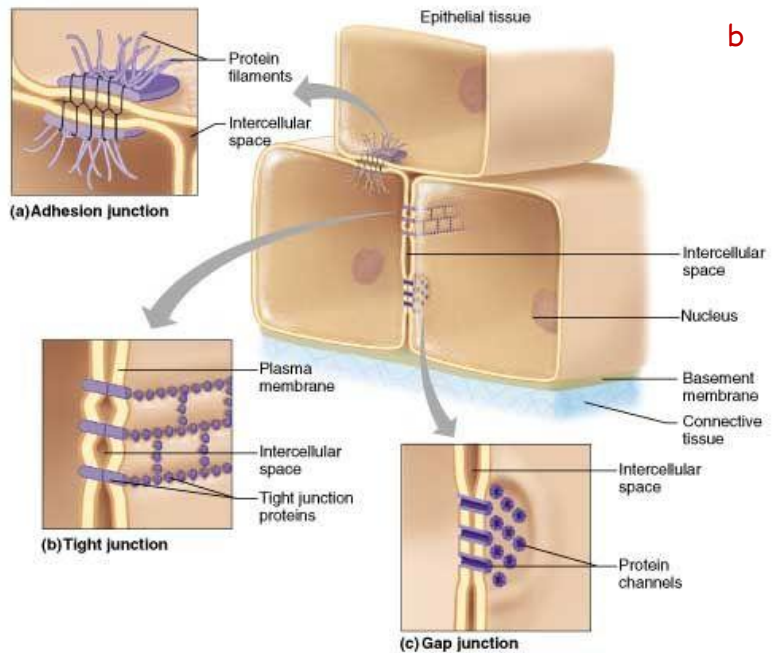
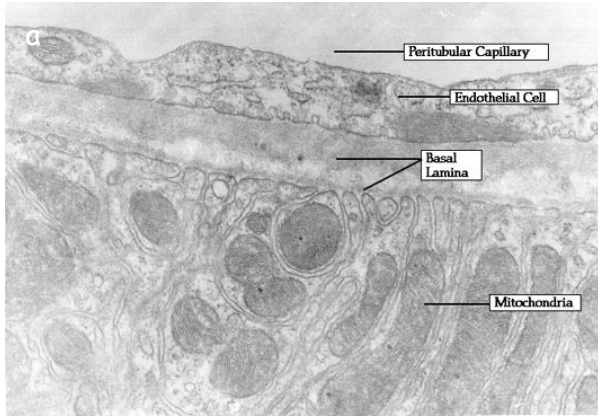


Animalia talde garatuenean ehun mota ezberdinak eta oso espezializatuak aurkezten dituzte: ehun konektiboa -odola, hezurra, kartilagoa, gantza-, nerbio-ehuna, muskulu-ehuna eta ehun epiteliala.



Alabaina, aurretik azaldutako ezaugarriak nahiko orokorrak dira. Badaude mugikortasunik ez duten organismoak, eta baita mugitzeko gain diren zenbait landare eta onddo. Zenbait animaliek ezin dute irentsi. Gainera, milaka izaki bizidun dira multizelularrak. Hartara, zerk egiten gaitu animali? Erantzuna maila zelularrean aurki dezakegu. Izan ere, animaliek oinarritzko bi ezaugarri zelular berezko agertzen dituzte:

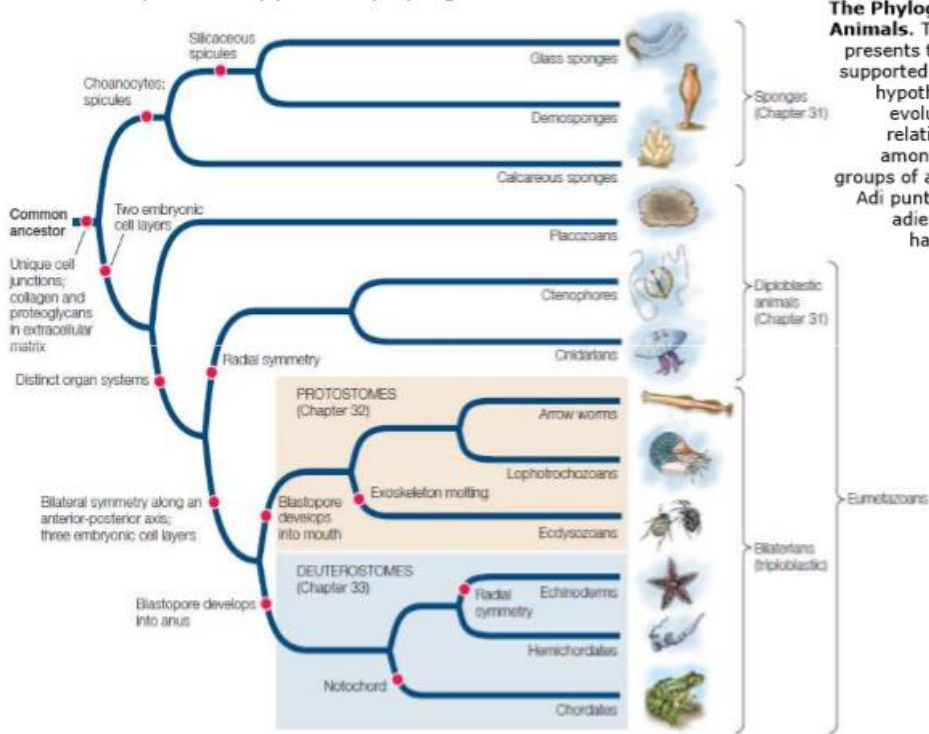
- Animalion ehun gehienek xafla basala deritzon zelulaz-kanpoko matrize berezitua aurkezten dute, bereziki proteoglikanoz eta kolagenoz osatuta dagoena.
- Animaliek zelulen arteko lotura oso bereziak aurkezten dituzte, bakarrak Animalia erreinuan: zelula hertsia, desmosomak, aingurapen-gerrikoa eta Gap motatako loturak.



Bi irudi hauek maila zelularrean animaliek erakusten dituzten bi berezitasunak irudikatzen dituzte: XAFLA BASALA (a) eta ZELULEN ARTEKO LOTURAK (b).

Hona hemen egun indarrean dagoen animalion sailkapen famatuena edo orokorrera, onartuta dagoen hipotesirik nagusia hain zuzen ere.

A currently well-supported phylogenetic tree of the animals:



The Phylogeny of Animals. This tree presents the best supported current hypotheses of evolutionary relationships among major groups of animals. Adi puntu gorritz adierazitako hazpegiei.

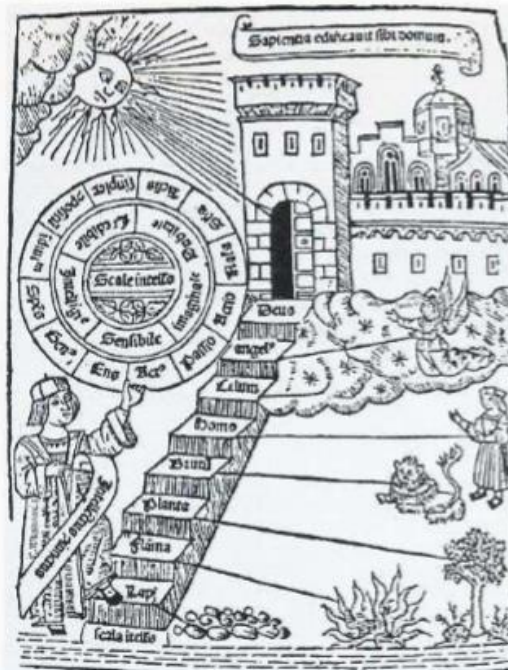
Ikusten denez, egungo izaki bizidunak sailkatzeko zenbait **apomorfia** hartzen dira kontuan -gorritz markatutako puntuak-. Apomorfiak eboluzioan zehar sortutako ezaugarri berritzaileak dira, talde bat eta beste bereizteko balio duten irizpideak hain zuzen ere. Esate baterako, deuterostomoak eta protostomoak banatzeko irizpide nagusia edo apomorfia blastoporoaren

patua da -uzkia edo ahoa bilakatuko den, hain zuzen-. Animalietan nabari daitekeen dibertsitatea, beraz, eboluzioan zehar metatutako apomorfia berrien sorreraren ondorio da.

c. Animalion sailkapena historian zehar

Animalia erreinuko organismoen sailkapena ez da beti berdina izan. Izan ere, anitzak izan dira historian zehar animaliak sailkatzeko erabili diren ereduak, eta are anitzagoak munduko organismo bizidun guztiak kontuan hartzen badira.

Hasiara batean, izaki bizidunak antolatzeke erabilitako eredu "eskaileraren eredu" izan zen. Honen arabera, natura, eskailera baten modura, hainbat mailatan antolatuta egongo litzateke, progresio edo hierarkia baten antzekoa agerraraziz. Halako eredu proposatutakoa Ramon Lull izan zen, 1305. urtean *-Liber de ascensu et descensu intellectus-*. Honen bidez, jaungoikoa izan beharko zen ororen gainetik egon beharreko izakia. Halako eredu ere proposatuko zuen beranduago Charles Bonnet-ek (partenogenesiaren deskribatzaileak), 1745. urtean *-Scala Naturae-*. Honek, ordea, gizakia kokatu zuen hierarkia osoaren goialdean, eta izaki bizidunetan ikusitako konplexutasun mailan oinarrituta ezarri zituen mailak -hierarkia baxuenetik handienara-.



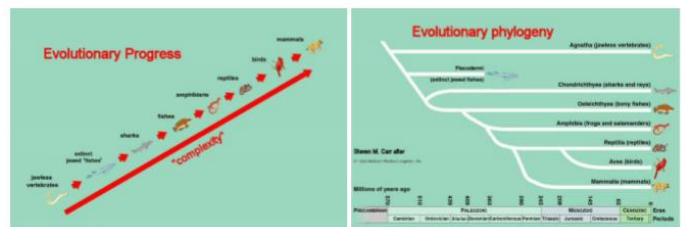
The mediaeval *scala naturae* as a staircase, implying the possibility of progress: Ramon Lull's *Liber de ascensu et descensu intellectus*, 1305.

Upper part of the "Great Chain of Being" or *Scala Naturae*, as published in 1745 by Charles Bonnet (1720-1793).

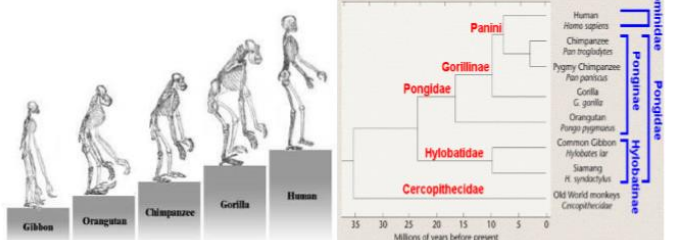
IDEE D'UNE ECHELLE DES ETRES NATURELS.

PLANTES	L'HOMME.
Leçon.	Orang-Outang.
Molluscs.	Singe.
Chamæpe, Agave.	QUADRUPÈDES.
Truffe.	Écureuil volant.
Cornu & Cornutus.	Chauve-souris.
Léopards.	Arctique.
Antaile.	OISEAUX.
Tigre, Grue, Héron.	Oiseaux aquatiques.
Autour.	Oiseaux amphibies.
PIERRES.	Foissés volés.
Ferme éponge.	POISSONS.
Cristallines.	Foissés rampans.
SOLE.	Anguilles.
Vers.	Serpens d'eau.
MÉTAL.	SERPENS.
DERIVETAU.	Limaces.
SOUFFLE.	Limaçons.
Miner.	COQUILLAGES.
TERRE.	Vers à terre.
Tout pain.	Teignes.
EAU.	INSECTES.
AIR.	Gallinées.
FEU.	Tenir, ou Solitaires.
Miner plus bas.	Polypes.
	Crus de Mer.
	Sensitive.
	PLANTES.

Eskaileraren eredu honek, beraz, **progresioaren** ideia jarri zuen maila gainean. Askok eboluzionismoarekin lotu dute horregatik, baina, benetan, ez dugu eboluziorik ikusten. Izan ere, eboluzioak ez du progresioa zertan irudikatu behar: prozesu ebolutiboak ingurune baldintza ezberdinetara moldatutako izakiak sortu ditu, ez aurrekoak baino hobekoak diren organismoak. Hori erraz ikus daiteke bi eskema hauei erreparatuta:



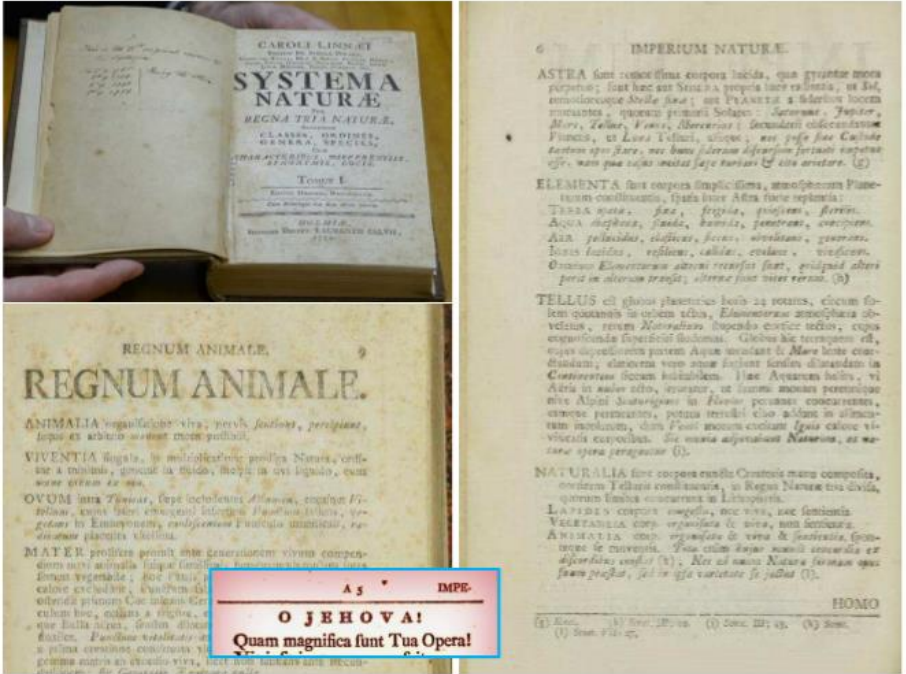
Scale of Nature Model



A letraz markatutako bi irudiek progresioa erakusten dute, konplexutasun maila ikuspuntu antropiko batetik ikusita. Ez dute, ordea, ikuspuntu ebolutiborik aurkezten. B letraz markatutako irudietan, ordea, bi zuhaitz filogenetiko ageri dira, eta zuhaitz horiek eboluzioa irudikatzen dute: egungo izaki bizidunak beraien arbasoen artean egondako ezaugarrien aldaketaz eta dibertsifikazioaz sortu dira; hau da, ez dago jerarkiarik edo progresiorik, ez dago bata bestea baino maila altuago batean.

BIZIDUNAK ERREINU BITAN: ANIMALIA ETA PLANTAE

Izaki bizidunak erreinetan sailkatzeko egindako lehendabiziko saiakeran, bi erreinu proposatu ziren: **animalia eta plantae**. Organismo hauen arteko banaketa dualista eta klasikoa **Caroli Linnaeus-ek** formalizatu zuen *Systema Naturae* liburuan, 1758. urtean argitaratutakoan hain zuzen. Aipatu gabe, baina inplizituki, autotrofia/heterotrofia ezaugarria erabiliko zen sailkatzeko orduan. Liburu horren hamargarren edizioan, gainera, Linnaeus-ek **hirugarren erreinu** bat proposatu zuen, baina erreinu horretan izaki bizidunak ez ziren elementu naturalak sailkatu zituen: harriak (**Lapides** erreinua). Liburu honen hasierako helburua izan zen elementu natural guztiak, bizidunak eta bizigabeak, sailkatzea eta deskribatzea. Ez hori bakarrik, Linneoren lanaren xedea jaungoikoak sortutako natura deskribatzea izan zen, bere oinarri filosofiko-zientifikoa **fixismoa** zelako.

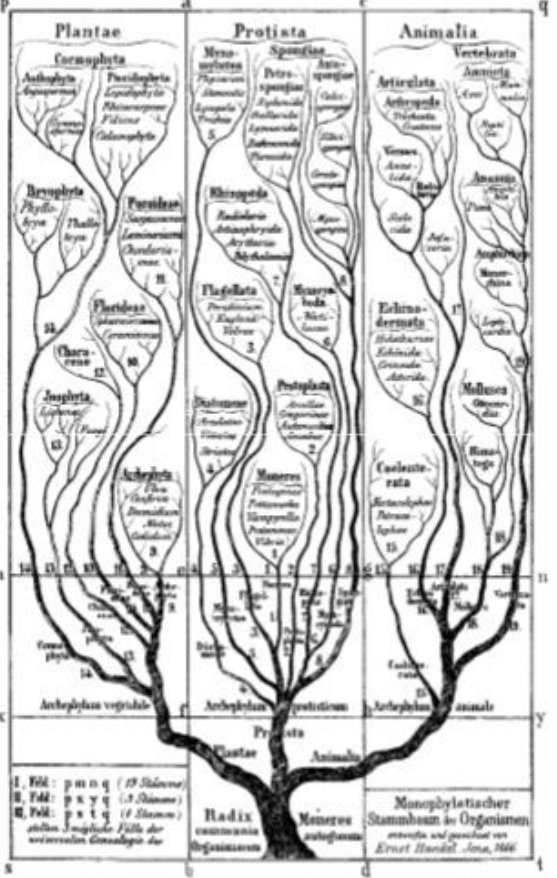


Systema naturae delakoaren hamargarren edizioa. Horretan argi ikusten da Linneoren lana jainkoari eskainitakoa dela: **O JEHOVA!**

BIZIDUNAK HIRU ERREINUTAN: ANIMALIA, PLANTAE ETA PROTISTA

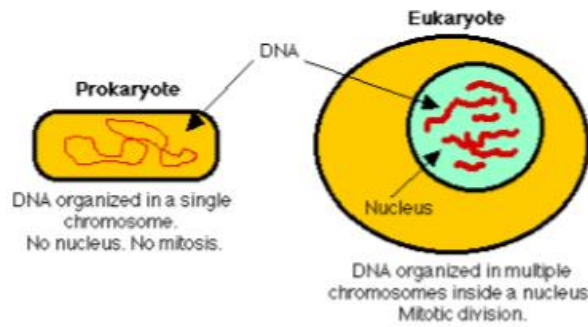
1866. urtean, **Ernst Haeckel-ek** izaki bizidunak sailkatzeko hirugarren erreinu bat proposatu zuen, protista erreinua, animaliak edota landareak ez ziren izaki "neutralak" deskribatzeko eta taldekatzeko asmoz. Horretarako, Haeckelek hainbat alditan ikertu zituen gerora protistoen taldea osatuko zuten organismoak. Ikerketak hasi eta oso azkar, sailkatzeko arazoak hasi ziren. Esate baterako, *Euglena chlamydomonas* mikroorganismo unizelularrak animalien eta landareen ezaugarriak dauzka: alde batetik, fotosintesia egiteko gai da, baina, bestetik, baita mugitzeko eta janari-kiziak irensteko ere. Orduan, non sailkatu organismo hori? Haeckel-ek (1866) hirugarren erreinu baten eraketa proposatu zuen bizidun unizelularrak batzeko: **Protista** erreinua, hain zuzen. Horrela, protistoak, lehen, ehunen diferentziazio txikia erakusten zuten bizidunen erreinuan ezarri ziren, zeinak inkluditzen baitzuten bakterioak, protozooak eta zenbait alga eta onddo. Egun, protistoak nukleodun zelulak duten eta onddo, landare edota animaliak ez diren organismo eukariotiko guztiak dira. Protistoez ez dute talde naturalik edo monofiletikorik osatzen, protistoen taldean bildutako organismoek oso jatorri ezberdina dutelako. Horrela, protistoeetan -oro har- "unizelularrak edo unizelular kolonialak diren organismoak biltzen dira, benetako ehunak osatzen ez dituztenak".

Alboan ageri den zuhaitza filogenetikoa Haeckelek egin zuen 1866. urtean. Bera eboluzionista da beraz, filogenia argi eta garbi ikusi zuelako.



Organismoen bi inperioak edo domeinuak: XX. mendea

Edouard Chatton-ek (1883-1947) *Eukaryota* eta *Prokaryota* terminoak definitu zituen organismoen sailkapen orokorra egiteko, horretarako egitura zelular ezberdinak erabili zituela -nukleoaren presentzia, tamaina, morfologia, ...-. Horrela, bi domeinu edo inperio bereizi zituen 1925. urtean. Domeinu horiek oraindik ere indarrean daude, baina sailkapen zehatzagoak dira nagusi.



BIZIDUNAK LAU ERREINUETAN: ANIMALIA, PLANTAE, PROTISTA ETA MONERA

1938. urtean, **Herbert F. Copeland**-ek (1902-1968) lau erreinuetan oinarritutako izaki bizidunen sailkapena proposatu zuen, horretarako prokariotoen inperioan sailkatutako bakterio eta alga urdin-berdeak (zianobakterioak) *Monera* izeneko erreinu independentean sailkatu zituela. Jatorrian, Copeland-ek *Mychota* izena eman zion egungo *Monera* taxonari. Proiektu horretan oinarrituta, Copeland-ek "*The classification of lower organisms*" liburua plazaratu zuen 1956. urtean.

Berez, Copeland-ek *Protoctista* izena eman zuen. Izatez, Protista izenaren sinonimo zaharragoa da (= J. Hogg-ek 1860an proposatua), baina, askoz arrakastatsua da Haeckel-ek 1866an argitaratutako Protista, eta beraz, azken horren alde egin dute Nomenklatura Zoologikorako arauak.

Table 2.1. Summary of the equivalences in Kingdom classification

Linnaeus 1735 2 kingdoms	Haeckel 1866 3 kingdoms	Chatton 1937 2 empires	Copeland 1956 4 kingdoms	Whittaker 1969 5 kingdoms	Woese et al. 1977 6 kingdoms	Woese et al. 1990 3 domains
(not treated)	Protista	Prokaryota	Monera	Monera	Eubacteria	Bacteria
			Protoctista	Protista	Archaeobacteria	Archaea
				Fungi	Protista	
Vegetabilia	Plantae	Eukaryota	Plantae	Plantae	Fungi	Eukarya
Animalia	Animalia		Animalia	Animalia	Plantae	

Haeckelek eta Hebertek proposatutako *Protista* erreinua oso bestelakoa da. Izan ere, Haeckelek egun moneroetan eta protistoetan sailkatuta dauden organismoak bildu zituen *Protista* taxonean. Egungo protista guztiak eukariotoak dira.

BIZIDUNAK BOST ERREINUETAN: ANIMALIA, PLANTAE, PROTISTA, MONERA ETA FUNGI

Hasiera hasieratik, onddoen izaera ez da ondo egokitu proposaturiko sailkapenetan. Haeckel-ek *Plantae* erreinutik atera eta Protista berrian kokatu zituen, baina luzaroan ignoratu egin zen. **Robert Whittaker**-ek bereizi zuen haientzako erreinu bat, *Fungi*, 1969an. Ondorioz sortutako bost erreinutako sistema oso arrakastatsua da.

Bost erreinutako sistema **nutrizio-modu nagusietan** dago oinarrituta: horrela delarik, *Plantae* erreinukoak multizelular autotrofikoak dira batez ere, *Animalia* erreinukoak multizelular heterotrofikoak, eta *Fungi* erreinukoak multizelular saprotrofikoak dira, hau da, materia organikoaren liseriketa extrazelular kimioheterotrofikoaz baliatzen dira. Gainerako erreinu biek, *Protista* eta *Monera*, bizidun unizelularrak eta kolonia zelular sinpleak inkluditzen dituzte, eukariotikoak ala prokariotikoak.

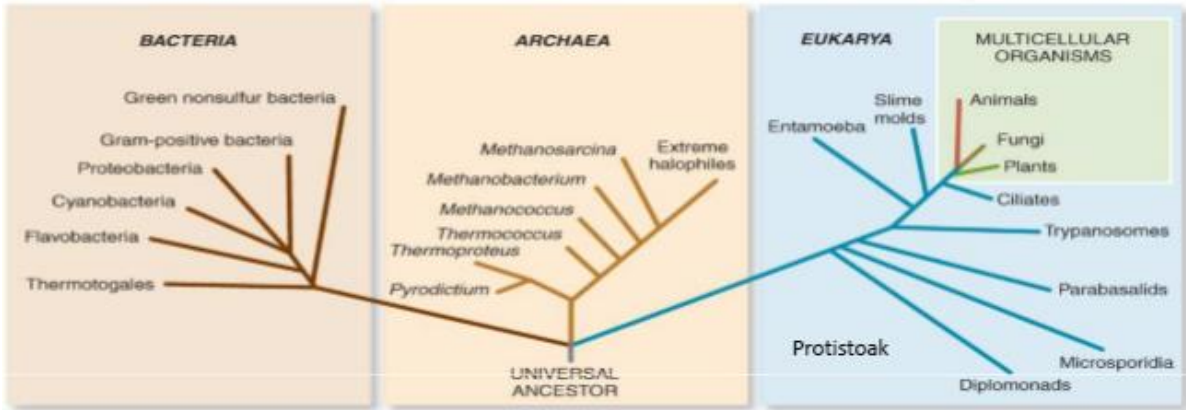
HIRU DOMEINUEN AROA ETA PERSPEKTIBA OROKORRA

Carl Woese-k (1928-) *Archaea* taxona definitu eta izaki bizidunak hiru domeinuetan banatzen zituen sailkapena proposatu zuen:

- **EUBACTERIA.** *Bacteria* erreinua hartzen du barne. Bakterioen eta zianobakterioen taxon esanguratsua batzen ditu. Zianobakterioak, ikusi denez, fosil bezala mantendutako organismo zaharrenak ditugu -hau da, munduan sortu ziren lehendabiziko izaki bizidunak dira-.
- **ARCHAEBACTERIA.** *Archaea* erreinuari dagokio. Organismo unizelular prokariotoak dira arkeoak, eta bakterioen mintz plasmaticoaren osagai ezberdinak dituen mintza dutelako dira bereizgarriak. Arkeoak, askota, eukariotoak edota

bakterioak baino askoz ere eremu bortitz eta gogorragoetan bizi dira, sufre-iturri beroetan edota gazitasun izugarriko uretan, besteak beste.

- **EUKARYA.** Organismo unizelular batzuk -protozoak, euglenozoak, ziliatuak, ...- eta multizelular guztiak -landareak, animaliak eta onddoak- biltzen dituen domeinua da. Organismo hauen amankomuneko ezaugarria da nukleodun zelulen presentzia.



Kontuan hartzekoa da sailkapenaren historiak aurrera egin ahala hainbat izen berri sortu direla taxon ezberidnei izen bat esleitzearren. 1874. urtean, besteak beste, Haeckel-ek Linneoren *Animalia* erreinua bitan banatu eta bi izen berri eman zituen: **Metazoa** -egun animalia terminoaren kuasisinonimoa- eta **Protozoa** -jada animalia gisa sailkatzen ez diren organismo unizelularrak-. Landareekin ere halako zerbit gertatu zen: Whittakerrek, 1969. urtean, *Plantae* erreinutik onddoak bereiztean, taxona dagoeneko eraldatu egin zuen, eta, ondorioz, bestelako izena eman zitzaion: **Metaphyta**.

ANIMALIEN EGUNGO SAILKAPENA ETA BIODIBERTSITATEAREN BANAKETA

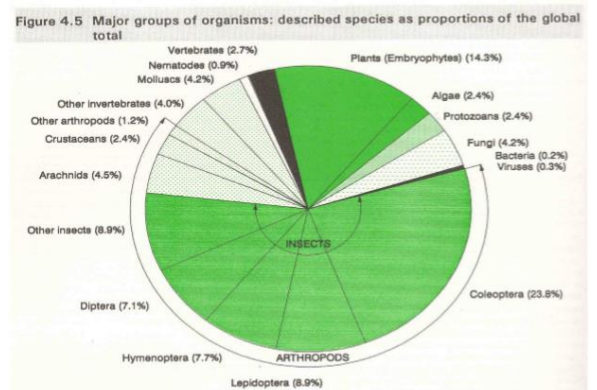
Zenbait adituek onartutakoaren arabera, egun ezagutzen ditugun organismo-espezie ezberdinak errealitatean existitzen den espezie-kopuru totalaren zati txiki bat baino ez dira. Kontuan hartzekoa da, gainera, animalien artean, espezieen %96-a ornogabea dela -espezie kopuru totalaren (1,335,188) 1,288,518 espezie hain zuzen ere-.

Hona hemen animalia-filumak:

Kingdom Protista (80,000)	Nematomorpha (230)	Hexapoda (948,000: estimates range from 870,000 to 1,500,000)
Porifera (5,500)	Priapula (16)	Myriapoda (11,460)
Cnidaria (10,000)	Acanthocephala (700)	Mollusca (93,195)
Ctenophora (100)	Cycliophora (1)	Brachiopoda (335)
Placozoa (1)	Entoprocta (150)	Ectoprocta (4,500)
Monoblastozoa (1)	Loricifera (10)	Phoronida (20)
Rhombozoa (70)	Annelida (16,500)	Chaetognatha (100)
Orthonectida (20)	Echiura (135)	Echinodermata (7,000)
Platyhelminthes (20,000)	Sipuncula (320)	Hemichordata (85)
Nemertea (900)	Tardigrada (600)	Chordata (49,693)
Gnathostomulida (80)	Onychophora (110)	Urochordata (3,000)
Rotifera (1,800)	Arthropoda (1,097,631)	Cephalochordata (23)
Gastrotricha (450)	Cheliceriformes (70,000)	Vertebrata (46,670)
Kinorhyncha (150)	Crustacea (68,171)	
Nematoda (25,000)		

Goian aipatzen diren 34 phylumak egun ezagutzen ditugun animalien sailkapenerako erabiltzen dira. Horien artean, filum nagusiak edo **MAYOR filumak** -espezie kopuru altuenekoak eta ezagunenak- eta filum txikiak edo **MINOR filumak** bereizten dira -urrienak espezie kopuruan, baina ugariak filumen artean-.

Egun deskribatu diren espezieen erdia baino gehiago **intsektuak** dira



d. Zoologiaren historia laburra

Gizakion eta gainerako animalien arteko erlazioa gure espeziea sortu zenetik hona estu lotuta mantendu den harremana du. Halan erakusten dute gure arbasoek kobazuloetan egindako margolanek; uste denez, margolan hauen xedea animalien garrantzia azpimarratzea izan zen, eta ehizaren eraginkortasuna handitzeko efektu magikoa zutela uste zuten garai hartan. Ehiza gizakiak sortu bezain laster agertutako estrategia da, zenbait artelanetan errepresentatuta geratu dela ere -Ashurbanipaleko lehoia, besteak beste-. Ehizak garrantzi handia izan zuen gure espeziearen jaiotza-aldian eta, abeltzaintza sortzerakoan indarra galdu zuen arren, egun oraindik ere elikagai-iturri garrantzitsua da zenbait eremuetan.



Aurretik deskribatutako kasuek argitasun handiz erakusten dute animalien eta gizakion arteko harremana oso luzea izan dela. Alabaina, erlazio honek ez du ikasketa zoologikorik irudikatzen: animaliak lanerako tresnak edo elikagai-iturriak baino ez ziren. Zientziak aurrera egin ahala, oster, animalien ikerketarako interesa piztu eta, XVI. mendean, animaliak lehenengo aldiz deskribatzen zituzten **bestiarioak** argitaratu ziren. Fantasiako elementuez betetako lanak ziren, baina animalien natura ezagutzeko interesa islatzen zuten.

Historia animalium published at Zurich in 1551-58 and 1587, is an encyclopedic "inventory of renaissance zoology" by Conrad Gessner (1516-1565).



**B
E
S
T
I
A
R
I
O
A
K**

Eguno izaki-bizidunen sailkapen modernoaren aita izan zenak, Linneok, burutu zuen animalien lehendabiziko sailkapen zientifikoa. 1758. urtean argitaratutako *Systema Naturae* lanak animalien lehendabiziko banaketa argia egin zuen, horretarako irizpide taxonomiko espezifikoa erabili zituela.

CAROLI LINNÆI			REGNUM ANIMALE		
I QUADRUPEDIA	II AVES	III AMPHIBIA	IV PISCES	V INSECTA	VI VERMES
<p><i>[Detailed list of quadrupeds including various species and their characteristics]</i></p>	<p><i>[Detailed list of birds including various species and their characteristics]</i></p>	<p><i>[Detailed list of amphibians including various species and their characteristics]</i></p>	<p><i>[Detailed list of fish including various species and their characteristics]</i></p>	<p><i>[Detailed list of insects including various species and their characteristics]</i></p>	<p><i>[Detailed list of worms including various species and their characteristics]</i></p>
<p>FARADONA</p>					

DIVISIO Naturalis Animalium ab interna structura indicatur:

COR biloculare, biauratum;	} viviparis	<i>Mammalibus.</i>
Sanguine calido, rubro.		
COR uniloculare, uniauratum;	} pulmone arbitrario	<i>Amphibiis.</i>
Sanguine frigido, rubro.		
COR uniloculare, inauratum;	} antennatis	<i>Insectis.</i>
Sanie frigida, albida.		

e. Disziplina zoologikoak

- **ARTROPODOLOGIA.** Artropodoak ikertzen dituen zientzia.
 - **Araknologia.** Araknidoen ikerketa.
 - **Akarologia.** Akaroen eta lakasten ikerketa.
 - **Araneologia.** Armiarmen ikerketa.
 - **Eskorpiologia.** Eskorpioien ikerketa.
 - **Entomologia.** Intsektuen ikerketa.
 - **Koleopterologia.** Kakalardoien ikerketa.
 - **Dipterologia.** Eulien eta eltxoen ikerketa.
 - **Odonatologia.** Marisorginen eta txitxiburduntzien ikerketa.
 - **Hemipterologia.** Zimitzen ikerketa.
 - **Isopterologia.** Termiten ikerketa.
 - **Lepidopterologia.** Tximeleten eta sitsen ikerketa.
 - **Melitologia edo Apiologia.** Erleen ikerketa.
 - **Mirmekologia.** Inurrien ikerketa.
 - **Ortopterologia.** Matxinsaltoa eta kilkerren ikerketa.
 - **Trikopterologia.** Trikopteroien ikerketa.
 - **Bespologia.** Liztorren ikerketa.
 - **Karzinologia.** Krustazeoen ikerketa.
 - **Astakologia.** Ibai-karramarroen ikerketa.
 - **Zirripediologia.** Zirripedioen ikerketa.
 - **Kopepodologia.** Kopepodoen ikerketa.
 - **Miriapodologia.** Ehunzangoen, milazangoen eta bestelako miriapodoen ikerketa.
- **IKTIOLOGIA.** Arrainak ikertzen dituen disziplina.
- **MAMALOGIA EDO MASTOZOLOGIA.** Ugaztunak aztertzen dituen zientzia.
 - **Zetologia.** Zetazeoen ikerketa.
 - **Primatologia.** Primateen ikerketa.
 - **Antropologia.** Gizakiaren ikerketa.
- **ORNITOLOGIA.** Hegaztiak ikertzeko xedea duen zientzia.
- **HERPETOLOGIA.** Narrastien eta anfibioen ikerketa.
 - **Batrakologia.** Anfibioen ikerketa partikularra.
 - **Ofiologia edo ofidiologia.** Sugeen ikerketa.
 - **Saurologia.** Muskerren ikerketa.
 - **Keloniologia, kelonologia edo testudinologia.** Dortoken ikerketa.



Armiarmak araneologiak ikasten ditu



Tximeletak lepidopterologiak ikasten ditu



Krustazeoak karzinologiak ikasten ditu



Arrainak iktiologiak ikasten ditu



Zetazeoak zetologiak ikasten ditu



Hegaztiak ornitologiak ikasten ditu



Anfibioak batrakologiak ikasten ditu

f. Animalia-espezie kopurua

Animalien espezie kopuru zehatza zehaztea oso ardua handia eta zaila da zientzialarientzat. Izan ere, ehundaka espezie aurkitzen dira urtero, beste ehun desagertzen dira -batzuk deskribatuak zian aurretik gainera-, eta beste asko oso eremu isolatuetan bizi dira -oso zailak aurkitzeko-. Estimazio orokor batzuen arabera, -Brendan B. Larsen- 163,2 milioi animalia espezie daude munduan, nahiz eta horietatik miloi bat inguru soilik ezagutu. Bestelako zientzialari askok bestelako estimazio batzuk egin zituzten: Terry Erwinen 100 milioiak, edota Dunn-en 200 milioiak. Argi dagoena zera da: egun ezagutzen dugun espezie-kopurua errealitatean existitzen den kantitatearen zati bat baino ez da.

PPT-AN TAULA

ZOOLOGIA

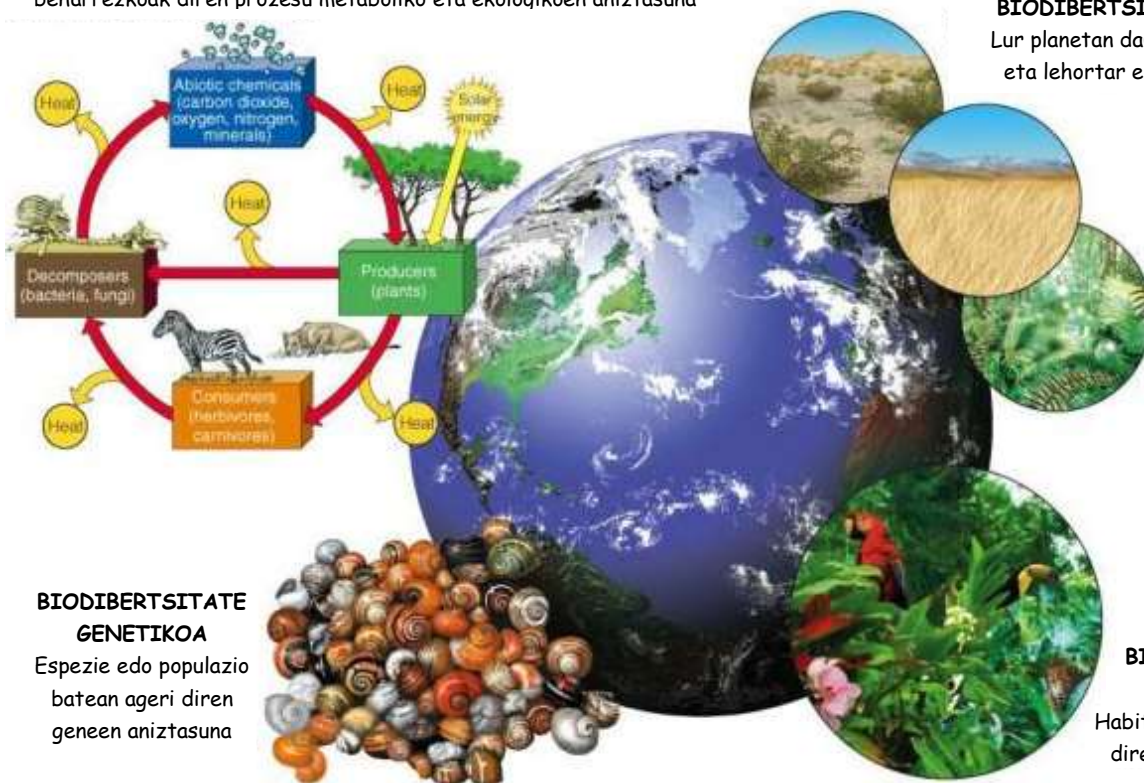
2. GAIA: ANIMALIA DIBERTSITATEA. SISTEMATIKA, TAXONOMIA ETA NOMENKLATURA

a. Biodibertsitatea eta biodisparitatea

Azken urteotan komunitate zientifikoan barrena eta bai berorretatik kanpo ere, **biodibertsitate** hitza azkarrago barreiatu da, seguraski, zientziaren historia osoan zehar beste edozein terminok egin duena baino. Izan ere, ez zen agertu *Oxford English Dictionary*-ren 1989ko argitalpenean, baina 1992rako mundu guztiaren ahoan zegoen, hala zientzialari famaturenean nola politikarirenean. Ezin dugu ahaztu, gainera, **Rio Janeiroko gailurrak** hitzaren zabalkundearen alde emandako bultzada galanta. **Biodibertsitate** hitza ingelesezko *biological diversity* terminoaren kontrakzioa da, eta bizidunen espezie-kopurua adierazteko erabiltzen da normalean. Ikuspegi zehatzagoa erabiliz, biodibertsitatea hierarkikoki antolatutako hiru kategoriatan sailkatzen da, bizidunen hiru alde nagusiak aintzat hartuz: **geneak, espezieak eta ekosistemak**.

BIODIBERTSITATE FUNTZIONALA

Ekosistema, komunitate edota espezie baten biziraupena gerta dadin beharrezkoak diren prozesu metaboliko eta ekologikoen aniztasuna



BIODIBERTSITATE EKOLOGIKOA

Lur planetan dauden ekosistema urtar eta lehortar ezberdinen aniztasuna

BIODIBERTSITATE GENETIKOA

Espezie edo populazio batean ageri diren geneen aniztasuna

BIODIBERTSITATE ESPEZIFIKOA

Habitat ezberdinetan ageri diren espezieen kopurua

Biodibertsitatea, beraz, ekologikoki erredundanteak diren sistema edo komunitateak aipatzerakoan erabili daiteke (hau da, funtzionalki, morfologikoki edota genetikoki antzekoak diren espezie kopuru handia duten komunitateak). **Biodisparitatea**, ordea, funtzionalki, morfologikoki edota genetikoki alde handia duten sistema edo komunitateak aipatzerakoan erabiltzen da.



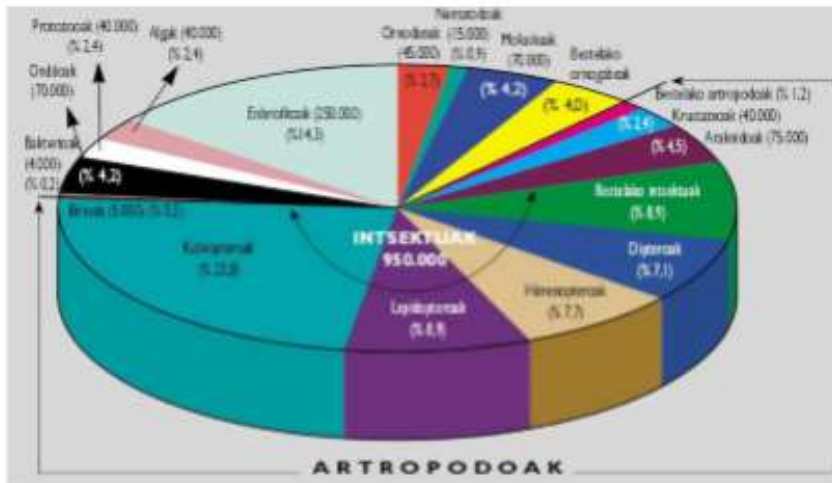
PAPAGAIEN ARTEAN,
BIODIBERTSITATE
HANDIA DAGO

1

ORNODUNEN
ARTEAN,
BIODISPARITATEA
DA NABARMENEN

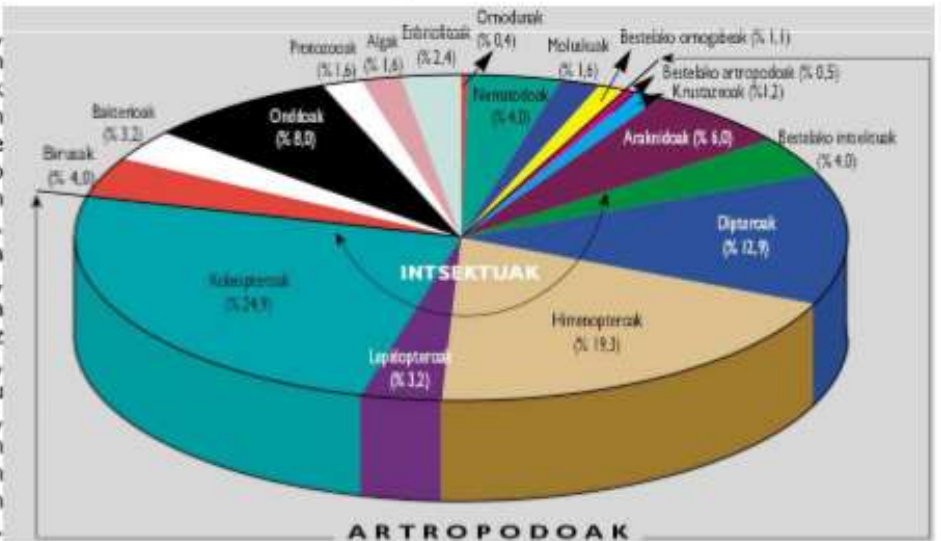


ANIMALIA TALDE NAGUSIEN GARRANTZIA PORTZENTUALA



Bizidunen talde nagusien proportzioak, deskribaturiko espezieen kopuruak kontuan hartuta. Kalkulurako orotara 1,7 milioi espezie kontsideratu dira. Parentesietan doazen zenbakiak, hurrenez hurren, kopuru absolutuak eta berauei dagozkien portzentaia dira. Adituen ustez, birus, bakterio eta algen kopuruak ez dira fidagarriak; onddo, protozoo eta nematodoenak ere nahikoa irristakor omen. Intsektuen kopururako asumitu egin da koleopteroak 400.000 direla, lepidopteroak 150.000, himenopteroak 130.000 eta dipteroak 120.000 espezie (Iturria: Global Biodiversity, WCMC, 1992).

Bizidunen talde nagusien proportzioak, deskribatu gabeko espezie posibleen estimazioak kontuan edukirik. Kalkuluak estimazio nahikoa kontserbakorretan oinarritu dira: orotara 12,5 milioi espezie kontsideratu dira. Aurreko irudiko proportzioekin alderatuz, ohar gaitzen hainbat portzentaia mugitu egin direla. Portzentaia beherantz joan bada (ornodunena zein lepidopteroena, kasu), hori, taldea erlatiboki ondo aztertuta dagoelako izango da, halako moldez non ez baita espezie berri askorik espero. Ostera, portzentaia gora egin badu (himenopteroenak edo bakterioenak), taldea oraingoz nahikoa gutxi ezagutzen dela pentsatu behar dugu, eta etorkizun hurbilerako makina bat espezie berriren deskribapena iguriki dela.



b. Sistematika, filogenia eta sailkapena

SISTEMATIKA

Zentzu zabalean, diziplina baten objektuen ikasketa ordenatua da. Zoologiaren kasuan, beraz, **Sistematika Zoologikoa** animalien ikasketa taxotua izango da, edo, gauza bera dena, animalien dibertsitatearen diziplina zientifikoa.

Sistematika grekerako systema hitzetik dator. 1735ean *Linnaeus*-ek erabili zuen lehen aldiz *Systema Naturae* bere liburuaren 4. edizioan. Simpson-ek sistematika organismoen dibertsitatearen eta haien arteko erlazio guztien ikasketa zientifikoa bezala definitu zuen (erlazio kontzeptua modu zabalagoan ulertuta eta interakzio biologikoak barneratuz). Beraz, sistematika organismoen dibertsitatearen zientzia bezala defini daiteke.

Sistematikak (organismoen arteko erlazioa ikasten duenez) beharrezkoa du sistema bat non organismoak taldetu eta klasifikatzen diren: **Sailkapena eta Nomenklatura**. **Sailkapen** zoologikoa animaliak taldeetan banatzea da, haien erlazioagatik edo antzekotasunagatik. **Nomenklatura** zoologikoa sailkapen zoologikoaren bidez eraturako taldeei izen bereizgarriak ematean datza.

FILOGENIA

Animaliek eduki izan duten **eboluzioa aztertzen** du, arbasoak proposatuz, lerro ebolutiboak ezarriz, arbola ebolutiboak justifikatuz, eta abar. Eboluzio horretan oinarrituta dago, hein handi batean, sailkapena.

SAILKAPENA

Animaliak ahaidetasunaren arabera **taldeetan taxotzea** da, eta beraz, Sistematikaren ondorio zuzena. Jakina da naturan organismoak talde edo klase desberdinetan sartzen direla -taxonetan-. Talde bakoitzeko organismoek gutxienez **funsezko ezaugarri bat** edo hainbat ezaugarri dituzte amankomunean. Hortaz, sailkapenaren definizioa objektuak klasean (edo multzoetan) multzokatzea da, ezaugarrien arabera.

Mayr eta Ashlock-en (1991) arabera, sailkapen biologikoa organismoak antzekotasunaren arabera eta haien ondorengoekin bat datorren taldekatze ordenatua da. Horrenbestez, bistakoa da **bi irizpide independente** direla sailkatzeko arduradunak: **antzekotasuna eta berdintasuna kausalitatean** (ondorengo lerroak). Hau oinarri hartuta, organismoak taxoietan bildu

daitezke. Hala ere, bi irizpide hauek arazoak izaten dituzte maiz eta haien erabilera eztabaidagarria da. Izan ere, **sailkapena ez da estatikoa**, etengabe aldatzen da informazio, ideia eta espezie berrien aurkikuntzekin.

Sailkapenaren osagaiak

Sailkapen biologikoan agertzen diren entitate guztiei **taxon** deritze. **Kategoria taxonomikoetatik** (espezieak, generoa, familia ...) bereizten da taxona; kategoria taxonomikoei taxon indibidualak adierazten zaizkie onartu zaien mailaren arabera. Hobeto ulertzeko: herrialde, probintzia eta udalerrri kategoria izango lirateke, eta Espainia, Bizkaia eta Barakaldo taxonak. Era berean, familia, genero eta espezie kategoria taxonomikoak dira, eta *Rosaceae*, *Rosa* eta *Rosa canina* taxonak.

Sailkapena klaseen barruko organismoen antolamendu hierarkikoa da. Hierarkia, sailkapen zoologikoa egiteko esparru sistematikoa da, maila desberdinetako multzo sekuentziek osatua, zeinetan **klase bakoitzak menpeko klase bat edo gehiago** du baxuenak izan ezik.

Hierarkia Linearra

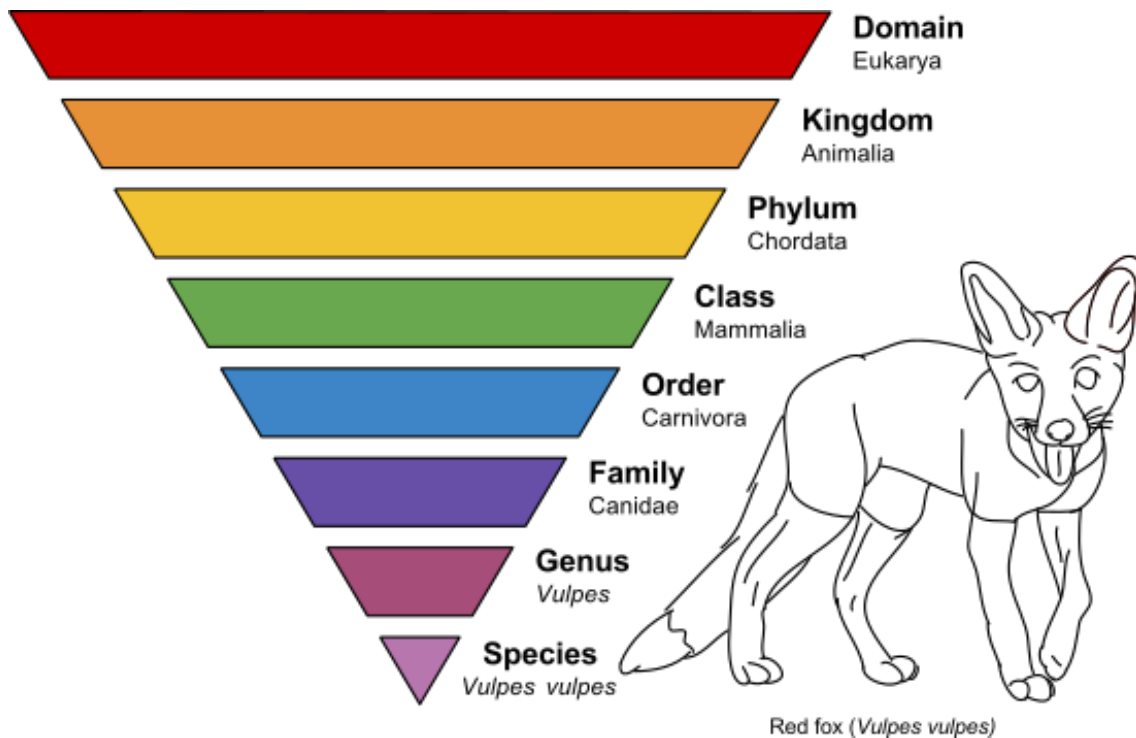
Hierarkia (organismoak ez diren sailkapenetan ere erabilia) batez ere XVII eta XVIII mendeetan garatu zen, eta ia ia behin betiko forma hartu zuen zoologoentzat **Linnaeus-en Systema Naturae** liburuaren hamargarren edizioan (1758). Linneok animalien erreinuaren barruan **bost kategoria** baino ez zituzten onartu: **klaseak, ordena, generoa, espezieak eta bariatateak**. Ezagutzen ziren animalien kopurua hazi ahala, beste bi kategoria gehitu ziren: familia (generoaren eta ordenaren artean) eta filuma (klasearen eta erreinuaren artean). Linnaeus-ek erabilitako bariatateak guztiz baztertu edo azpiespezieengatik edo ordezkatu ziren.

Hala ere, ezagutzen ziren espezieen kopurua handitu zen, eta horrekin batera espezieen arteko erlazioei buruzko ezagutza, eta espezieen kokapen taxonomikoaren adierazpen zehatzagoa beharrezkoa izan zen. Hori lortu zen **jatorrizko oinarritzko zazpi kategoriak (erreinua, phyluma, klasea, ordena, familia, generoa eta espeziea)** zatituz eta osagarriak gehituz. Kategoria osagarriak aurrizkiak gehituz eratzen dira, oinarritzko maila desberdinen gainetik doazenei super- gehituz, eta azpitik doazenei sub- edo infra- gehituz. Guztira, **33 kategoria** daude, haietako 18 ezagun eta erabilienak izanda. Kategoria hauek botanikan ere erabiltzen dira.

Any given animal species belong to these seven obligatory categories:

Kingdom
Phylum
Class
Order
Family
Genus
Species

The sequence from top to bottom and the customary indentation indicate decreasing scope or inclusiveness of the various levels.



Linnaeus-en **zazpi oinarritzko kategoriak erabiltzea derrigorrezkoa** da, hau da, animali bat ez dago behar bezala sailkatuta zazpi mailetakoko talde implizitu edo esplizitu batean jarri ez bada. Beste mailen erabilera aukerakoa da, sailkatzaile bakoitzaren gustuaren arabera eta kasuan kasuko organismoen taldean aurkitzen dituen eskakizunen arabera. Dena den, bada mugimendu hori askatasunari dagokionez; baldin eta subsidiarioritasun maila edozein talderen barruan erabiltzen bada, ahal den neurrian, talde horretako organismo guztietarako erabili beharko litzateke. Adibidez, subfamilia bat familia barruan erabiltzen bada, familia osoa subfamilietan banatu beharko litzateke eta genero guztiak azpifamilia batean edo bestean kokatu beharko lirateke. Hala ere, subfamilia eskaera bateko familia batean erabiltzeak ez du eskatzen ordena bereko beste familia batzuetan ere erabili behar izatea.

c. Nomenklatura

Nomenklatura taxonomiak eraturako **taxonei izena emateaz** arduratzen da, horretarako arau zehatzak landuz.

Antzinatean, Aristoteles (*Historia Animalium*, *De Partibus Animalium*, *De Motu Animalium*, *De Incessu Animalium*, *De Generatione Animalium*) eta Plinio Zaharraren (*Naturalis Historia*) garaian (K.a. IV, eta I, mendeak, hurrenez hurren), 500 bat animali espezie baino ez ziren ezagutzen. Esplorazioen aroan, espezie-kopuruaren gorakada nabarmena egon zen, halatan non **Athanasius Kircher** (1602-1680) arka oso berezia diseinatu beharrean aurkitu baitzen Noeren kontakizuna datu zientifikoekin kontziliatu ahal izateko (*Arca Noë*, 1675). Ordurako 500 bat espezie hegazti ezagutzen ziren, eta 150 kuadrupeo. XVI. mendetik aurrera espezie-katalogoa zabaldu egin zen espedizio zoologiko eta fauna fosilen araketaren bidez.

Zer esanik ez, nomenklatura-arazoa areagotu egin zen izugarriro, batez ere XVIII. mendean. Mende horretako katalogoa hain handia zenez ezin maneiatzukoa bilakatu zen. Linnaeus aurreko nomenklaturak izen greko edo latinoak erabiltzen zituen, arruntak, baina ez ziren nahikoa inondik inora; sekula ere ez zen jakiten ziurtasun osoz izen bat zein animaliarri zegokion, edo, bestalde, ezin zitzaion aplikatu grekoek edo erromatarrek ezagutzen ez zuten faunari. Beste batzuetan izen mitologikoak erabiltzen ziren.

Haziz zihoan arazo horri aurre egiteko, zenbait proposamen plazaratu ziren. Esate baterako, **Gesner-ek** zenbakiak sartu zituen antzeko espezieak bereizteko: *Sturio primus*, *Sturio secundus*, eta abar. **John Ray-k**, *Historia Insectorum* delakoan (1710), esaldiak erabili zituen espezieak elkarren artean desberdintzeko, adibidez: "armiarma horikara, sabelalde zurixka duena gunerik irtenenean, eta buru zuhaila begiz betea" eta "armiarma gorria edo hur kolorekoa, eta gurutz batekin, zeinak tuberkulu isolatuak baitauzka sabelaldeko alboetatik". **Lang-ek** (1722) esaldi laburragoak erabiltzen zituen.

Hau da, XVIII. mendera arteko inbentarioak oso ilun eta nahasgarriak ziren, gaizki karakterizatuta baitzeuden espezieak. Egoera horren aurrean, **Carolus Linnaeus-ek** (1707-1778) **sistema binomial** bat proposatu zuen izenak esleitzeko, eta bai, horrez gainera, sailkapenerako metodo hierarkikoa ere ezaugarri morfologikoetan oinarritua. Guzti horren kanona *Systema Naturae* delakoaren 10. argitalpenean plazaratu zuen, 1758. urtean. Sistema binomial horren bidez, izenak nolabaiteko etiketa bihurtu ziren, definizio kutsua galdurik. Metodo hori **oso arrazional eta erabilgarria** zenez, Linnaeus-en proposamenak bidea egin zuen, **gaur egun arte** iraun duelarik.

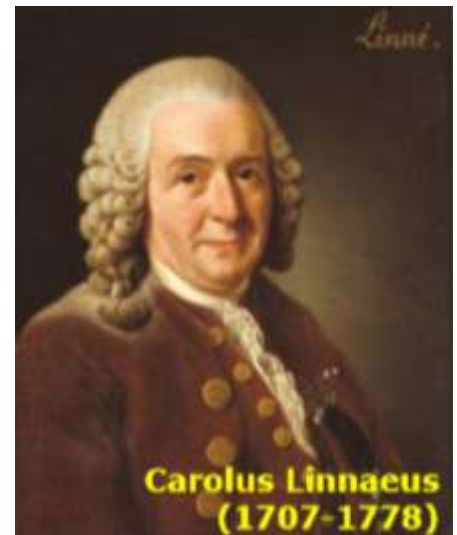
NOMENKLATURA BINOMIALA

Nomenklatura binomiala edo nomenklatura binarioa, izaki bizidunen espezieak izendatzeko sistema formal da, bakoitzari bi zatiz osatutako izena emanez (latinezko hitzez osatuta gehienetan, nahiz eta batzuetan beste hizkuntzetako hitzak egon). Izenaren **lehen atalak espeziea duen generoa** identifikatzen du; **bigarren atalak** (epiteto espezifikoa) generoaren barneko **espezieak identifikatzen** ditu. Generoa eta espeziea **etzanda idazten** dira.

Gaur egun, **Nomenklatura Zoologikorako Nazioarteko Kodean** (ICZN / NZNK) ezarrita daude Nomenklatura Zoologikoaren arauak. Ohi denez, **izen zientifikoak latinoak** edo, behintzat, latinizatuak izaten dira, horrela berorien **unibertsaltasuna** lortuz. Bestalde, izen bakoitza bakarra eta bereizgarria izaten da, espeziea bera den bezala. Kodeak izen zoologikoen **hitzen kopurua** ezartzen du: berba bat espezieetik gorako kategorietarako (*Mammalia*, *Mollusca*, *Helicidae*, *Hominidae*...), espezieetarako berba bi (*Homo sapiens*, *Helix aspersa*...), eta hiru subespezieetarako (*Homo sapiens sapiens*...). Espezie eta subespeziearen kasuan, lehen berba generoaren izenari dagokio; esate baterako, *Homo sapiens* kasuan, *Homo* genero-izena da, **beti maiuskulaz** hasita idazten dena. Bigarren berba determinatzaile espezifikoa da, **beti minuskulaz** hasita idazten dena. Batzuetan, subgeneroa egon daiteke: parentesi artean eta maiuskulaz hasita idazten da, generoaren eta determinatzaile espezifikoen izenen artean; adibidez, *Marmorana* (*Murella*) *muralis* barraskiloaren kasuan, *Murella* da subgeneroaren izena.



John Ray
(1627-1705)



Carolus Linnaeus
(1707-1778)

Genero, espezie eta subespezieen izenak kurtsibaz edo azpimarratuta idazten dira. Batzuetan, espeziearen izenaren ondoan, deskribatzailearen izena eta urtea (hau da, taxona norik deskribatu eta zein urtetan argitaratuta dagoen) jartzen dira; adibidez, *Homo sapiens* Linnaeus, 1758. Batzuetan, deskribatzailearen izena eta data **parentesi artean** agertzen dira; horrek **generoaren izena aldatu egin dela esan nahi du**, hots, lehen aldiz deskribatu zenetik hona espeziea beste genero batean kokatu dela. Adibidez, barraskilo baten izena *Helix nemoralis* Linnaeus, 1758 izan zen deskribatu zenean, baina orain *Cepaea nemoralis* (Linnaeus, 1758) da. Kontuan hartzekoa da ere, taxon guztiek dauzkatela deskribatzailea eta deskribapen data, nahiz eta normalean ez diren adierazten.



Ondoko argazkian ikusten denez, aitzinean genero berdinean sailkatutako hiru espezie, orain, hiru genero ezberdinetan multzokatzen dira. Hori dela eta, berrienak diren bi genero dituzten espezieetan, aurkitzailearen izena parentesi artean doa.

Nomenklatura Zoologikorako Nazioarteko Kodearen arabera (NZNK), kategoria taxonomiko batzuen taxon-izenek atzizki bereziak eduki behar dituzte: Superfamilia: -oidea Familia: -idae Subfamilia: -inae Tribu: -ini. Kode honen zereginak dira, besteak beste, espezieak nomenklatura binomialaren baitan egokiro integratzen direla ziurtatzea, homonimia edota sinonimia kasuetan zein izen erabili behar den zehaztea, eta testu zientifikoetan izen zientifikoak nola erabiltzen diren azaltzea.

NOMENKLATURARI LOTUTAKO ARAZOAK: HOMONIMIA ETA SINONIMIA

Homonimia dagoela esaten da autore desberdinek izen berbera eman dietenean taxon desberdinei. Espezie-mailan arraroa izan arren, nahikoa arrunta da genero-mailatik gorako kategorietan. Adibidez, Georges Cuvierrek *Echidna* generoa argitaratu zuen 1797an, ugaztun monotrematu arantzatsua erantzat. Baina, lehenagotik, 1788an J.R. Forster-ek *Echidna* izena plazaratu zuen *Muraenidae* arrain-familiako genero batentzat, Cook kapitainaren lehen bidaiaren harrapatutakoa. Beraz, Forster-en taxonak du prioritatea, izen homonimo berriagoa baita Cuvier-ena. Illiger-ek konpondu zuen arazoa 1811n, ordain izentzat *Tachyglossus* proposatuz.

Arazo larria da homonimia, eta arteztu beharrekoa detektatu bezain laster. Adibide, oso ezaguna da ondokoa, kasu honetan ordena-kategoriako taxon bi inplikatu zituen. Batetik, *Decapoda* Latreille, 1802 krustazeo-ordena deskribatu zen, eta geroago Leach-ek *Decapoda* zefalopodo-ordena 1817an, Aristotelesen oktopodoak eta dekapodoak erreskatatuz. Jakina, bigarren hori guztiz nahasgarria da eta baztertuta dago gaur egun.



Sinonimia dago taxon bakar batek izen bat baino gehiago jaso dituenean. Oso **arrunta da espezie-mailan**, eta izatez hainbat espeziek dauzkate sinonimoak. Adibidez, Linnaeusek plazaratu zuen *Helix nemoralis* barraskilo-espeziea 1758an, genero berean berrogeita hamar bat barraskilo-espezie bildu zituelarik; nolahi ere, gerora oso eztabaidatua izan da genero horren ondarea, eta, esaterako, Held-ek *Cepaea* generoa ezarri zuen 1838an, bertan kokatu zuelarik *H. aspersa* Linnaeus, 1758. Harrez geroztik *Cepaea nemoralis* (Linnaeus, 1758) da espezie horren izen binomial onartua (adi: oraingo honetan parentesi artean doa jatorrizko deskribatzailearen izena, eta urtea), eta berorren sinonimo bihurtu da *Helix nemoralis* Linnaeus, 1758 (adi: parentesirik gabe idazten dira taxon baten jatorrizko egilearen izena eta urtea).

d. Taxonomia

Sailkapenaren **prozesu teorikoaz** arduratzen da, horretarako oinarri, printzipio, prozedura, arau eta legeak ikasirik. Taxonomiak sailkapen-bide batzuk aukeratzeko irizpideak eskaintzen ditu. Taxonomia erabiliz, hau da, irizpide egokiak maneiatuz, **ordenamendu naturala** lortuko da, eta, horrenbestez, aztertutako bizidunak multzoka taldekatuko, duten ahaidetasunaren arabera. Multzo natural horiek **taxonak** dira: bizidunen taldekamendu jakin bat, hainbat irizpide taxonomikoren arabera definitua, egokiro izendatua eta sailkapen hierarkiko batean kokatua. Maila eta izaera askotako irizpideak erabiliz hainbat eta hainbat taxon sortuko dira, eta banan-banan izendatu egingo dira elkarrengandik erraz bereizteko. Nomenklatura deritzon diziplina subsidiarioaren laguntza edukiko dugu taxon bakoitzari izen bat esleitzeko.

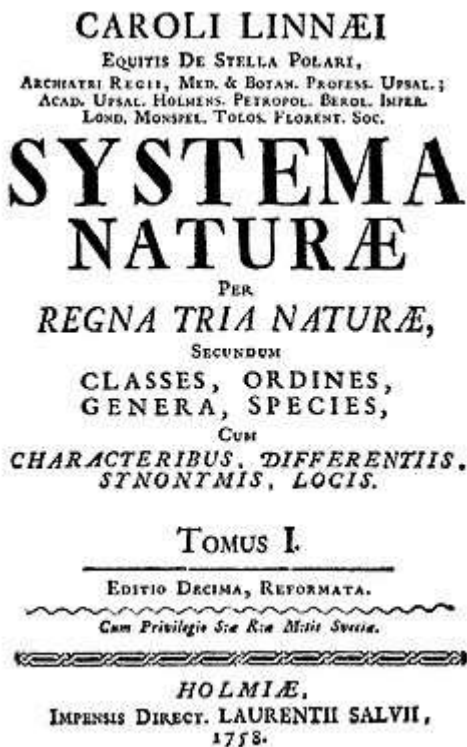
Taxonomia grekerako *taxis*(ezarpen) eta *nomos*(legea) hitzetatik dator. John Ray-ren (1627-1705) landareen sailkapena bere *Historia Plantarum* liburuan, oso garrantzitsua izan zen taxonomia modernorako norabidean. Gainera, liburu berean, espezieen lehen definizio biologikoa egin zuen.

Taxonomia terminoa Augustin Pyramus de Candolle botanikoak 1813an (*Theory elementaire de la botanique* bere liburuan) proposatu zuen lehen aldiz landareen sailkapenerako. Taxonomia, beraz, landareen eta animalien ezarpena da, arau batzuk onarritzat hartuz. Simpson-ek (1961) sailkapenaren, haren oinarri, printzipio prozedura eta arauen ikasketa teoriko gisa deskribatu zuen taxonomia. Ernst Mayr (1982) "organismoak sailkatzearen teoria eta praktika" bezela definitu zuen. Christoffersen (1995) taxonomia definitu zuen "ikertzaileak naturan aurkitutako taxonen arteko erlazioekin konsistentea den hitz sistema baten barnean taxonak ezagutzeko, izendatzeko eta ordenatzeko praktika" bezala.

Lehen taxonomoek Jainko kreatorrak sortutako ordena islatzea zuten helburutzat katalogoaren ordenamendua egitean, eta horixe bera adierazten digu Linnaeus-en liburu kanonikoaren izenburuak, *Systema Naturae* delakoak. Gaur egun ere, Sistematika Zoologikoa animaliak taxonez taxon ordenatzen saiatzen da, baina, **ordenamendu horrek animalia taldeen historia ebolutiboa ahalik eta doituena** adierazita. Beraz, taxon biren arteko hurbiltasuna, duten ahaidetasun filogenetikoaren ondorioa izango litzateke, eta izatez, autorerik autore aurki ditzakegun sailkapen desberdinak, oinarrian, historia ebolutibo desberdin samarrak onartzetik eratorriko dira. Halandaze, **irizpide taxonomikoak filogenetikoak izango dira** azken batean. Mota bikoak izaten

dira: **zuzenak eta zeharkakoak**. Irizpide **zuzenak paleontologikoak** dira eskusiboki, zeren, beroriek artezartezean erakusten baitute bizidunen historia ebolutiboa. Baina, zenbait arazo agertzen dira: alde batetik, datazioa, problematikoa izaten dena sarri askotan; bestetik, fosilizazio-prozesua, zeren bizidun batzuek ez baitute arrasto fosilgarririk uzten, eta uzteketan ere arazorik egon daiteke, ingurunean fosilizatzeko baldintza aproposik ez bada. Gainera, irizpide paleontologikoak gehienetan hutsunez beteta daude, fosil-serieak ezin dira-eta osotu.

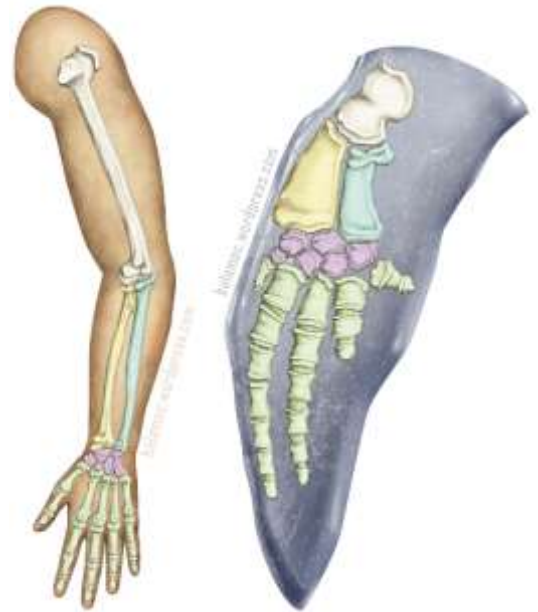
Hori dela-eta, beste irtenbide batzuk bilatu behar dira, eta orduan, filogeniarekin erlazioatutako zeharkako datuetara jotzen da. Nagusiki, **datu morfologikoak** izaten dira. Datu morfologikoak anatomia, histologia eta organografia konparatuetatik eratorritzen dira, eta eskema orokorrak, ereduak edo arbaso hipotetikoak zirriboratu eta proposatzeko balio dute. Dena den, ezaugarri morfologikoak erabilgarriak izatekotan ahaidetasunean oinarritu behar dira, hau da, **homologiak** ezarri behar dira. Ezaugarri bi (direla organo, aparatu, sistema, gorputz-zati, eta abar) homologoak izaten dira **jatorri ontogenetiko berbera eta egitura-plan berbera dauzkatenetan, nahiz eta morfologikoki desberdinak izan funtzio desberdinak betetzeagatik**.



Esate baterako, ornodun tetrapodoen gorputz-adarrak homologoak dira: saguzarren hegoa, primateen besoa, zaldi-behorren aurreko hanka, usoaren hegoa, balearen aurreko hegatsa...

Aitzitik, kontu handiz ibili behar da **analogiekin**. Izan ere, **egoera bati egokituz, hau da, moldaera dela-eta, jatorri ontogenetiko desberdina duten organo bik konbergitu egin dezakete antz nabarmena lortu arte**. Esate baterako, intsektu eta hegaztien hegoak, edo arrain eta izurde edo baleen gorputz-forma, edo ornodunen eta molusku zefalopodoen begiak... Dena den, gehien-gehienetan anatomia edota histologia konparatua nahikoa izaten da jatorrizko desberdintasun ezkutua agerrarazteko. Eta enbriologia eginez, ez da duda-izpirik geratzen.

Bestetik, datu morfologikoen barruan, ezaugarri ontogenetikoak dauzkagula aipatu behar da, baina, baliagarritzat jotzeko, aurretik Haeckel-en "**lege biogenetiko oinarritzkoa**" onartu behar da. Lege horrek "ontogeniak taldearen filogenia islatzen duela" diosku. Erabili ahal diren beste zenbait irizpide, taldeen arabera, hurrengo hauek dira: **fisiologikoak** (adibidez, metabolismo homologoak), **ekologikoak** (bizkarroien konparaketak), **etologikoak** (kantak, gorteiurak), **biogeografikoak** (sakabanakuntza-zentroak), **biokimikoak** (kitinaren presentzia), **serologikoak** (primateen sailkapenerako)...

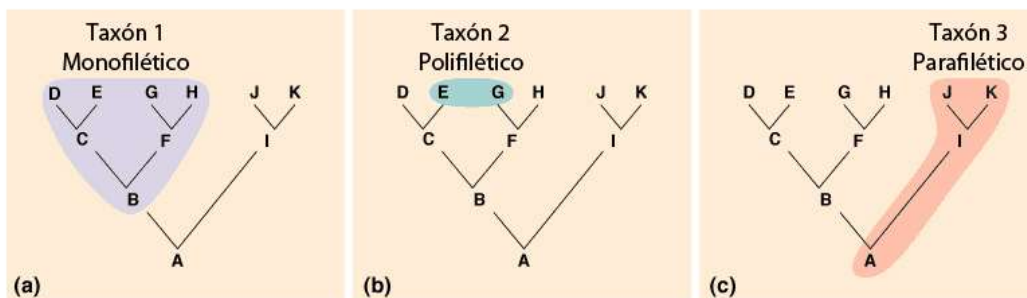


HOMOLOGIA ornodun gorputz adarretan ikusten da.

Homologia eta analogia kontzeptuei lotuta, animalien eboluzio-ereduak aztertuko ditugu. Alde batetik, animalia talde bik edo ezaugarri bik gero eta antzekotasun handiagoa dutenean (kasurako, intsektu eta hegaztien hegoak; analogoak dira), **konbergentziaz** mintzatuko gara. Bigarrenez, **dibergentzia** daukagu, animalia talde bik edo ezaugarri bik gero eta antzekotasun txikiagoa dutenean (esate baterako, molusku gastropodoen maskorra eta zefalopodoen luma; homologoak dira). Hirugarrenez, **erradiazioa edo dibergentzia anizkoitza** arbaso komunitik; kasu honetan, talde edo ezaugarri bi baino gehiago daude kontenplatuta. Azkenik, paralelismoa daukagu animalia talde bik edo gehiagok antzeko aldaketa pairatu dutenean eboluzioan zehar.

Irizpide taxonomikoak kontuan hartuta, eta NZNK delakoaren prozedura beteta, sailkapena lortzen da, zeinak animalia talde jakinaren filogenia islatzen baitu nolobait.

Baina, filogeniak proposatzeko orduan, taxon **monofiletikoak** eraikitzen ahalegindu behar da. Taxon monofiletikoak taldeko kide guztien arbaso komun oraintsukoena besarkatzen du, eta bai ondorengo guztiak ere. Esate baterako, gaur egun, autore guztien ustez, molusku-talde guztietarako arbaso bakarra dago; beraz, moluskuen taldea monofiletikoa da. Ostera, antza denez, bareak zenbait bide filogenetiko desberdinetatik eboluzionatu dira, eta horregatik ez daude sailkatuta talde soil batean. Beraz, bareak polifiletikoak dira. Hau da, taxon **polifiletikoak** ez du besarkatzen kide guztien arbaso komun berriena, eta hori dela-eta taldeak, gutxienez, bi jatorri filogenetiko independente dauzka. Beste adibide erraz bat *Radiata* taldean aurki daiteke: simetria erradiatua dela-eta, *Cnidaria* eta *Echinodermata* phylumak talde horretan sailkatu ziren, baina, noski, simetria-mota hori konbergentziaz lortu dute. Azkenik, taxon **parafiletikoa** daukagu: taldearen kide guztien arbaso komun berriena besarkatzen du baina ez ondorengo guztiak. Taxon parafiletikoa zein polifiletikoa, oro har, espezieen ezagutza eskasa dela kausa eraiki dira.



©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

Amaitzeko, arbola filogenetikoaren behaketatik, nagusiki, hiru motatako prozesu ebolutiboak daudela atera daiteke:

- **Estasigenesia:** Egonkortasuna dakar. Estasigenesiaren ondorioak fauna erliktikoak eta fosil biziak dira (zelakantoa, nautiloa...).
- **Anagenesia:** Hobakuntza biologikoa dakar. Talde baten eboluzioan aldaketak metatzen direnean gertatzen da. Esate baterako, anfibio eta narrastien kasuan, besteak beste arrautza kleidoikoa asmatu zenean ura uzteko posibilitatea agertu zen, eta narrastia sortu ziren horrela.
- **Kladogenesia:** Dibergentziantz eta aniztasunaren emendiorantz jotzen du.

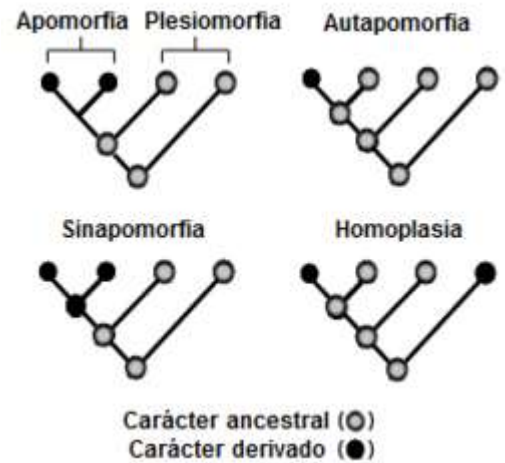
TAXONOMIA ESKOLAK

Mayr eta Ashlock-ek (1991) taxonomia bi mailatan banatu zuten:

- **Mikrotaxonomia:** espezieei dagozkien arazoak soilik jorratzen dituen maila.
- **Makrotaxonomia:** taxon handiagoen arazo eta printzipioak jorratzen dituena.

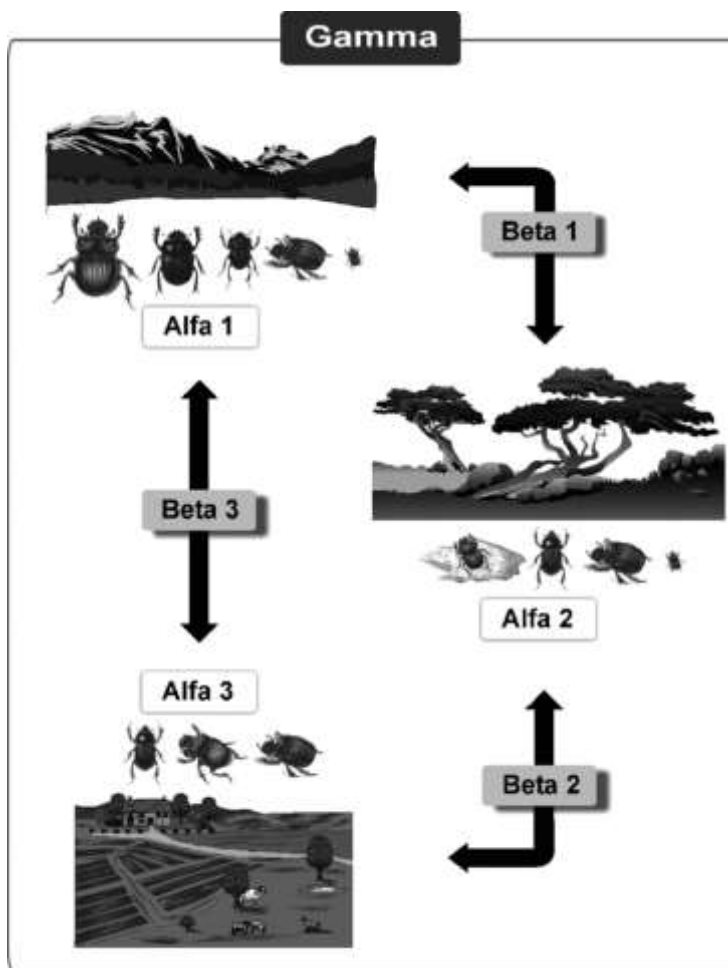
Mayr eta Ashlock-ek (1991) makrotaxonomiaren hiru eskola adierazi zituzten:

- **Fenetika (edo zenbakizko taxonomia).** Arbaso komunetako eboluzioan oinarritutako sailkapena izan ordez, fenetika organismoak ezaugarri orokorren arabera sailkatzean datza. Fenetikak leinuen arteko harreman filogenetikoa irudikatzen laguntzen du antzekotasun eta ezberdintasunetan oinarriturik. Fenetikoek ez dira karaktere primitibo (**plesiomorfikoak**) eta eratorritako karaktereetan (**apomorfoetan**) oinarritzen.
- **Kladistika (sistema filogenetikoa).** Organismoak **ondorengo komun gaurkotasanaren** arabera sailkatu eta mailakatzeko dituen taxonomia da. Teoria honen arabera, animalien egoera kategorikoa zuhaitz filogenetikoan dauden adarkatze puntuen kokapenaren arabera da. Taxonak arbasoetatik eratorritako karaktere komunetan dute oinarria (**sinapomorfiak**). Leinu **monofiletikoak edo kladoak** identifikatzeko balio du.
- **Taxonomia ebolutiboa (edo sistema ebolutiboa).** Kontzeptu osoa **darwinismoan** oinarritzen da. Kontzeptu horren arabera, taxon bakoitza arbaso arrunt batetik eratorrita dago, baina komunean agertzen diren ezaugarriak ez dira beti arbaso komunean agertu behar. Sailkapen ebolutiboan, organismoen **sailkapena erlazio filogenetikoaren eta antzekotasun orokorren** arteko konbinazio bat erabiliz egiten da. Taxon handiei espezie singularrei baino garrantzia handiagoa ematen zaie.



Hiru maila taxonomiko bereizten dira: **α, β eta γ mailak**.

α maila deskriptiboa da, hau da, animalien deskribapena eskatzen du. Espezieak identifikatu, karakterizatu eta izendatuak



diren fasea da. Maila honetan, espezie berri bat aurkitzen denean Linneoren nomenklatura binomialaren arabera izendatzen da. Behaketa sistematikoak espezieen inbentarioa dakar, eta arazo praktiko bi dauzka, espezieak-edo **etiketatzea** (nomenklatura) eta **ordenatzea** (taldeka taxutzea, elkarren arteko erlazioak aintzat hartuz). Sor daitezkeen edonolako arazoak izendapenekin, maila honetan konpondu behar dira.

β mailak espezieak kategoria hierarkikoen sistema natural batean duten antolaketa adierazten du. Ikusteko errazak diren ezaugarri estruktural komunak ebaluazioaren bidez lortzen da. Horrela, β-taxonomiak sailkapenaren sistema naturalaren bilaketarekin du zerikusia. Modu horretan, taxon bakoitzak taxon horrentzako ezaugarri eksklusiboak izango ditu. Maila honetan, antzeko multzoak (taxonak) konparazioz bereizten dira eta hierarkikoki antolatzen dira (sailkapena). Arazoa da zein irizpide erabili taldekamendu naturalerako (kriterio taxonomikoak). Intentionalitate baten barruan aukeratuak dira Sistematika Zoologikoan erabiliko diren irizpideak, ahelik eta naturalen izan behar baitu lortu nahi den sailkapena. Ondorioz, animalien arteko erlazio ebolutiboak hartzen dira kriterio taxonomiko gisa.

γ maila teoria orokorren gauzatzeaz arduratzen da. Maila honetan, sailkapena modelo filogenetiko bat izango da, asumituriko ahaidetasun-harremanetan funtsatua. Lorturiko ordenamenduaren kausak bilatuko ditu γ mailak, ikasketa ebolutiboen eta bariazio espezifikoen analisiaren

bidez. Dibertsitate organikoaren interpretazio kausalari arreta handia ematen zaio.

e. Espezie kontzeptua

Aipatuenez, zoologoaren betebeharren arteko lehenengoetariko bat espezieak bereiztea litzateke. Baina, arazo galanta da espeziea zer den definitzea. Espeziearen kontzeptua intuitiboa da gehienbat, eta jadanik 1686. urtean Ray-k filiazio-harremanaz definitu zuen, baina, ikuspegi guztiz fixista baten barruan. Linnaeus-en ustez, espezieak mudaezinak ziren, Jainkoak sortu zituen bezalakoak. Kontzeptu hau ere fixista da, bai, noski. Alabaina, 1859. urteaz geroztik ideia eboluzionistak aurrera zihoazelarik, fixismoa maldan behera abiatu zen. Paleontologia, anatomia konparatua eta aldaketa morfologiko geografikoa eboluzioaren alde mintzatzen hasi ziren, eta berorrek batera, espeziearen kontzeptua aldatu behar izan da. Izatez, eta hasteko, espezie delakoa mudakorra izan behar da, eta, horrenbestez, espezie-definizioa gero eta korapilatsuagoa izango da, behintzat praktikan. Dena den, filiazioaren printzipioak oinarritzkoak izaten jarraitzen du. Hau da, ikuspegi genetikoa batetik, **espezie berekoak dira gene-multzo berean estekatuta dauden animaliak**, hots, espezieak, Mayr-en ustez (1942, 1969), **elkarrekin ugaltzen diren animalia populazioen multzoak** dira, edo behintzat potentzialki ugaltzea daitezkeenak, eta, hortaz, **ugaltze-kontuetan beste antzeko taldeekiko isolatuta daudenak**.

Jakina, kontzeptu honen arazoa praktikan agertzen da. Eta ez soilik fosilei dagokiela (esate baterako, nola baieztatu daitezke trilobite-populazio bi elkarrekin ugaltzeko gai zirenetz), baita egungo faunarekin ere: oro har, zoologoek ezin dute frogatu populazio biren artean gene-trukea posible ote den. Areago oraindik, zoologoek gehienetan bildumetako ale kontserbatuekin egiten dute lan. Argi dagoenez, irizpide genetikoa helezina izaten da, oro har, espezieak zehazteko ulean.

Beraz, praktikan beste bideren batetik abiatu behar da, irizpide errazagoak bilatuz. Irizpide horiek **irizpide morfologikoak** izaten dira, zeintzuk errazena baitira behatzeko eta kontserbatzeko. Edozelan ere, logikoak dira, zeren eta, suposatuta egiten badugu espezie batek kohesio genetikoa mantendu behar duela, orduan logikoa baita itxarotea aleen aldaketa morfologikoa leuna eta jarraitua izatea espezie baten barruan, eta, era berean, ez-jarraitua edo bat-batekoa espezie desberdinen artean. Beraz, nahiz eta teorian espeziearen kontzeptua populazioen propietate ugaltzaileetan oinarrituta egon, praxian batez ere morfologiak lagunduko gaitu espezieak bereizteko ulean.

Espezie morfologikoak itxura bereko bizidunak besarkatzen ditu. (1758)

TABLE 7.1 *Twenty-two species concepts and standardized abbreviations*

1. Agamospecies (ASC)	14. Morphological (MSC)
2. Biological (BSC)	15. Non-dimensional (NDSC)
3. Cohesion (CSC)	16. Phenetic (PhSC)
4. Cladistic (CISC)	17. Phylogenetic (PSC)
5. Composite (CpSC)	a. Diagnosable Version (PSC ₁)
6. Ecological (EcSC)	b. Monophyly Version (PSC ₂)
7. Evolutionarily Significant Unit (ESU)	c. Diagnosable and Monophyly Version (PSC ₃)
8. Evolutionary (ESC)	18. Polythetic (PiSC)
9. Genealogical Concordance (GCC)	19. Recognition (RSC)
10. Genetic (GSC)	20. Reproductive Competition (RCC)
11. Genotypic Cluster Definition (GCD)	21. Successional (SSC)
12. Hennigian (HSC)	22. Taxonomic (TSC)
13. Internodal (ISC)	

Source: Mayden 1998.

Espezie filogenetikoa ezaugarri apomorfiko batek definitzen du, zeina ez baitago arbasoan, ez espezie haurriedetan ere. (1983)

typological species concept

The concept of a species as a group whose members share certain characteristics that distinguish them from other species. This concept, was in the philosophies of Plato and Aristotle and was the species concept of Linnaeus and his followers. Cain (1954, 1956) regarded the above concept as the morpho-species concept. Another group of scientists refer to this as essentialist species concept because the members of a taxon or the species can be recognised by their essential characters. But by the late 19th century was being supplanted by other concepts, notably the [biological species concept](#).

Gaur egun, badira Nomenklatura Zoologikorako Nazioarteko Kodeak zehazturiko zenbait arau Zientziarako berria den espeziearen deskribapenerako. Alde batetik, eta posible denean, noski, ale-kopuru handiekin egin behar da lan, aleak populazio desberdinetakoak izanik. Aztertu egin behar dira ahalik eta ezaugarri gehien: morfologikoak, ekologikoak, fisiologikoak, etologikoak eta abar. Datu horiekin guztiekin espeziearen deskribapena egin eta argitaratu behar da. Horretarako erabili den material biologikoak edozein zientzialariren eskumende egon behar du, eta horregatik normalena izaten da material biologiko hori erakunderen batean depositatzea, unibertsitate edo museoren batean, egokiro kontserbatuta. Deskribapenarekin batera, **"tipoa" edo "ale tipikoa"**, edota zehazkiago **holotipoa**, designatzen da. Ale horixe da, deskribatzailearen ustez, espeziea ondoen errepresentatzen duena. Holotipoarekin batera, deskribapenerako erabili diren gainerako aleak aipatzen dira argitalpenean; beroriek **paratipoak** dira. Holotipoak eta paratipoek **serie tipiko** deritzona osotzen dute.

Biologian, **tipo bat organismo baten ale partikular bat** (edo, zenbait kasutan, ale-talde bat) da, organismo horren izen zientifikoa formalki atxikituta duena. Beste modu batera esanda, tipo bat taxoi partikular baten ezaugarri definitzaileak zentralizatzeke balio duen adibidea da.

Baldin eta edozein arrazoi dela kausa (galdu edo desegin) holotipoa desagertzen bada, orduan **lektotipoa** definitu behar da. Hau da, serie tipikoan beste ale bat aukeratu behar da lehengo holotipoa ordeztzeko. Eta serie tipiko osoa galtzen den kasurako,

Nazioarteko Kodeak **neotipoa** aukeratzea agintzen du espezie barruko aleen artean. Errutinazko prozedura hauek guztiz betebeharrekoak dira, eta tipoaren metodoa izenaz ezagutzen dira.

Espezie tipoa genero edo azpigenero nominal baten izena daraman espezie nominala da. Espezie hori da generoa deskribatzeko abiapuntutzat erabiltzen dena. **Genero tipoa** familia-talde nominal baten izena daraman genero nominala da. Espezimen bat aurkitu den kokapen geografikoari **kokapen tipo** deritzo. Parasitoen kasuan, **ostalari tipo (edo sinbiotipo)** terminoa erabiltzen da organismoa topatu den ostalaria adierazteko.

TIPOAK

- **Holotipoa.** Ale bakarra jatorrizko deskribapenean argi eta garbi aukeratzeko denean, espezimen horri holotipo bezala ezagutzen zaio. Holotipoa museo garrantzitsu batean edo antzeko bilduma publiko ezagun batean kokatzen da normalean, beste biologoek aztertzeko arazorik izan ez dezaten.
- **Paratipoa.** Jatorrizko deskribapenean holotipo aukeratu zenean, espezimen adizionalak egon daitezke tipoen zerrendetan agertzen direnak, eta horiei paratipo deritze.
- **Sintipoa.** Sintipo bat, holotiporik gabeko espezie baten deskribapenean aurkitzen den aleetako bakoitzari deritzo.



f. Nomenklatura euskaldunerako arauak

Nazioarteko kodeetan finkatuta daude bizidun-taldeen izen zientifikoak osatzeko eta idazteko arauak, kategoria taxonomikoen arabera. Izendapenak, oro har, latinetikoak edo latinizatuak dira, eta letrakera (etzana, larría...) ere zehaztuta dago kode horietan.

- A. Kategoria taxonomiko nagusiak honako hauek dira, zehatzenetik hasi eta orokorrenetara: espeziea, generoa, familia, ordena, klasea, dibisioa, filuma, erreinua eta domeinua.
- B. Espezieetik gorako kategoria taxonomikoetan, berba bateko izendapenak erabiltzen dira. Kategoria taxonomiko horiek letra arruntez eta hasierako letra larriz idazten dira. *Briophyta*, *Mollusca*, *Hominidae*...
- C. Espezieak izendatzeko, bi berba erabiltzen dira (sistema binomiala). Lehenengo berba generoari dagokio, eta letra larriz hasten da; bigarren berba espezie-mugatzailea da, eta letra xehez idazten da. Hitz biak letrakera etzanez idazten dira edo, bestela, azpimarratuta (eskuzko idatzietan, esaterako). *Homo sapiens*, *Helix aspersa*, *Pinus radiata*, *Escherichia coli*.
- D. Genero bateko edozein espezieri erreferentzia egin nahi zaionean, generoaren izenaren ondoan sp. laburdura erabiltzen da. *Ulex sp.*, *Salmo sp.*, *Eubacterium sp.* [...].

ATZEAN EUSKAL-TRANSKRIBAPENERAKO ARAUEN TAULAK

IV.5. Biologiako taulak

IV.5.1. Transkripzio-arauak. Sistematikako talde-izenen latinezko eta euskarazko buzerrenda (UZEI 1990etik hartua)

-A bukaerakoak		
-a	-oak	Collembola → Kolenboloak
-aria	-arioak	Turbellaria → Turbelarioak
-ata	-atuak	Chordata → Kordatuak
-blastea	-blasteoak	Calyptoblastea → Kaliptoblasteok
-branchia	-brankioak	Lamellibranchia → Lamelibrankioak
-ca	-koak	Entomostraca → Entomostrakoak
		BAINA Mollusca → Moluskuak (aurreko <i>u</i> -k behartuta)
-cera	-zeroak	Cladocera → Kladozeroak
-cephala	-zefaloak	Acanthocephala → Akantozefaloak
-chaeta	-ketoak	Oligochaeta → Oligoketoak
-corallia	-koralioak	Hexacorallia → Hexakoralioak
-dactyla	-daktiloak	Artiodactyla → Artiodaktiloak
-dela	-deloak	Urodela → Urodeloak
-dentata	-dentatuak	Edentata → Edentatuak
-dira	-diroak	Cryptodira → Kriptodiroak
-ea	-eoak	Hirudinea → Hirudineoak
-eida	-eidoak	Araneida → Araneidoak
-era	-eroak	Monera → Moneroak
-fera	-feroak	Foraminifera → Foraminiferoak
-flagellida	-flagelidoak	Choanoflagellida → Koanoflagelidoak
-gastrea	-gastroak	Aspidogastrea → Aspidogastroak
-genea	-geneoak	Digenea → Digeneoak
-gina	-ginoak	Phytomastigina → Fitomastiginoak
-gnatha	-gnatuak	Agnatha → Agnatuak
-grada	-gradoak	Tardigrada → Tardigradoak
-ia	-ioak	Bacteria → Bakterioak
-ida	-idoak	Annelida → Anelidoak
-idea	-ideoak	Proboscidea → Proboszideoak
-ina	-inoak	Nemertina → Nemertinoak
-ischia	-iskioak	Ornithischia → Ornitiskioak
-lia	-lioak	Marsupialia → Matsupialioak
-morpha	-morfoak	Logomorpha → Logomorfoak
-oda	-odoak	Cestoda → Zestodoak
-odonta	-odontoak	Laberintodonta → Laberintodontoak
-odontia	-odontioak	Thecodontia → Tekodontioak
-oidea	-oideoak	Anthropoidea → Antropoideoak
-oria	-orioak	Infusoria → Infusorioak
-peda	-pedoak	Fissipeda → Fisipedoak
-pedia	-pedioak	Cirripedia → Zirripedioak
-phaga	-fagoak	Mallophaga → Malofagoak
-phora	-foroak	Ctenophora → Ktenofoak
-phyta	-fitoak	Rhodophyta → Errodofitoak
-poda	-podoak	Cephalopoda → Zefalopodoak
-podea	-podeoak	Actinopodea → Aktinopodeoak
-pora	-poroak	Opisthopora → Opistoporoak
-procta	-proktoak	Endoprocta → Endoproktoak
-psida	-psidoak	Cycadopsida → Zikadopsidoak
-ptera	-pteroak	Coleoptera → Koleopteroak
-pterygia	-pterigioak	Ichthyopterygia → Iktiopterigioak
-rhina	-rinoak	Catarrhina → Katarrinoak
-sauria	-saurioak	Ichtyosauria → Iktiosaurioak
-sporida	-sporidoak	Helicosporida → Helikosporidoak
-stomata	-stomatuak	Cyclostomata → Ziklostomatuak
-suchia	-sukioak	Eosuchia → Eosukioak
-ta	-tuak	Insecta → Intsektuak
-theria	-terioak	Eutheria → Euterioak

-thoracica -trichia -ungulata -ura -vora -xonia -zoa	-torazikoak -trikioak -ungulatuak -uruak -boroak -xonioak -zooak	Acrothoracica → Akrotorazikoak Gastrotrichia → Gastrotrikioak Ungulata → Ungulatuak Anura → Anuruak Carnivora → Karniboroak Paraxonia → Paraxonioak Bryozoa → Brio-zooak
-AE bukaerakoak		
-aceae -andrae -atae -cae -colae -contae -dellae -eae -ferae -gamae -iae -idae -inae -itae -medusae -oideae -osae -phyceae -spermae -stomae	-azeoak -androak -atuak -koak -kolak -kontoak -deloak -eoak -feroak -gamoak -ioak -idoak -inoak -ituak -medusak -oideoak -osoak -fizeoak -spermoak -stomoak	Solanaceae → Solanazeoak Synandreae → Sinandroak Ciliatae → Ziliatuak Hepaticae → Hepatikoak Limicolae → Limikolak Heterocontae → Heterokontoak Rhynchobdellae → Errinkobdeloak Gramineae → Gramineoak Coniferae → Koniferoak Cryptogamae → Kriptogamoak Ciconiae → Zikonioak Cervidae → Zerbidoak Equinae → Ekinoak Compositae → Konposatuak Discomedusae → Diskomedusak Bangioideae → Bangioideoak Leguminosae → Leguminosoak Chlorophyceae → Klorofizeoak Gymnospermae → Gimnospermoak Rhizostomae → Errizostomoak
-ES bukaerakoak		
-ales -es -formes -helminthes -ichthyoes -mycetes -ones -tes	-aleak -eak -formeak -helmintek -iktiek -mizetek -oiak -teak	Fagales → Fagaleak Primates → Primateak Anseriformes → Anseriformeak Nemathelminthes → Nematelmintek Chondrichthyes → Kondriktiek Ascomycetes → Askomizetek Scorpiones → Eskorpioiak Trilobites → Trilobitek
-I bukaerakoak		
-ceti -dermi -i -noi -ostei -ostraci -ophthalmi -pterigii -pygi -spondyli -uli	-zetoak -dermoak -oak -nooak -osteoak -ostrakoak -oftalmoak -pterigioak -pigoak -spondiloak -uluak	Mysticeti → Mistizetoak Placodermi → Plakodermoak Acari → Akaroak Dipnoi → Dipnooak Teleostei → Teleosteoak Osteostraci → Osteostrakoak Ciphophthalmi → Zifoftalmoak Actinopterygii → Aktinopteri-gioak Uropygi → Uropigoak Lepospondyli → Lepospondiloak Cetunculi → Zetunkuluak

ZOOLOGIA

3. GAIA: ANIMALIA-ONTOGENIAZKO OINARRIAK

Ontogenia esaten zaio animalia baten bizitza osoari, hau da, ernalketan abiatu eta heriotzan bukatu arteko prozesuari. Batzuetan, ordea, ontogenia terminoak askoz ere definizio zehatzagoa du eta, oro har, enbrioiaren garapenari lotutako prozesua dela esan ohi da; alabaina, ikuspuntu okerra da hura: bizitza osotasunean da ontogenia.

a. Antolakuntza multizelularra

Animaliak -metazooak- organismo edo bizidun multizelularrak dira. Bizidun multizelularra zelula bat baino gehiagoz eratuko organismoa da, bizidun unizelularren kontra -zelula bakarra dutenak-. Horrek berezitasun bat derrigortzen du, multizelularitateak edo unizelularitateak zelulen arteko harreman ezberdina ekartzen dutelako.

- **Bizidun unizelularrak konkurrentzian edo lehian** bizi dira: dela janaria, dela oxigenoa, borrokan daude gainerakoekin, eta ingurunean **maximoki banatuta**, taldekatzeak lehia areagotzen edo emendatzen baitu -baita kutsadura ere-. **Ugalketarako soilik batuko** dira.
- **Multizelularitatea** ematen denean, ordea, **zelulen arteko integrazioa** ematen da, zelulak agregatzen direlarik.

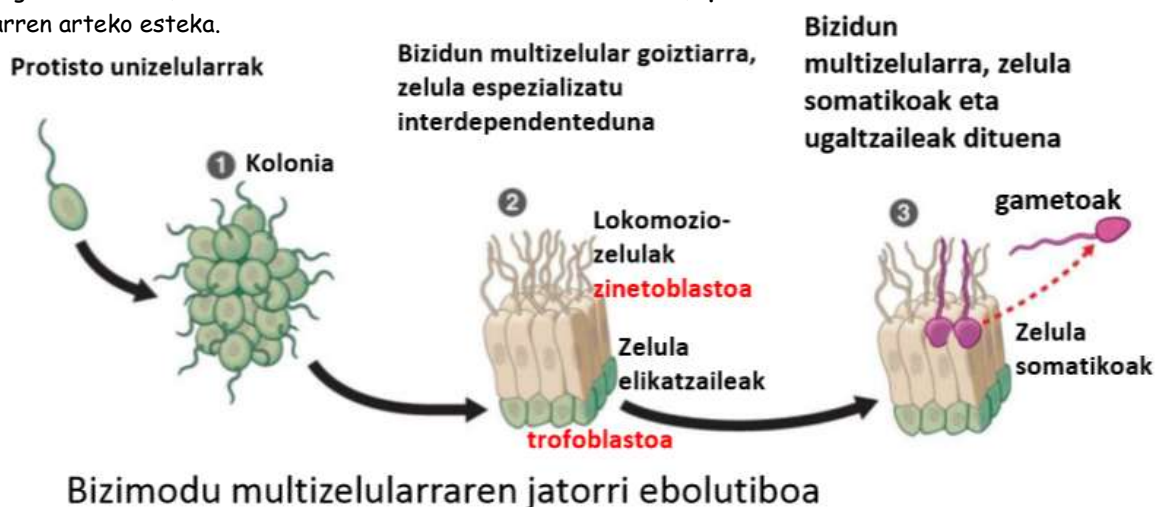
Horrela, zelulaniztasuna abantailatsua suertatu da: **tamainaren emendioa** ahalbidetu du, eta **zelulen espezializazio funtzionala** eta lan-banaketa ekarri du -metabolismoa, higikortasuna, ...-. Modu horretan, funtzio ezberdineko zelulek batera lan egingo dute entitate handiago baten -organismo multizelularren- ongizatea bermatzeko.

Multizelularitatearen abantailaren froga zera da: eukariotoen artean -zenbait prokariotoetan ere-, multizelularitateak 46 aldiz eboluzionatu du modu independentean. Multizelularitatearen lehendabiziko froga ebolutiboa duela 3-3,5 milioi urte bizi zireneko zianobakterioen antzeko organismo batzuen izan zen. Alabaina, ugalketarako, organismo zelulanitzek arazo bati egin beharko zioten aurre: nola sortu organismo oso bat zelula germinatiboetatik abiatuta soilik (adb. espermatozoideak eta obuluak); arazo hura egungo biologo ebolutiboek aztertzen saiatzen dira.

Multizelularitateak oso aniztasun handia erakusten du animalietan: 100-150 zelula-mota ezberdin ageri dira lan-banaketarako, onddoetan edota landareetan ikusten diren 10-20 zelula-moten aldean.

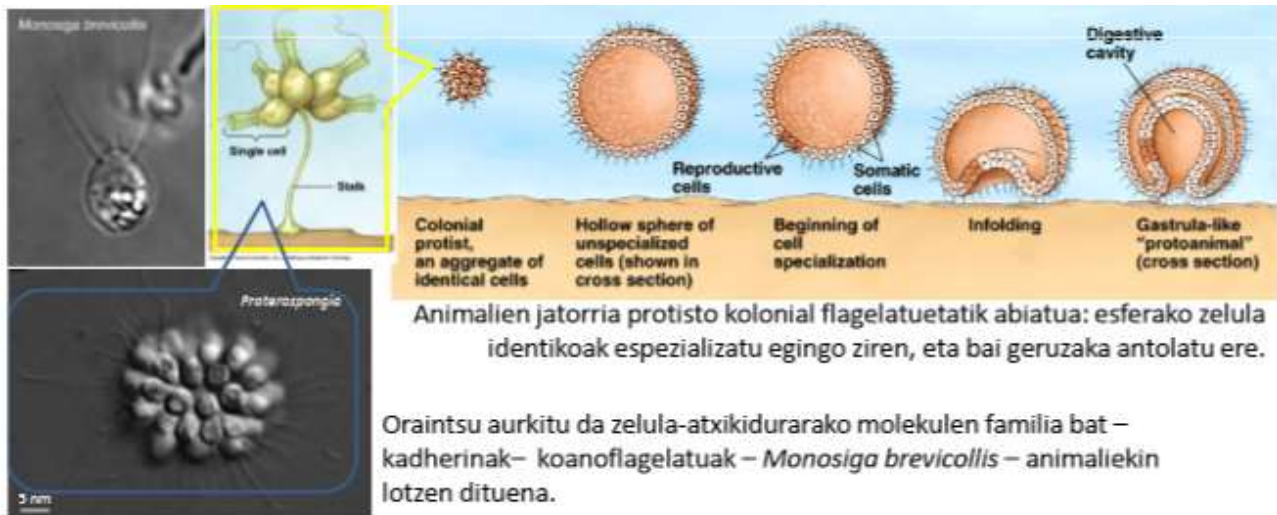
b. Animalion jatorria: eukarioto multizelularrak

Ikerketa askoren arabera, multizelularitatearen eboluzioa **bizidun unizelularretatik abiatuta** behin baino gehiagotan gertatu zen, bizidun-leinu batzuk gauzatu (protozoo kolonial ziliatuak, algak, landare eta onddoak, eta animaliak). Bizidun multizelularrek zelula espezializatuak dituzte, zeregin desberdinak betetzen dituztenak -hala nola, elikadura, hondakinen irazpena, gas trukea...-, baina elkar hartuta daudenak. Ziurrenez, **protisto kolonialak** izan ziren unizelularren eta plurizelularren arteko esteka.



Zelulaniztasuna nola sortu zen azaltzeko hipotesi indartsuena, beraz, koloniala da. Honen arabera, kolonia bat antolatuz metatzen hasi ziren organismo unizelularretatik abiatuta, lan banaketa bat gertatu zen -kolonia espezializatzeak zekarren abantailak aprobetxatzeko asmoz-. Oro har, bi dira oinarritzko espezializazioak: **trofoblastoak** -elikadurarako funtzioa duten zelulak- eta

zinetoblastoak -lokomoziorako zelulak-. Horrez gain, **gametoen sorrera** ere multizelularitateari lotutako ezaugarri bereizgarri bat dugu. Koloniatik espezializazio hura eman zedin, ordea, zenbait eraldaketa gertatu behar izan ziren. Kolonia txiki batean zelulak hazteak ez zuen arazo handirik ekartzen, baina zelulen kopurua handiegia egiten zenean, zelula guztiek ezin izango zuten mantenugaiak eta hondakinak modu eraginkor batean eskuratu eta kanporatu. Horren aurrean, koloniak egitura laminar bat hartzen hasi ziren; hau da, **delaminazioa** gertatu eta zelulak geruza bat osatuz kokatzen ziren, erdian barrunbe bat uzten zutela. Espezializazioa gerora sortuko zen, kolonian funtzioen banaketak zituen abantailak ebolutiboki onuragarriak bilakatzerakoan. Horrek ere ondorio garrantzitsu bat ekarriko zuen: **geruza ezberdinen agerpena** -aurreko kolonia borobilaren inbaginazioz, besteak beste-. Teoria honen defendatzaile nagusia Haeckel izan zen. Berak egungo multizelularren garapen enbrionarioan ikusi zuen islatuta zelulaniztasunaren jatorria -gerora azaltzen denez-.



Halako hipotesirako frogak bezala jotzen dira egungo **protozoo koanoflagelatuak** sortutako koloniak, besteak beste *Monosiga brevicollis* espeziea edota *Proterospongia* generoa. Bi organismo hauek osotutako kolonietako zelulen artean animalion zelulaniztunerako gakoak diren **kadherina proteinak** ageri dira. Proteina familia honetako molekulak animalion ehunetako zelulen arteko loturak osatzeaz arduratzen dira. Proteina horien presentziak bihurtzen ditu koanoflagelatuak animalion arbaso zelulabakar hurbilenak.

Laburtuz, funtzioak trofoblasto (elikadurarako) eta zinetoblastoaren (erlazio eta lokomoziorako) artean banatzen direnean, multizelularitate-hasiera dagoela onartuko dute zoologoek. Aipatu berri ditugun trofoblasto eta zinetoblasto horiek, geroago azalduko ditugun endoblasto eta ektoblasto enbrionarioei dagozkien hurrenez hurren. Egoera hau abantailosa da, eraginkortasun handiagoa lortzen baita: zelula bakoitzak funtzio bakar bat bete dezake.

c. Egoera multizelularren jatorria

Multizelularitatearen jatorriari dagokiola, alde bi har daitezke kontuan. Batetik, **jatorri historikoa**, hau da, nola lortu zen maila multizelularra eboluzioan zehar, eta bai zeintzuk izan ziren lehenengo bizidun multizelularrak. Alde horrek zelulaniztasunaren **ikuspuntu filogenetikoa** islatzen du.

Beste alde batetik, **jatorri partikularra** dugu, hau da, animalia bakoitzaren edo banako jakin baten kasuan, zelua iragaten den maila unizelularretik (zigototik) maila multizelularreraino. Horrek **ikuspuntu ontogenikoa** erakusten du.

KONDIZIO MULTIZELULARREN JATORRI HISTORIKOA: FILOGENIA

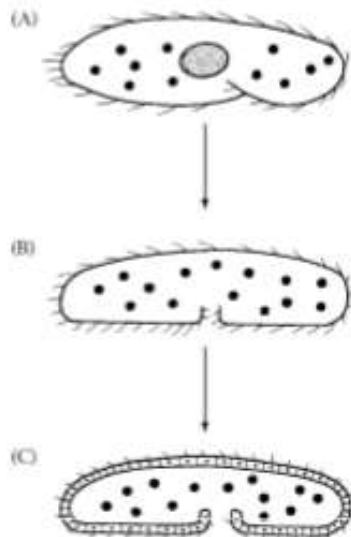
Metazooen edo animalien kondizioaren edo izaeraren jatorria ikertzeko ahaleginak bereziki biziak izan dira azkeneko mendean zehar. Honi lotuta, erregistro fosilean emandako fenomeno nabarmen bat da azpimarratzekoa: duela 570-600 milioi urte (30 milioi urtetako tartean) emandako eztanda biologikoa. Horren eraginez sortuko ziren, fosilek erakutsi bezala, egun ezagutzen ditugun animalia filum gehienak. Fenomeno biologiko horri garrantzi berezia esleitu zaio, eta Kanbriarraurre-kanbriko trantsizio izenez eta eztanda kanbriko moduan ezagutzen da. Eztabaida handia dago, ordea, animalia horien sorreraren ezaugarri askoren inguruan. Argi dagoena zera da: **animaliak talde monofiletiko** gisa sortu ziren duela 700 milioi urte inguru, protistoa zen arbaso amankomun batetik. Eztabaidak, beraz, bestelako zenbait ikuspuntuetatik datoz; hala nola, zein da arbasotzat jo daitekeen protistoen taldea? Nolakoa izan zen lehendabiziko animalia? Zein habitatak gustuko zituen? Nola eman zen unizelularretatik multizelularritarainoko aldaketa? Historikoki, eboluzioan zehar emandako zelulaniztasunaren sorrera nolakoa izan zen azaltzeko bi hipotesi proposatu dira: **hipotesi sintzitala** eta **hipotesi koloniala**.

Hipotesi sintzitala: zelularizazioa

Hipotesi sintzitala 1950-60 urteen artean proposatu zuen J. Hadziand E.D. Hansonek. Izena **sintzizio** terminoari egiten dio erreferentzia; zitologian, sintzizioa nukleo ugari dituen edozein zelula da.

Hansonen hitzetan, metazooen arbasoa simetria bilateraladun, gorputz ziliodun eta nukleo ugaridun protistoa izan zen. Hipotesi honen arabera, organismo zelulabakar horrek substratura bideratutako aho-zimur bat aurkezten zuen eta, hartara, bizimodu bentonikoa jarraitzen zuela ondorioztatu da. Eboluzioan aurrera eginda, multinukleatua zen zelula horren gainazaleko nukleoak bata bestearengandik banatzen hasi ziren, haien artean sortzen hasitako mintz-plasmaticoen agerpenaren ondorioz. Horrek, epidermis zelular batek inguratutako barne-masa sintzital -nukleo ugarikoa- bat agerrarazi zuen. Hipotesi honen arabera, masa horrek pairatutako aldaketa horien eta askoz gehiagoren ondorio dira egun ezagutzen ditugun har zapal azelomatuak (platihelminteen phyluma).

Hipotesi sintzitala onartzeko proposatu diren frogen artean, beraz, egungo ziliatuen eta platihelminteen artean existitzen diren zenbait antzekotasun daude: tamaina (zenbait ziliatu har azelomatu txiki asko baino handiagoak dira), forma, simetria, ahoaren kokapena eta gainazaleko zilioen presentzia. Hipotesi honen aurka dauden argudioak, berriz, garapenari lotutako

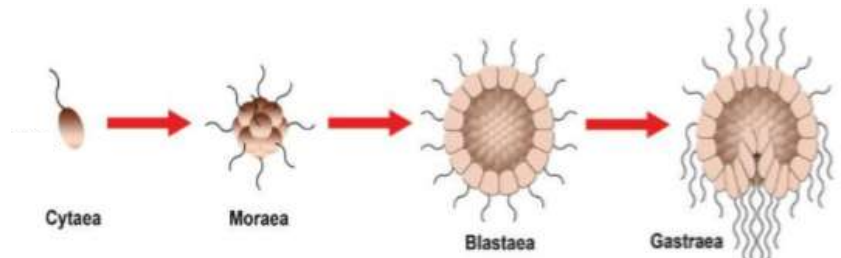


zenbait ikuspuntu eta banako helduen konplexutasun-mailan dauden ezberdintasunak dira. Har zapal guztien antzera, azelomatuak garapen enbrionario konplexu bat jasaten dute; ziliatuek, ordea, ez. Aldi berean, har zapalen barrunbeak zelularrak dira, ez sintzitalak. Horrez gain, egungo ikerketa askok erakutsi dute azelomatuak ez dutela zertan har primitiboak izan behar. Aurretik azaldu bezala, teoria sintzitalak har azelomatuak kokatzen ditu animalia guztion oinarrian, bai knidarioen edota ktenoforoen moduko animalia sinpleen zein askoz ere animalia konplexuagoen jatorrian hain zuzen. Horrek arazo ebolutibo bat dakar, eboluzioan atzera egiteak zentzurik ez duelako. Hori dela eta, teoria sintzitalak oso **onarpen txikia** du gaur egun.

Eskemak adierazten duen trantsizioan, protisto multinukleatu ziliatu batek zizare zapal azeloa itxuratuko zuen. (A) Protisto ziliatua. (B) Metazoo prekurtsore hipotetikoa (ebaketa sagitalean), zeina bentikoa baitzitekeen, bizimoduz narrastaria, eta aho eta faringe bentralduna. (C) Metazoo hipotetiko prekurtsorea (ebaketa sagitalean), behin eta azeloen gradua lortu eta gero: epidermiaren zelularizazioz, barnean endodermo sintzitala gauzatu da.

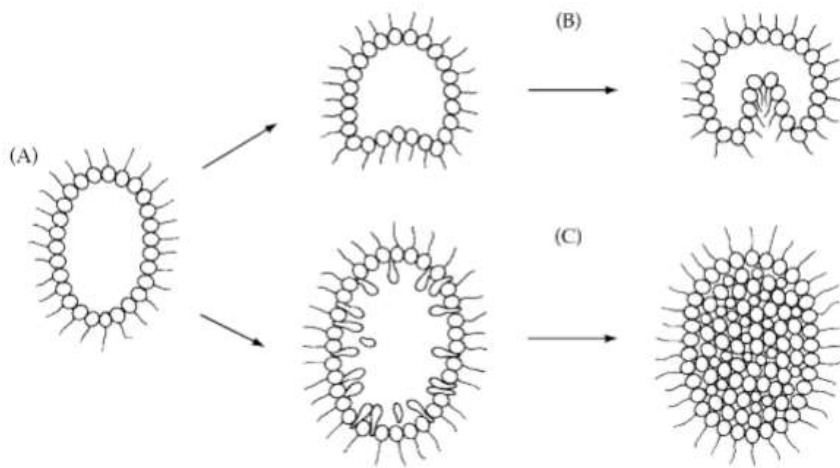
Hipotesi koloniala

Teoria kolonialaren ideia 1874. urtean Ernst Haeckel-ek emandako ideiatik abiatuta garatu zen. Bere hitzetan, protisto flagelatu kolonialen eboluzioz sortutako metazoo arbaso planuloidea izan zen lehendabiziko animalia -gogora ekartzekoa da planula dela egungo knidarioen larba-. Teoria honen arabera, protisto arbasoa eboluzioz aurre-atze orientaziorako mailaren bat garatu zuen zelula flagelodun osatutako esfera hutsa izan zen, zelula somatikoak eta ugalkorrek bereizita zituen esfera bat hain zuzen. Ezaugarri hauek harrigarriak diruditen arren, egungo protisto kolonial ugarietan ikusi dira. Haeckel-ek **blaseta** izena eman zion metazoon arbaso protisto hipotetiko honi, egungo animalia modernoaren artean zeloblastularen agerpen zabalaz ohartuta. Egoera horretan, lehendabiziko metazooa blastearen inbaginazio prozesu batez sortuko zen: prozesu horrek sortutako animaliak bi geruza ezberdinez osatutako gastrula moduko gorputz bat aurkezten zuen, ingurunearekin kontaktuan mantentzeko blastoporoaren antzeko irekigune bat zuela. Haeckel-ek **gastrea** izena eman zion, eta egungo animalien gastrularen antza zuela uste da.



Haeckel-en ustetan, arbaso hauek (blastea eta gastrea) **egungo animalion ontogenian** islatuta daude (lege biogenetikoa: ontogeniak filogenia islatzen du), eta gastrea knidarioen aurretik sortutako animalia primitiboa izan beharko zen. Hipotesi koloniala, gainera, hainbat frogek baieztatu dute; adibidez, egungo animalia sinpleen gorputz-horman -Poriferoen edota Knidarioen paretan, esate baterako- monoflagelatuak diren zenbait zelula ageri dira.

Haeckel-en ideia orokorrak urteek aurrera egin ahala aldatu izan dituzte protisto arbaso hipotetiko horren gaineko ikerketak egin dituzten zientzialari askok (Metschnikoff 1883; Hyman 1940). Zientzialari hauetako batzuen arabera, geruzapenerako bidea ez zen inbaginazioz eman, ingresioz baizik -zelulak barrunberantz zatitzen hasi-. Horrela, lehendabiziko metazooa ez zen hutsa izango, trinkoa baizik. Ideia honen oinarria knidarioen artean ematen den gastrulazio primitiboa da, ingresioz ematen den hura hain zuzen.

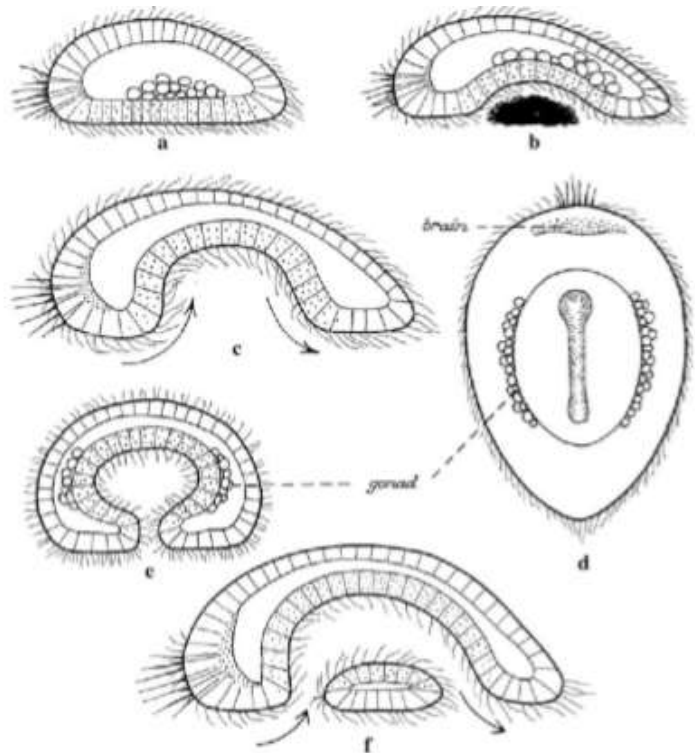


Hipotesi kolonialaren bi bertsio ezberdin. (A) Haeckel-ek proposatutako arbaso protisto flagelodun koloniala (blastea). (B) Haeckelen hitzetan, blasteatik gastrea huts baterainoko trantsizioa inbaginazioz eman zen. (C) Metschnikoff-en arabera, ordea, gastrea trinkoaren sorrera ingresioz eman zen.

Gosta Jagersten eskutik heldu zen 1955. urtean egun izugarriko garrantzia duen **bilaterogastrearen** hipotesia. Teoria hura Ernst Haeckel-en gastrearen hipotesiaren berrikusketak bat da. Hipotesi honen arabera, lehendabiziko metazoa bilaterala zen jada, eta bi fasetako bizi zikoa zuen (gazte pelagikoa eta heldu bentonikoa). Bere begietan, gastrula moduko gorpuzkera sortutako inbaginazioa bilateralki suertatu zen, animaliarri simetria bilaterala emanez, eta ez erradialki.

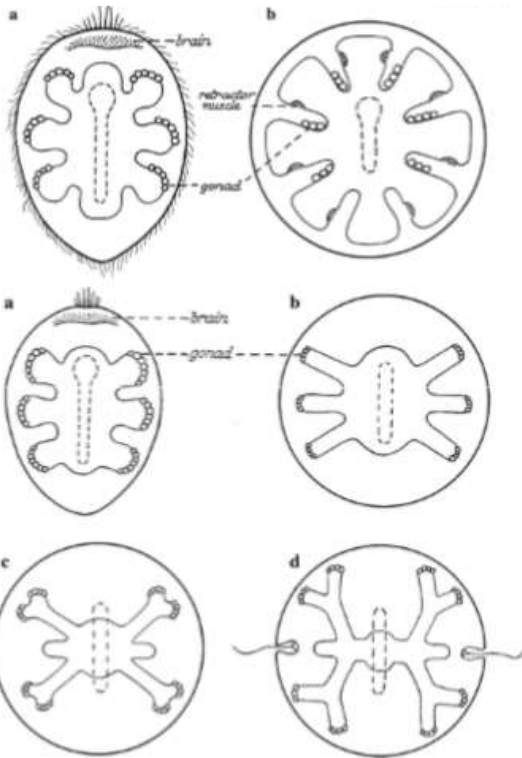
Hipotesi horrek proposatutako kronika honako hau da:

- Hasteko, bizitza pelagikoa duen blastea esferiko batek bizimodu bentonikoa eskuratzen du. Horrela, eta bizimodu bentonikoak dakarren orientazio-mailaren emendioarekin batera, simetria bilaterala agertu eta bilateroblastea sortu egiten da.
- Bilateroblastea horrek, bentosean aurrera egiten duen heinean, janari-partikulak aurkituko ditu. Horrela, abantailatsua suertatuko da zona bentrlean digestiorako barrunbe bereizgarri bat izatea. Ondorioz, eboluzioz, bilateroblasteak inbaginazio bat pairatzen du sabelaldean, oso heste primitiboa duen bilaterogastrea sortuz.
- Poriferoen agerpena sustatzeko, bilaterogastrea substratura atxikitu eta belaki baten *Ascon* forma hartzen du -egungo belakien morfologia sinpleena-.
- Bestelako metazooen sorrerarako, ordea, bilaterogastreak hiru pakete edo poltsa gastriko garatzen ditu, gonadak gordetzeko balioko dutenak.
- Ktenofoeroak eta knidarioak sortuko dituen lerro ebolutiboan, bilaterogastreak aldaketa gutxi batzuk jasaten ditu. Ktenofoeroetan, bilaterogastreak bizitza pelagikoa eskuratzen du. Knidarioetan, ordea, bilaterogastreak antozooen bauplan orokorra eskuratzeko eboluzionatzen du. Jagersten ustetan, ortokoralioak izan ziren bilaterogastreatik abiatuta sortutako lehendabiziko knidarioak.
- Animalia zelomatikoak sortzeko prozesu ebolutiboan, saku edo poltsa gastrikoak eraldatu eta saku zelomatiko bilakatzen dira, gonadak ingurunearekin kontaktuan mantentzeko gonoduktu propioak garatzen dituztela. Aldi berean, sabelaldeko irekigunea -bilateroblastearen inbaginazioz sortutakoa- erdigunetik fusionatzen eta ixten hasten da. Azkenean, hiru saku zelomatiko dituen -agian lehengoa gonadarik gabe jada- protozelomadun animalia bat sortzen da, ahoa eta uzkiek aurkezten dituen.

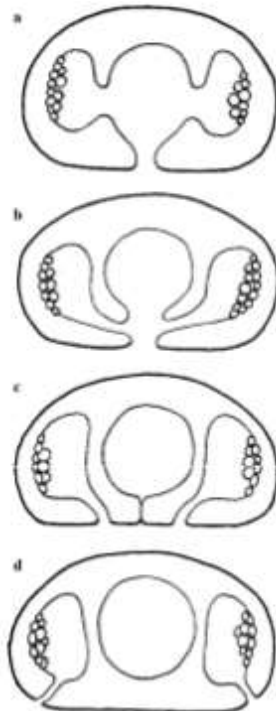


a. Bilateroblastea; b. Heste tenporala garatzen duen bilateroblastea; c. Ebaketa longitudinala; d. Bista bentrala; e. Ebaketa transbertsoa; f. Eboluzioan aurrerapauso bat eman da: ahoa eta uzkiek sortu dira, protozeloma bat eratuz.

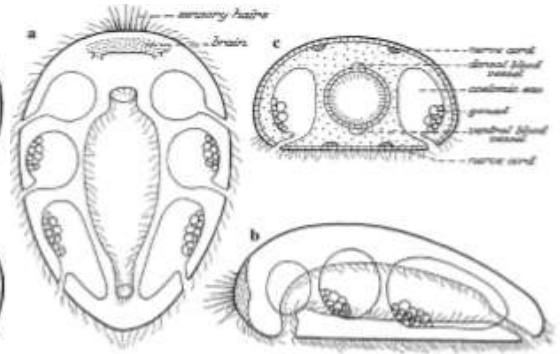
a. Bilaterogastrea, gonadak biltzen dituzten hiru saku gastrikoekin; b. Ortokoralio baten antolakuntza. Ahoa bilateral da.



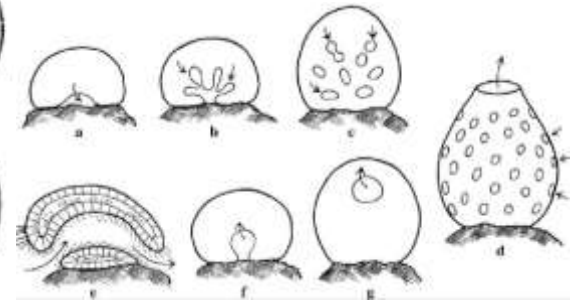
Ktenoforoen eboluzio posiblea aurkezten duten diagramak: a. Bilaterogastrea, gonadak biltzen dituzten hiru saku gastrikoekin d. Ohiko ktenoforoa; b eta c tarteko formak. Ahoa bilateral da.



Saku zelomikoen eta ahoa eta uzkia dituen hestearen osajerena diagramak; a. bilaterogastrea; d. protozeloma; b eta c tarteko formak.



Protozelomako diagramak. A, b eta c ebaketa eta bista ezberdinak.

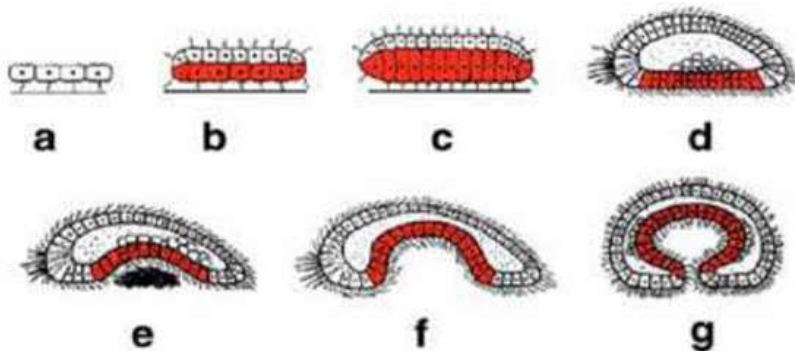


Poriferoen eboluzioa bilaterogastreatik abiatuta.

Hipotesi kolonialaren adar interesgarria 1883. urtean Otto Butschli-k aurkeztutakoa da. Bere hitzetan, metazoo primitiboak bi geruza zituen animalia zapal bilaterala izan zen, **plakula** izenekoa. Otto-ren hitzetan, plakula zonalde bentraleko geruza zelularrean zehar irristatuz mugitzen zen janaria eskuratzeko asmoz. Bat batean, animalia hura huts bilakatu zen geruza zelular bentrala eta dortsala bereizteari esker; horrela, elika-zelulen inbaginazioa posible bilakatu zen. Inbaginazio horren bitartez sortutako barrunbe digestibo primitiboak mantengaien xurgapenerako azaleraren emendioa zekarren, eta, gainera, animalien konplexutasuna handitzea ahalbidetzen zuen.

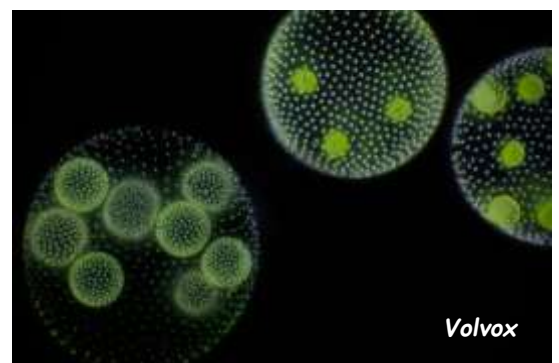


PLAKOZOOA, plakularen hipotesia ziurrenik inspiratu zuen animalia modernoa



PLAKULA HIPOTESIA. Protozoo flagelatuak bat egiten dute bentonikoa den animalia zapala osatzeko. Geruza bakarrez osatutako formak (a) eboluzionatzen du bi geruzadun forma bat sortzearen (b-c). Alde dortsaleko zelulek ektodermo funtzioa eskuratzen dute; zonalde bentralekoek elika-funtzioa eskuratzen dute, eta eboluzioan aurrerago, inbaginatu egiten dira endodermoa emanez (d-g).

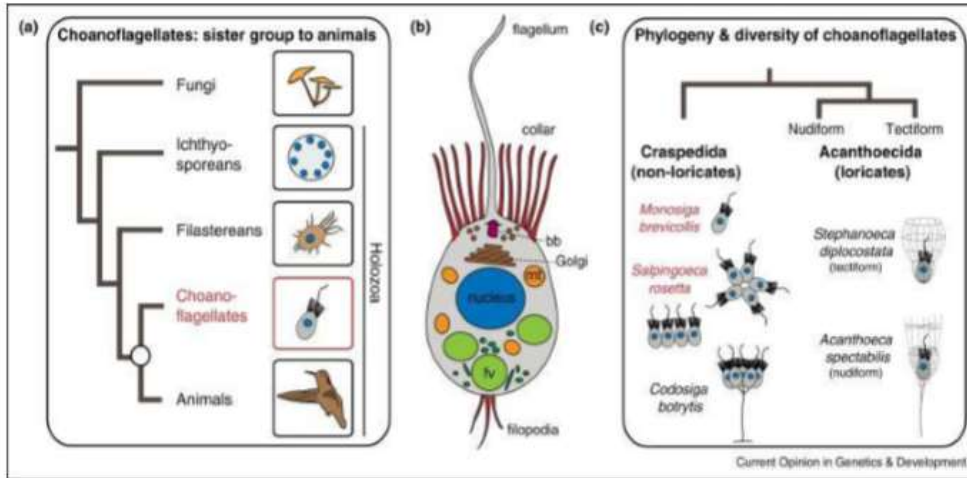
Ikerlarien xedea izan da beti egungo animaliak eta eredu kolonial primitiboak lotuko dituen "galdutako katebegia" aurkitzea. Haeckel-en hipotesi koloniala bide honetatik frogatzeko saiakeran, ikerlariak **bolbozidoak** kontsideratu dituzte izangai nabarmenenak; hau da, ikerlarien ustetan, bolbozidoak dira egun bizirik dirauten animalia modernoak eta protozoo kolonialen arteko katebegi esanguratsuenak. Bolbozidoak klorofitoen filumeko organismo kolonial eta fotosintetikoak dira, ur gezakoak -Volvox generoa, adibidez-. Hori dela eta, hipotesi kolonialaren



Volvox

aurkako argudiaketa nagusienak katebegi hauen izaera begetala eta arbaso hipotetiko horren jatorri urtar-gazia izan dira; izan ere, animaliak ez dira fotosintetikoak, eta gainera ingurune itsastarrean sortu zirelaren milaka froga daude.

Gaur egun, aurretiaz esan bezala, froga gehienek **koanoflagelatu**en filum **protistoa** proposatzen dute metazooren arbaso unizelulartzat. Izan ere, koanoflagelatuak belakietan aurkitzen diren eraztundun zelulen berdinak diren egiturak aurkezten dituzte. *Proterospongia* edota *Sphaeroeca* animalien antzeko koanoflagelatu kolonialak direla esan ohi da eta, zientziaren arloan, metazooren arbaso protistoa ikusarazteko tipo gisa erabiltzen dira.



Koanoflagelatu bakoitzak flagelo bakarra du, eta horrek, aldi berean, mikrobiloska izeneko hainbat aktina-filamentuz osatutako egiturak ditu bere inguruan. Belakien koanozitoeke ere halako ezaugarriak dituzte.



Craspedida

Goiko irudiek koanoflagelatu

en filogenia, anzitasuna eta morfologia erakusten dituzte. Koanoflagelatuak animalengandik hurbilen dauden izaki bizidun unizelularrak dira -zirkulu zuriak animalion eta koanoflagelatuen arteko amankomuneko azken ezaugarria adierazten du-.

Saillkapenari begira, koanoflagelatuak bi taxonetan banatzen dira: *Craspedida* eta *Acanthoecida*. Lehenengo taldeak barne hartzen dituen espezieak unizelularrak edo kolonialak izan daitezke; hartara, animalien arbasotzat jotzen dira. *Acanthoecida* taldekoek, ordea, oso



Acanthoecida

bestelakoa den egitura bat aurkezten dute. Berauen ezaugarri bereizgarriena berauen gorputza estaltzen duen saski itxurako estalki inorganikoa da, lorika izenekoa.

Flagelazio eredia ez ezik, egungo koanoflagelatu

en kolonietan zelulaz kanpoko matrizea dagoela ikusi da. Jakinaenez, Metazooren zelulak ez daude zoriz

banatuta gorputzean, geruza berezietan antolatuta baino. Minimoki, geruza bi egoten dira, alegia, ehun epiteliala eta ehun konektiboa. Ehun konektibo horri dagokio zelulaz kanpoko matrizea. Beraz, bai koanoflagelatu

en kolonietan zein egungo animalia modernoetan halako matrize baten existentzia gertatzeak bi taldeen arteko ahaidetasuna ziurtatzen laguntzen du.

FIGURE 4-12AB, page 71: Origin of Metazoa: choanoflagellate colonies' metazoan evolution. A and B, Different forms of the choanoflagellate colony *Proterospongia haeckeli*. © 2009 Benjamin C. Lewis, Thomas Cavalier-Smith

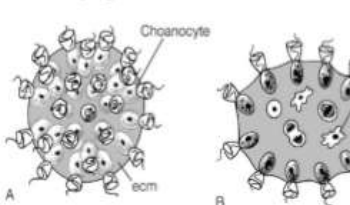


FIGURE 4-12C, D, page 71: C, A hypothetical premetazoan based on the choanoflagellates in A and B. D, A hypothetical protometazoan showing cellular specialization along an anterior-posterior axis.

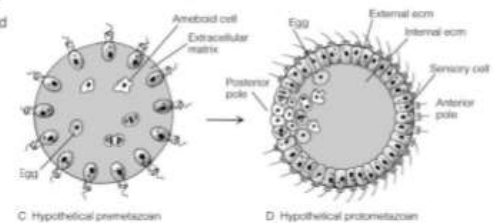
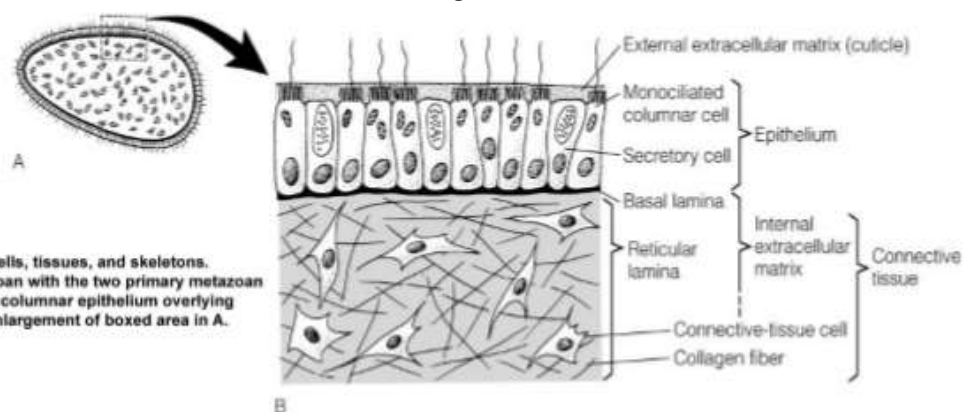


FIGURE 4-1, page 59: Cells, tissues, and skeletons. A, A hypothetical metazoan with the two primary metazoan tissues: a monociliated, columnar epithelium overlying connective tissue. B, Enlargement of boxed area in A. © 2009 Benjamin C. Lewis, Thomas Cavalier-Smith



KONDIZIO MULTIZELULARRAREN JATORRI INDIBIDUALA: ONTOGENIA

Animaliak **oro dira multizelular**; bizi-zikloan zehar, beraz, garapen patroik konplexuak dituzte, zelula bakarrek zigototik abiatuta multizelularrak garatzeko. Prozesu guzti hura **ontogeniak**, **ontogenesiak edo morfogenesiak** ikasten du. Oro har, ontogenia arrautza baten ernalketa gertatu eta banakoa heldu bilakatzen denera arte gertatzen diren aldaketa morfologikoak ikertzen dituen ikasketa da; alabaina, adiera zabalago bat izan dezake, eta organismo baten bizitza osoa, ernalketatik heriotzara, ikertzen duela esan liteke.

Banako baten garapena eman dadin, gametoek bat egitea da beharrezkoa ugalketa sexualaren kasuan: ernalketa eman beharko da.

Ernalketa

Ernalketa obuluaren eta espermatozoidearen bat egitea da. Haploideak diren bi gametoen elkarketa horrek dotazio diploidea duen zelula bakarra osatzen du, **zigotoa**, mitosis zatitzen hasi eta enbrioiaren garapena abiaraziko duena. Ernalketak, ordea, banako berri baten dotazio kromosomikoa berrezartzea baino askoz ere gehiago egiten du. Izan ere, ernalketari lotutako prozesuek espermatozoideak eta obuluak erraz elkar aurkitzea bermatzen dute, espezie ezberdinen arteko ugalketa ekiditen dute, eta espermatozoide bakarrak obulua metabolikoki aktibatzen duela ziurtatzen dute. Hori guztia bermatzearen, ernalketak konplexutasun nabariko zenbait prozesu gertatzea eskatzen du:

- Espermatozoideak eta obuluak elkar ezagutzen dute.
- Espermatozoidea aktibatu egiten da eta, horrela, arrautzaren mintz plasmatikora abiatzeko ahalmena eskuratzen du.
- Obuluaren mintza espermatozoide bakarraren mintzarekin fusioztatzen da.
- Obuluak espermatozoide gehiagoren sarrera blokeatzen du.
- Arrautzaren makineria metabolikoa aktibatu eta garapena abiarazten da.

- Espermatozoidearen eta obuluaren nukleoeak bat egiten dute zigotoaren nukleo diploidea sortzeko.

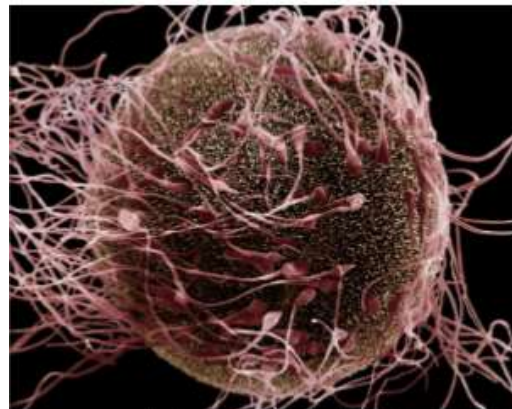
Biologiaren historian, **preformazionismoa edo preformismoa** orain dela zenbait urte garatu zen teoria edo hipotesi bat da, ernalketari buruzko zenbait gogoetaren inguruko eztabaida ugari suertatu dituena. Izan ere, teoria honen arabera, organismo oro bere bertsio nimiño batetik abiatuta sortzen da, inolako ernalketarik gabe. Preformismoaren hitzetan, herentziarako teoria bat izanda, espermatozoideak edo obuluak -oraindik eztabaidagaia dena- **animakulu** izeneko preformatutako organismo txiki-txiki bat biltzen du bere baitan. Garapena, beraz, forma nimiño honetatik banako heldua sortzeko hazkuntza prozesu bat baino ez da teoria honen arabera. Nicolas Hartsoeker-ek (1695) animakuluen presentzia baieztatu zuen gizakion eta bestelako animalia batzuen espermatozoideetan. Horrela, espermisten hipotesia plazaratu zuen lehenengo ikerlaria izan zen: bere ustez, animakulua espermatozoideak biltzen zuen, eta garapena gameto arra emearen gorputzaren barnera heldzerakoan abiarazten zen. Alabaina, espermismoak zenbait arazo zekarren; alde batetik, homunkulua gizonen espermatozoideetan kokatutako gizaki txikia baino ez bada, homunkuluak ere bere homunkulu propioak izango ditu, eta horrek bereak. Horrela, amaierarik gabeko kate absurdo bat sortzen da. Bestetik, nola izan liteke umeez amaren eta aitaren antza

izatea, baldin eta homunkulua aitak soilik sortzen badu? Azkeneko galdera honi azalpen bat ematearren, espermistek homunkuluak garatutako emearen ezaugarriak hartzen zituela proposatu zuten.

Gametoen izaera

Metazooak bereizten dituzten ezaugarri bereizgarriak euren garapen enbriionarioari lotutakoak dira. Beste modu batera esanda, banako helduen fenotipoek garapen enbriionarioan zehar ematen diren sekuentzia espezifikoei dute jatorria, eta, horrela, patroik ebolutiboak ontogenian islatuta ikus daitezke askotan. Hartara, animalien izaera eta aniztasuna garapenean zehar zein helduen arkitektura orokorrean oso antzemangarriak diren bi kontzeptu dira. Garapenean zehar emandako patroik horiek ondoren azaltzen eta ikertzen dira, eta animalien izaera eta aniztasuna erakustea dute helburu.

Hasteko, **arrautza edo obulua** da nabarmentzeko egitura; izan ere, banako heldu batean garatzeko ahalmena duen zelula bakarra dugu hau. Arrautza ernaldutan, banako helduaren zelula ezberdin guztiak enbriogenesiaren bitartez eratzen dira ernalketa horretan sortutako zelula totipotente batetik abiatuta, **zigototik** hain zuzen. Obuluak, oster, banako berria garatzeko beharrezkoa den informazioa gordetzeaz aparte, **biteloa** biltzeaz ere arduratzen da. Biteloen helburua, bere



Ernalketaren uneko mikrografia elektronikoa. Uste izan denez, espermatozoideek parte hartzaile aktiboak dira, eta obulua pasiboa; horrela, espermatozoideak soilik ari dira euren artean lehiatzen. Alabaina, ikerketa berrien erakutsitakoaren arabera, obuluak ere espermatozoide ezegokiei aurre egiteko mekanismoak garatu dituzte. Ernalketa zorizkoa den prozesu bat da beraz.



aldetik, garapenean beharrezkoa den elikagai-iturria izatea da, hots, garapena abiarazitako zigotoaren materia- eta energia-iturria izango da, amak ondorengoak bideratzeko egiten duen **inbertsio energetikoa** hain zuzen.

Egiturari begira, arrautzek edo obuluek **animal-begetal ardatzaren** inguruko **polarizazioa** erakusten dute eta, horrela, obuluek

polo animala eta polo begetala aurkezten dute. Polaritate hau obuluan bertan izan daiteke ikusgarri, baina batzuetan espermatozoidearen fusioa behar da; hau da, poloak sortzen dira behin ernalketa eman dela eta, beraz, zigotoa da polarizatuta dagoena. Normalean, polo **begetalan biteloa** metatzen da eta, ondorioz, polo horrek elikadurari lotuta organoak emango ditu - digestio aparatua, adibidez-. **Polo animalan**, ordea, zigotoaren edo, bestela, obuluaren **nukleoa** gordetzen da, eta organismo garatuaren bestelako egiturak emango ditu.

Obuluaren sailkapena, normalean, **biteloen kokapenaren eta kopuruaren arabera** izaten da, bi ezaugarri horiek berebiziko garrantzia dutelako banakoaren garapenean. Bitelo kantitatearen arabera, honako arrautza-mota hauek ikusi dira:

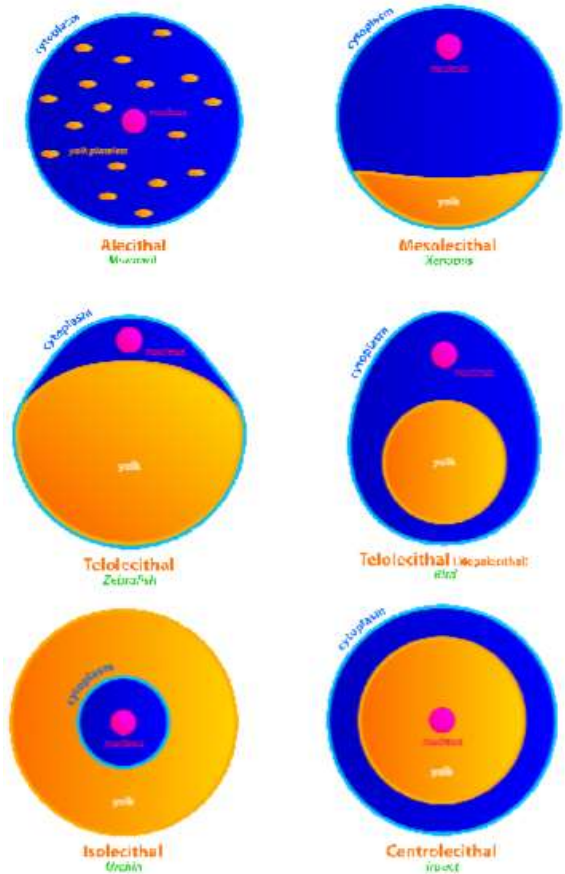
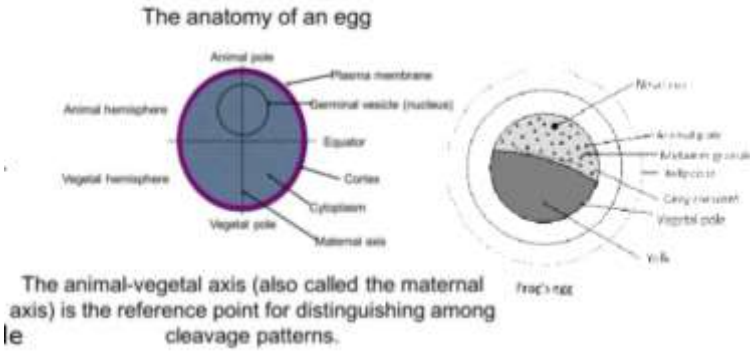
- **Arrautza alezitikoa** izenekoek ez dute ia bitelarik.
- **Arrautza oligolezitikoa** izenekoek oso bitelo-kantitate txikia edukitzen dute.
- **Arrautza mesolezitikoa** bitelo-kantitate ertaina edukitzen dute.
- **Arrautza telelezitikoak** bitelo askodunak izaten dira.

Eta bitelo-kokapenaren arabera:

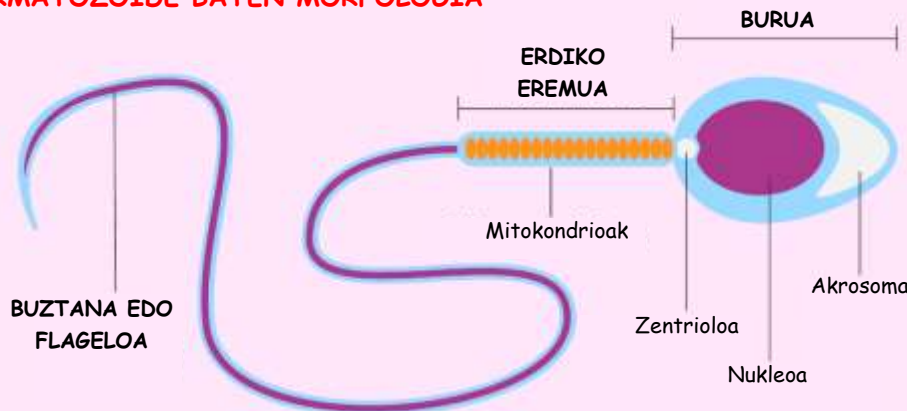
- **Arrautza isolezitikoa** zelula osoan zehar uniformeki zabalduak bitelo kantitate txikia edukitzen dute.
- **Arrautza telelezitikoak** arrautzako mutur batean (polo begetatiboan) kontzentratuta edukitzen dute biteloa.
- **Arrautza zentrolezitikoak** mintzatzen da, biteloa erdiko gunean kontzentratuta agertzen dena.

Biteloen ekoizpena edo **bitelogenesia** arrautzaren garapenerako fase nagusia eta luzeena da, nahiz eta iraupena bat edo beste izan taldeen edota espezieen artean.

Gameto arrari **espermatozoida** esaten zaio. Obuluaren garapena aktibatzen da espermatozoidea bere mintz plasmatikoa zeharkatzen duenean eta, horrela, diploidea den nukleo bat sortzeko bi nukleo haploideen fusioa ematen dena. Fusio edo ernalketa horretatik garapena abiaraziko duen **zigoto izeneko zelula totipotentea** sortuko da. Espermatozoidearen papera, ikusi den bezala, genoma nuklearraren erdia eskaintzea da. Izan ere, zitoplasma obuluak jartzen du. Are gehiago, espezie batzuetan, espermatozoideek obuluaren garapena emateko aktibatzaile gisa jokatzen dute, inolako aportazio genetikorik egin gabe.



ESPERMATOZOIDE BATEN MORFOLOGIA



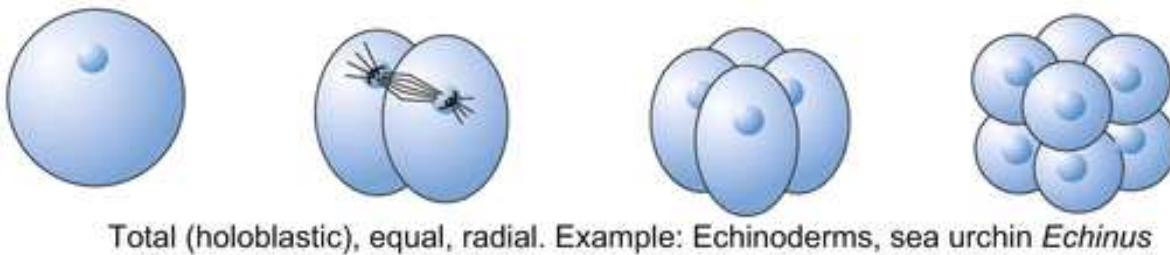
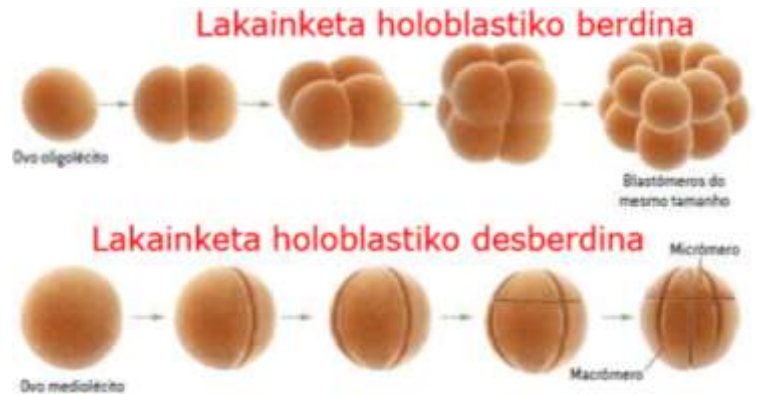
Morfologia ezberdineko espermatozoideak existitzen dira. Batzuk buru luzanga dute, beste batzuek laua. Beste asko ez dute flagelarik, eta mugiezinak dira. Batzuek izarkara forma dute, eta beste batzuek forma ameboidea.

Lakinketa

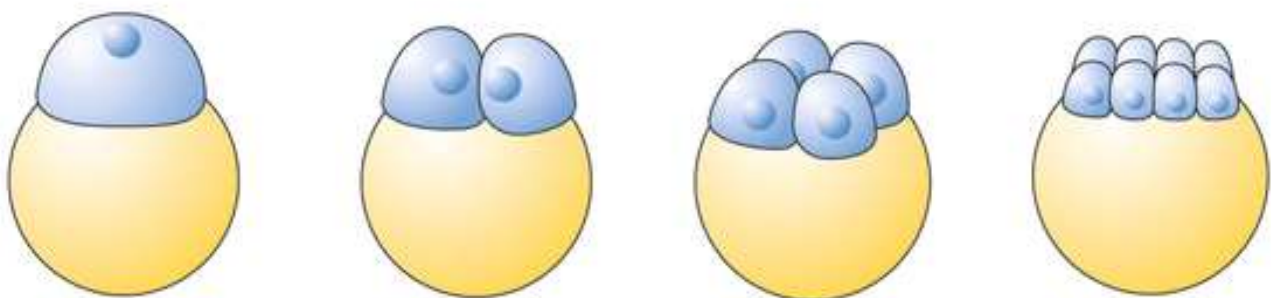
Zigotoa izaki multizelular bihurtuko da garapenean zehar. Eraldaketa sakon hori **lakinketa** deritzon prozesu bidez burutzen da, hau da, zatiketa mitotikoen sorta luze batez, zeinean zehar zigotoa hainbat zelula txiki sortuz partituko baita. Lakinketa-prozesuan agertutako zelula horiei **blastomero** deritze. Lakinketa enbrionarioan ez dago zigotoaren bitelo-emendiorik; hau da, zigotoa hainbat zelulatan zatituko da baina **tamaina ez da aldatuko**. Ikerketek erakutsi dutenez, hainbat lakinketa eredu existitzen dira animalien artean.

Lehenago aipatu dugunez, biteloaren bai kantitateak eta bai kokapenak ondorioztatzen dituzte lakinketaren zenbait berezitasun, alabaina, beste ezaugarri batzuk bizidun bakoitzaren programa genetikokoarekiko inherentek dira. Horiek horrela direlarik, era desberdinetara gauzatu ahal da lakinketa-prozesua. Ikus ditzagun era horiek, azalazaletik bada ere.

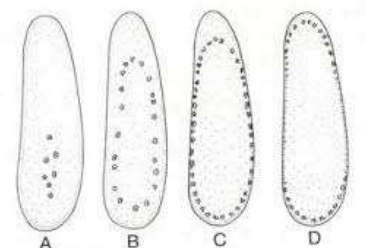
Arrautza isolezitikoek eta telolezitiko samarrek **lakinketa holoblastikoa** jasaten dute oro har. Hau da, lakinketa-planoek zelula osoa zeharkatzen dute, eta sorturiko **blastomeroak elkarrengandik guztiz bananduta** daude mintz zelularraz. Lakinketa holoblastikoa, aldi berean, bi motetako izan daiteke, sortutako blastomeroen tamaina nolakoa den kontuan hartuta: **berdina** -tamaina berako blastomeroak- eta **desberdina** -tamaina ezberdina-. Lakinketa desberdina denean, bitelo kantitatea handiagoa izanen da, sortutako blastomero handiei **makromero** esaten zaie, eta normalean polo begetatiboan kokatzen dira; blastomero txikiei **mikromero** deritze, eta horien kokapen tipikoa polo animalaren ingurukoa da. Azkenik, tamaina ertaina duten blastomeroei **mesomero** deritze.



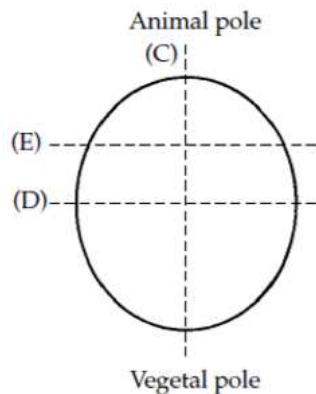
Ostera, zigotoak **bitelo-kantitate handia** duenean (esate baterako, arrautza biziki telolezitikoetan), lakinketa-planoek ezin dute bitelo lodi hori erabat zatitu, eta hortaz, blastomeroak ez daude elkarrengandik zeharo bananduta mintz zelularraz. Azken zelula-zatiketa modu horri **lakinketa meroblastikoa** deritzo. Kasu hauetan, polo animalan **blastodiskoa** deritzon egitura sortzen da, mitosia bertan ematen baita soilik.



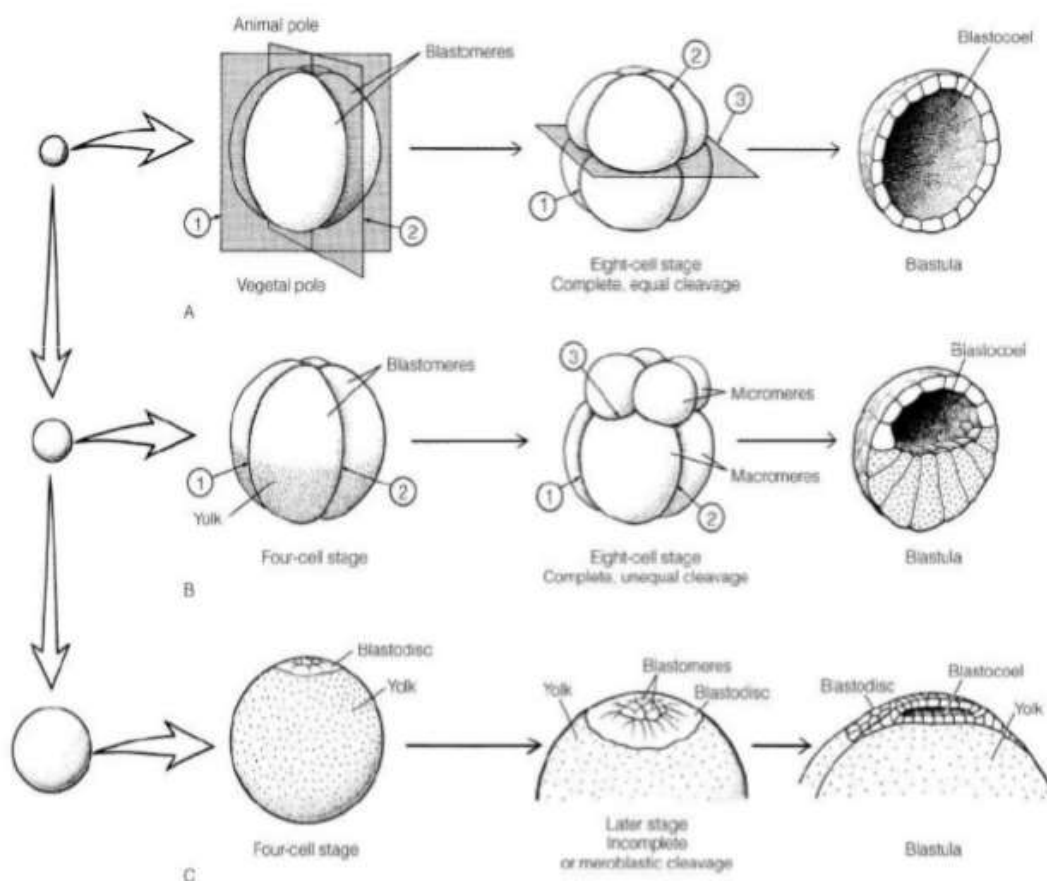
Lakinketa meroblastikoaren eraldaketetako bat **gainazaleko lakinketa edo lakinketa superfiziala** da, *Drosophila* generoko euli-espezieetan ematen dena, bestelako intsektuen artean. Garapenearen hasierako faseetan, hainbat mitosi prozesu gertatzen dira, inolako zitokinesirik gabe. Horrela, **sintzitio** bat eratzen da: hainbat nukleo dituen zelula bat. Bat batean, nukleo horiek periferiara migratzen dute eta, bertan, mintz plasmatikoa eskuratzen dute. Horrela, biteloko nukleo bat inguratzen ageri diren hainbat zelula agertzen dira.



Zigotoaren ardatz animal/begetatiboarekiko **paraleloak** diren ebaketa-planoek, **zatiketa longitudinal edo meridional** direlakoak sortzen dituzte; ostera, poloekin **perpendikularrak** diren ebaketa-planoek **zatiketa transbertsoak** sortzen dituzte. Zatiketa transbertsoak ekuatorialak izan daitezke, baldin eta enbrioiaren erdi animala eta erdi begetatiboa berdinak badira. Bestela, **latitudinalak** izaten dira, hau da, ebaketa-planoa ekuatorean zehar pasatzen ez denean. Alegia, zigotoan ardatz animal/begetatiboa defini dezakegu, eta haren arabera, ebaketa-planoak:



(C) Longitudinal (= meridional) cleavage parallel to the animal-vegetal axis. (D) Equatorial cleavage perpendicular to the animal-vegetal axis and bisecting the zygote into equal animal and vegetal halves. (E) Latitudinal cleavage perpendicular to the animal-vegetal axis but not passing along the equatorial plane.



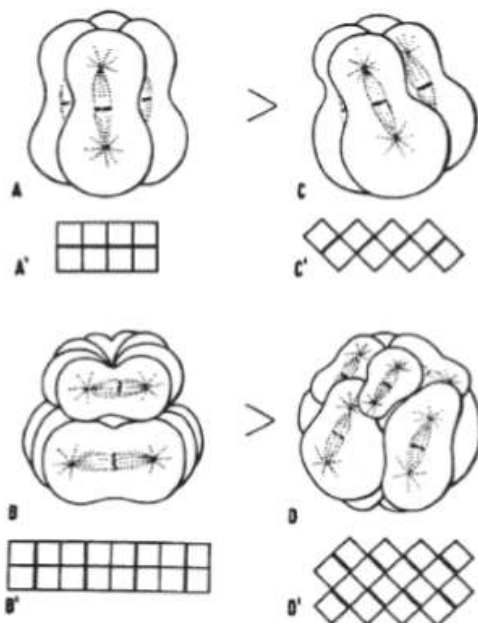
Lakainketa-fase goiztiarrak bitelo-kantitatearekin erlazionatuta, eta ondorioztatutako blastulak. A/ arrautza mikrolezitiko txikia, biteloa uniformeki banatuta duena. B/ arrautza mesolezitiko ertaina, biteloa hemisferio begetalean kontzentratuta duena. Lehenengo lakainketa-plano biak -1 eta 2- meridionalak dira; hirugarrena -3- ekuatoriala da (An), edo latitudinala (Bn). C/ arrautza makrolezitiko handia, zeinean blastodisko apikal baitago. Gezi bertikalek arrautzaren tamainu-emendioa adierazten dute, eta bai bitelo-kantitatearen emendioa ere.

Tortzel-mitotikoek mitosian hartzen duten kokapena ez da zorizkoa. Izan ere, faktore zitoplasmatiko batzuei esker zehaztuta egoten da. Ikusi denez, tortzel-mitotiko hauen orientazioak lakainketa-planoen simetria eta blastomeroen kokapena determina dezake. Hori kontuan izanda, bi lakainketa bereizten dira: **lakainketa erradiala** -tortzel-mitotikoak ardatz begetatibo/animalia-rekiko paralelo edo perpendikularrean osatzen direnean, blastomeroek simetria erradiala aurkezten dutela- eta **lakainketa espirala** -tortzel-mitotikoak angelu oblikuo bat osatzen dute ardatzarekiko; halan, blastomeroak ezkerretara edo eskuinetara mugituta agertuko dira-.

Lakainketa espirala karakteristikoa da zenbait phylumetan, hala nola, *Annelida*, *Sipuncula*, *Echiura* eta *Mollusca*. Ernaldu gabeko arrautza erradialki simetrikoa da polo animaletik polo begetatiboraino doan ardatzarekiko. Ernalketaren ostean, osagai zitoplasmikoen berrantolamendua dela-eta, bilateralki simetriko bihurtuko da arrautza; jadanik, ezagutu ahal dira enbrioaren plano nagusiak: **plano transbertsoa** (aurre-aldea eta atze-aldea bereizten dituena), **plano sagitala** (ezker eta eskuin-aldeak bereizten dituena) eta **plano frontala** (alde dorsala eta alde bentrala definitzen dituena). Lakainketa espiralaren kasuan, **lehen ebaketa-plano biak longitudinalak** dira, hau da, meridio gisakoak, eta elkarrekiko perpendikularki doaz.

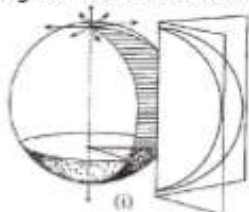
Lakainketa espiralaren **hirugarren ebaketa plano transbertsoa** da, eta ekuatore gainetik (edo behetik) pasatzen da. Ebaketa horrek lau zelula txiki bereizten ditu polo animalian (**mikromeroak**), eta beste lau handiagoak, polo begetatiboan (**makromeroak**). Lau zelulatik zortzainoko ebaketak polo animaleko zelulen desplazamendu **destrotropikoa** erakusten du, hau da, polo animaletik begiraturaz, zelulak erlojuaren orratzen noranzkoan biratuta agertzen dira. Hurrengo zatiketak, hau da, zortzi zelulatik hamaseirainokoak, erlojuaren orratzen kontrako noranzkoan desplazaturiko zelulak (**lebotropikoak**) sortuko ditu. Honen hurrengoa destrotropikoa izango da eta horrela txandakatuz 64 zelulako mailaraino. Aipatutako **zatiketa horiek transbertsoak** dira. Lakainketa espiralean, askotan, **erroseta** deritzen egitura zelularrak ageri dira. Hainbat kasuetan, irizpide taxonomiko garrantzitsuak dira erroseta hauek.

E.B. Wilson 1892. urtean, kode bat proposatu zuen, lakainketa espiralean sortutako zelula berriak identifikatzeko, eta espezieen artean garapena alderatzeko. Kode honek zelulen patua zehaztea ahalbidetzen zuen, hots, morularen zelula bakoitzak zer nolako egitura enbriologikoa zehaztuko zituen determinatzea ahalbidetzen zuen.



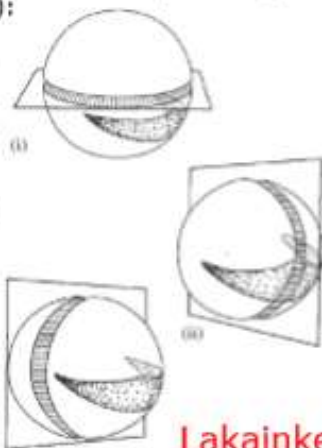
Lakainketa espirala karakteristikoa da hainbat phylumetan. Nahikoa erraz beha daiteke bitelo gutxiko enbrioietan, kasurako, itsasoko poliketo eta moluskuetan.

1/ Arrautza ernaldubakoa erradialki simetrikoa da, polo animaletik polo begetalerako ardatzarekiko (i). Horrelako arrautza batean baliokideak dira animal/begetal ardatza ebakitzen duten segmentu guztiak



2/ Ernalketa ostean, arrautza bilateralki simetrikoa da. Enbrioian ondoko plano nagusiak beha daitezke (i-iii):

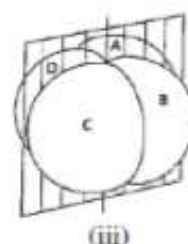
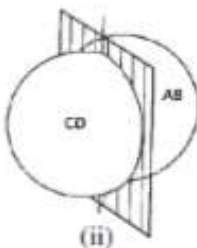
- (i) Simetria-plano transbertsoak (= ekuatoriala) aurrea eta atzea bereizten ditu.
- (ii) Simetria-plano sagitalak ezkerre eta eskuina bereizten ditu.
- (iii) Simetria-plano frontalak alde dorsala eta bentrala bereizten ditu.



3/ Lakainketako lehen zatiketa-plano biak longitudinalak dira, eta plano frontalaren eta sagitalaren arteko angeluak erdibitzen dituzte (i).

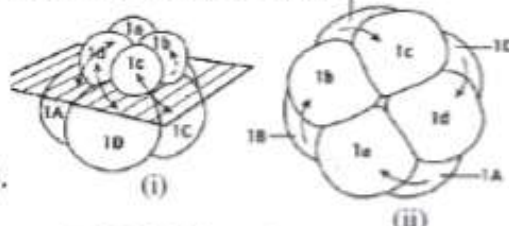


Lehen zatiketak zelula bi bereizten ditu, AB eta CD (ii); AB zelula handiagoa izaten da normalean CD zelula baino. Bigarren zatiketak lau zelula gauzatzen ditu, alegia, A, B, C eta D (iii).



Normalean D zelula gainerako hirurak baino handiagoa izaten da, eta berorrekiko erreferentzia identifikatu eta izendatzen dira lakainketan zehar sorturiko hurrengo zelula guztiak.

4/ Hirugarren lakainketa-planoa transbertsoa da eta ekuatore gainetik doa. Plano horrek bereizten ditu polo animaleko lau mikromeroak polo begetaleko beste lau makromeroetatik (i). Lakainketa-planoa enbrioaren luzerako ardatzarekiko inklinatua denez, mikromeroak makromeroen zelula arteko mugen gainean ezartzen dira, eta, polo animaletik begiratzean, badirudi zelulak erloju-orratzen noranzkoan biratu direla (ii).



Lakainketa espirala
(Barnes et al., 2001etik hartua).

5/ Enbrioiaren zortzi zelulak identifika daitezke banan bana:

1a 1b 1c 1d
1A 1B 1C 1D

Hurrengo lakainketa guztiak transbertsoak dira, eta mikromeroen ondoz ondoko zatiketa dakarte, eta bai ere mikromero-laukote berrien agerpena, makromeroen lakainketa desberdinez.

Laugarren lakainketa 16 zelulako enbrioia bideratu du (i). Maila honetako zelulak ondokoak dira:

1a ¹	1b ¹	1c ¹	1d ¹	(lehen laukotearen
↓	↓	↓	↓	zatiketa)
1a ²	1b ²	1c ²	1d ²	
2a	2b	2c	2d	(bigarren laukotea)
↓	↓	↓	↓	
2A	2B	2C	2D	(makromeroak)

Lakainketa-planoak inklinatuta daude luzerako ardatzarekiko, eta hortaz, mikromeroen errotazioa dago, txandaka erloju-orratzen noranzkoan eta kontrakoan.



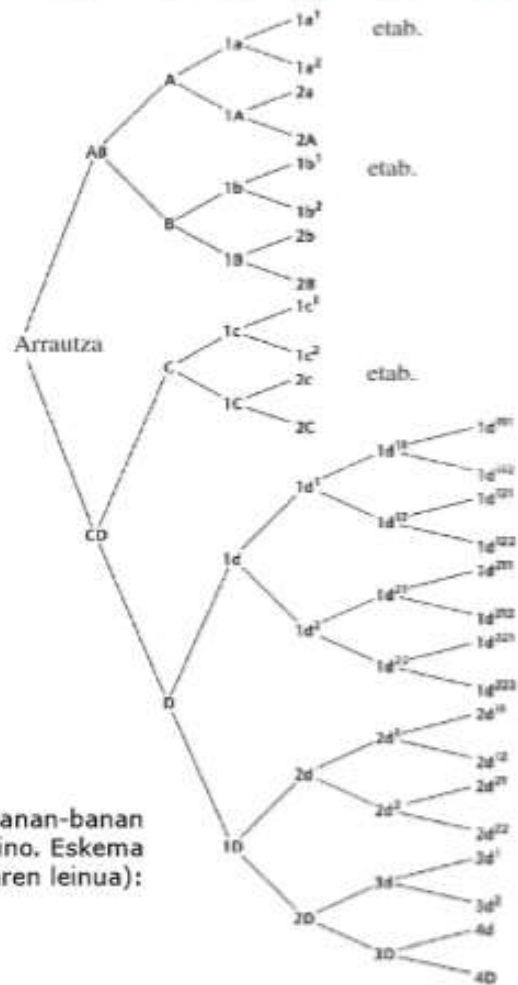
(i)

6/ Notazio-eskema konbentzional bat garatu da, zeinean banan-banan identifika baitaitezke enbrioiaren zelulak, 64 zelulako mailaraino. Eskema honelakoa da (soilik osotu da D zelularen leinua):

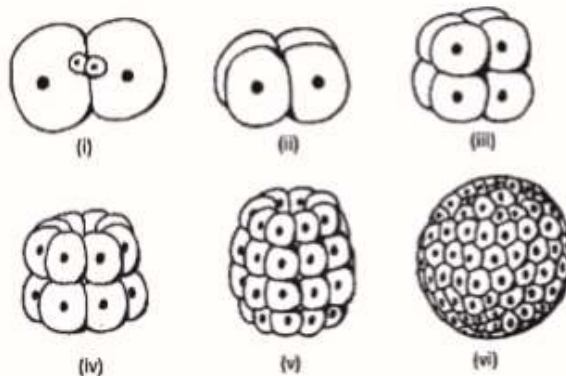
Lakainketa espirala

(Barnes *et al.*, 2001etik hartua).

Zelula-kopurua: 1 2 4 8 16 32 64
Lakainketa: 1.a 2.a 3.a 4.a 5.a 6.a



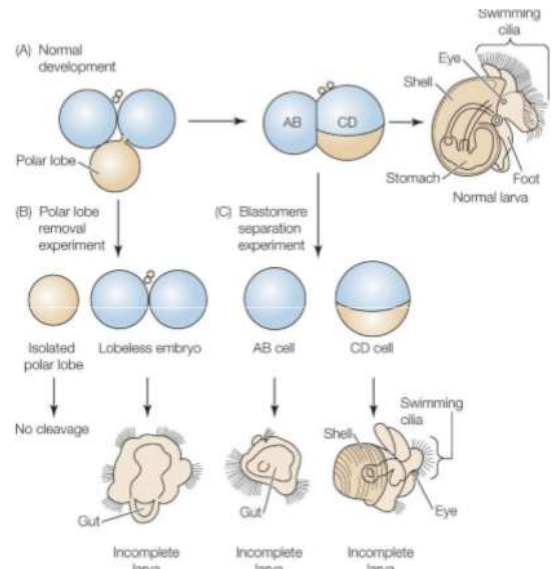
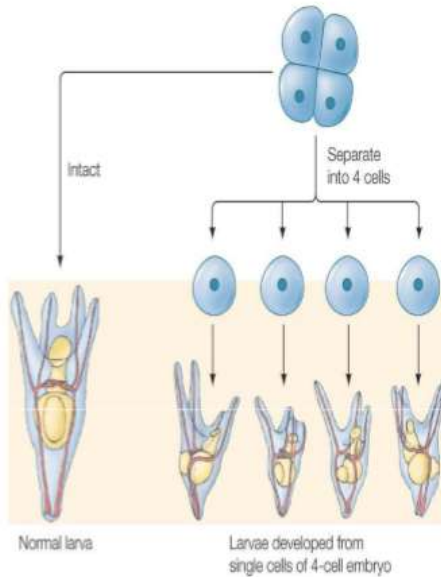
Bigarren lakainketa-eredura pasatuz, esan dezagun **lakainketa erradiala** ekinodermatu eta kordatuen artean gertatzen dela. **Lehen ebaketa-plano biak longitudinalak** edo meridionalak izaten dira eta elkarrekiko perpendikularrak, eta lau zelula berdinetan sortzen dituzte. **Hirugarren ebaketa transbertsoa** da, eta planoak ekuatore gainetik doa (gorago edo beherago bitelokantitatearen arabera). Modu horretan, **polo animalan lau mesomero** sortuko dira, eta **polo begetatiboan lau makromero**. Laugarren ebaketa berririo ere longitudinala da, estaia bakoitzean 8 zelula gauzatuz. Hurrengo ebaketek 32, 64, 128 eta 256 zelulako enbrioi-estadioak ekarriko dituzte, ebaketa meridionalak eta transbertsoak txandakatuz. Modu horretan gauzaturiko enbrioia lerro horizontaletan paratutako **blastomeroez** osotuta dago, eta erdian hutsune bat du. Hau da, esfera hutsaren egitura lortzen da; morfologia horri **blastula** deritzo, eta, era berean, berorren zelula-geruzari **blastoderma**, eta barruko hutsuneari **blastozela** edo **gorputz-barrunbe primario**.



Synapta ekinodermatuaren lakainketa. (i) zelula biko urratsa; (ii) lau zelulako urratsa; (iii) zortzi zelulako urratsa; (iv) 16 zelulako urratsa; (v) lakainketa berantiarra; (vi) blastula. (Barnes *et al.*, 2001etik hartua).

Garapenean zehar egin daiteken zelulen azterketa ehundaka zientzialarik burutu dute urteetan zehar. Ikerketa hauen ondorioz, ikerlariak gai izan dira, ez bakarrik garapena deskribatzen, baita animalia ezberdinen arteko ezaugarri homologoak ezartzen ere. Animalien garapena aztertuz, argiago dago **zelula batzuk egitura zehatz batzuk eratzen dituztela**. Garapen molekularrak erakutsi digu, gainera, garapeneko osagai molekular asko animalia erreinuan zehar kontserbatuta daudela. Osagai horiek enbrioiek modu ezberdinetan erabili ditzakete. Hau guztia animalien bauplana osatzeko oso garrantzitsua izanen da.

Kasu batzuetan, zelulen helmuga determinatuta dago lakainketaren hasiera hasieratik -bi edo lau zelulako egoeratik-. Horietako bat enbrioitik askatzen bada, enbrioia hori ez da ondo garatuko. Izan ere, **zelulen helburua finkatuta dago** oso hasieratik, eta, beraz, falta den zelula ezin da ordezkatu. Zelulen helburua zehaztuta daukaten animaliek **lakainketa determinatua** dutela esan ohi da. Beste kasu batzuetan, animalia batzuen blastomeroak banandu daitezke lakainketaren hasieran edota geroago, eta banandutako zelula bakoitza garapen normala pairatuko du. Zelulen helburuak ez daude zehaztuta garapenean berandu arte. Kasu honetan, animalia hauek **lakainketa indeterminatua** dutela esaten da.



Itsasoko barraskilo baten garapena
 (A) **Garapen normala**. Ez da zelularik askatu
 (B) Lobulu polarra askatu egin da. Hori dela eta, **garapen anormala** izan du.
 (C) Bi blastomeroen banaketa. Bakoitza **garapen anormala**, modu ezberdin batean.
GARAPENA DETERMINATUA DA

Kasu honetan, animalia hauek **lakainketa indeterminatua** dutela esaten da.

Ezkerreko irudian itsas-triku baten garapenaren izaera ikusten da: lau zelula dituen enbrioia batetik laurak banatzen, horietako bakoitzak larba bideragarri bat emango du -tamaina txikiagoz, biteloaren banaketa dela eta-.

GARAPENA EZ-DETERMINATUA DA

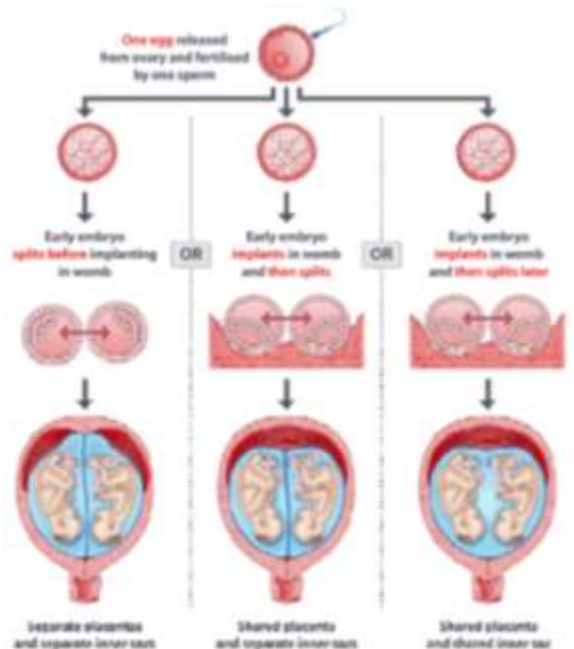
Lakainketa determinatua pairatzen duten obuluei **obulu mosaiko** esaten zaie, eta lakainketa indeterminatua pairatzen dutenei **obulu erregulatzaile**. Izan ere, azken kasu honetan, galdutako blastomeroen funtzioa erregula dezakete. Iraganean, mosaiko obuluen garapen determinatua lakinketa espiralarekin lotzen zen, eta arrautza erregulatzaileen garapen indeterminatua, berriz, lakainketa erradialarekin. Alabaina, azkeneko azterketek salbuespen ugari existitzen direla zehaztu dute eta, horrela, mosaiko batzuek lakainketa erradiala eta erregulatzaile batzuek lakainketa espirala pairatu dezakete.

Dena den, oinarritzko gorputza eratuta egoten da enbrioia 104 zeluletan banatuta dagoenean. Hori gertatzen denean, enbrioaren osagaiak zelula talde espezifikoei berezitu egiten dira. Talde hauek oso gutxi izaten dira, eta horietako bakoitzak eskualde bat osatuko du. Horrela, banandu gabeko eskualde hauek aurretik zehaztutako ehunak, organoak... garatzeko bideratuko dira. Eskualde hauen adierazpen grafikoari **patu mapa** deitzen zaio.

Garapen determinatua eta garapen indeterminatua interpretatu egin daitezke gradiente baten mutur biak bailiren, eta kontzeptu biren funtzio gisa definitzen dira:

- **Signifikazio prospektiboa:** blastomero batetik, edo blastomero-multzo batetik, sortuko diren egiturak, prozesu ontogenikoa ondo badoa. Espero duguna gertatzea, gauzak ondo badoaz.
- **Signifikazio potentziala:** blastomero batek, edo blastomero-multzo batek, bere destinoa aldatzeko duen ahalmena, baldintza desberdinei erantzunez. Gauzak ez direla gertatzen espero dugun moduan.

Horrela izanik, blastomero batek, edo blastomero-multzo batek, bakarrik egin dezakeenean baldintza normaletan egiten duena, hau da,



signifikazio prospektiboa significazio potentzialaren parekoa denean, garapena determinatua da. Klasikoki, garapen determinatua lakainketa espiralarekin asoziatutzat jo da, eta dirudenez badu zerikusirik erregerazio gaitasunaren gabeziarekin eta euteliarekin -zelula kopuru zehatza-.

Signifikazio potentziala prospektiboa baino handiagoa denean, garapena indeterminatua dela esan ohi da. Garapen indeterminatuaren adibidea dira, besteak beste, biki monozigotikoak.

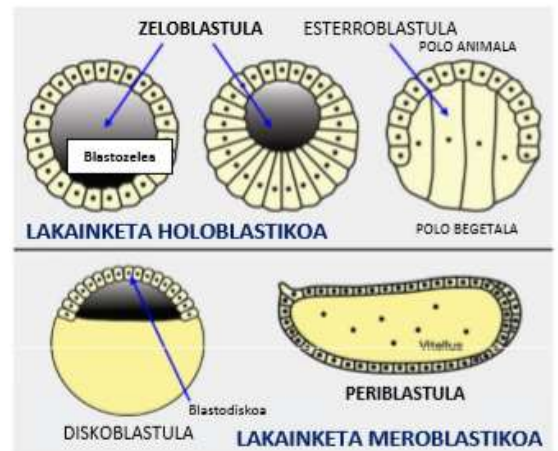
Garapenaren determinazio-gradua gero eta handiagoa da prozesua betez doan heinean, hau da, determinazioa eta indeterminazioa ontogeniaren lehen urratsei dagozkie.

Blastula

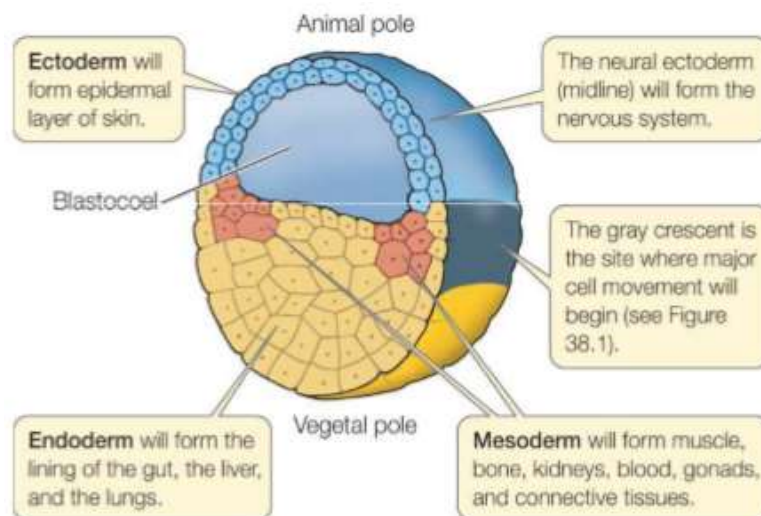
Lakainketa-mota espirala izan zein erradiala izan, morula moduko fase batetik pasatu eta geroko emaitza **blastula** izaten da. Blastula, definizioz, geruza germinatiboak osatu aurretik ematen den garapen enbrionarioko fasea da. Aurretiaz azaldu bezala, blastula zelula zorro batez -**blastodermoz**- inguratutako **esfera huts** bat da. Barruko hutsune horri **blastozela** deritzen, gorputz barrunbe primarioa.

Animalietan hainbat blastula mota ikusi dira:

- **Zeloblastula:** barrutik hutsik dagoen zelulazko pilota modukoa da, eta zelula-geruza bakarrekoa izaten du pareta. Esfera barruko espazioa **blastozela** da. Erlatiboki **bitelo gutxiko** arrautzen lakainketa erradialek ondorioztatzen da.
- **Estereoblastula:** blastula-mota hau pilota trinko baten modukoa da; kasu honetan, beraz, **ez dago blastozelerik** -zelulez obliteratu delako-. Lakainketa espiralaren bidez garatzen da sarritan.
- **Diskoblastula:** lakainketa meroblastikoen itxuratsen dute tipikoki. Alde animalean zelula-mordo batek **disco bat** eratzen du, eta berorren azpitik lakaindu gabeko bitelo-masa agertzen da.
- **Periblastula:** zenbait arrautza zentrolezitikok eratzen dute. Periblastula **zeloblastularen antzekoa** da, baina **barruko alde biteloz betea** edukitzen du.



BLASTULA MOTAK LAKAINKETAREN ARABERA

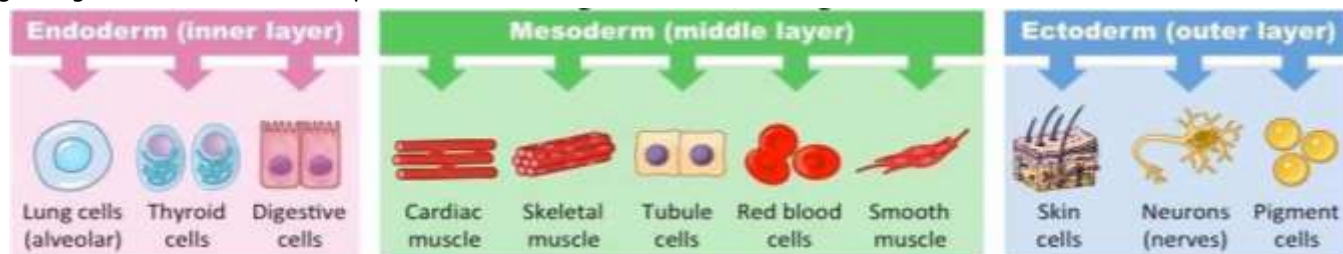


Fate Map of a Frog Blastula Colors indicate the portions of the early-stage frog embryo (blastula) that will form the three germ layers—ectoderm, mesoderm, and endoderm—and subsequently the frog's tissues and organs.

Gastrula

Gastrulazio deritzon prozesuaren bidez, blastularen kanpo-aldeko zelula batzuk enbrionaren barne-aldera migratuko dira. Modu horretan, **geruza biko enbrionia** eratuko da, **gastrula** alegia. Hau da, gastrulazioan zehar jazoko den fenomeno nagusia **orri blastodermikoen agerpena izango** da: orri blastodermiko horietan oinarrituko da osteko garapen osoa, eta beraz, berorietan zimentatuko da gorputz-planaren eraiketa. Blastularen izaerak eta, azken batean, bitelo-kantitateak baldintzatzen dute gastrulazio-mota, zeren, gastrulazio-prozesuak zelulen migrazioak behartzen baititu. Haeckelek proposatutako ideiatik abiatuta, gastrula da protozooen eta metazooren artean emandako trantsizioaren froga ontogenetikoa.

Gastrulazioa gertatzeak **funtzioen araberako zelulen lehendabiziko banaketa edo espezializazioa** dakar; izan ere, ingurunearekin kontaktuan egongo diren zelulak -lokomoziorako, zentzumenetarako edota babeserako zelulak- eta barne-medioan lan egingo dutenak -nutriziorako zelulak- bereiztea ahalbidetzen du. Horretarako, **geruza germinatiboak** sortzen direla bermatzen du. Lehendabizi sortzen diren barrunbeko eta gainazaleko zelula-geruza biak **endodermoa** eta **ektodermoa** dira hurrenez hurren. Animalia gehienetan hirugarren geruza bat sortzen da, **mesodermo** izenekoa, eta ektodermoaren eta endodermoaren artean hazten da. Metazooen arteko **batasunaren frog**a garrantzitsu bat **geruza horietako bakoitzak sortzen dituen egituren homogeneitatea** da. Horrela, ektodermoak nerbio-sistema eta larruzala zein horri lotutako egiturak sortzen ditu beti, endodermoa hestearen eta horri batutako organoen jatorria da, eta mesodermoak zelomaren tapiza, zirkulazio-sistema, euskarri egituren gehiengoa eta giharrak ematen ditu. Gastrulazioa, beraz, organismo baten oinarritzko materialak eta egitura gertarazteko berebiziko prozesua da.



Aurretiaz azaldu bezala, blastula nolako, halako gastrulazioa. Hona hemen animalietan ikertu diren gastrulazio ezberdinak:

- **Gastrulazioa, enboliaz edo inbaginazioz**

Zeloblastuletan suertatzen da. Blastularen polo begetatibotik hurbil edo han bertan, gainazaleko zelulak hondoratu egiten dira blastozelerantz. Inbaginaturiko zelula horien multzoari, une horretatik aurrera, endodermo esaten zaio, eta horrela osotutako zakuari **arkenteron**. Zakuaren irekiguneari **blastoporo** deritzo. Bestalde, inbaginatu gabe geratu den zelula-geruza ektodermo izenez ezagutzen da. Beraz, gastrulazioz, **maila monoblastikotik (blastula) maila diploblastikora (gastrula) pasatu** da enbrioia. Eratu berri zaigun gastrula, kasu honetan, **zelogastrula** da.

- **Gastrulazioa, ingresioz edo immigrazioz**

Knidario askoren zeloblastulak jasaten duen gastrulazioa gastrula trinko baten gisara bukatzen da, hau da, **estereogastrula** edo **esterrogastrula** modura. Kasu horretan, blastularen zelulak gainazalarekiko perpendikularki zatitzen dira, eta orduan zelula berriak askatu eta barne-alderantz mugitzen dira. Prozesu hori gertatu egin daiteke soilik polo begetatiboan (**ingresio unipolarra**) edo gutxi-aski blastula osoan (**ingresio multipolarra**). Gainazalean geratzen diren zelulek ektodermoa osotzen dute, eta barru-aldean kokatutakoek endodermoa.

- **Gastrulazioa, delaminazioz**

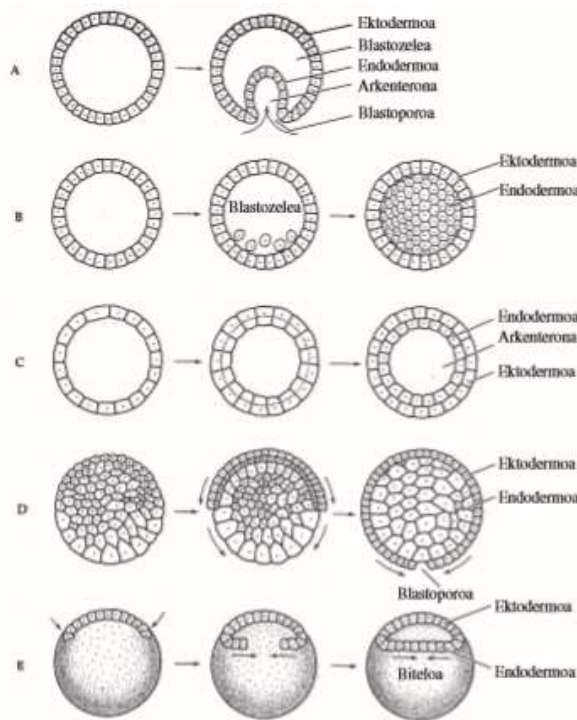
Zenbait kasutan, knidario hidroideo batzuetan adibidez, blastularen zelulak gainazalarekiko paraleloak diren ebaketa-planoez zatitzen dira. Ondorioz, geruza paralelo bi antolatzen dira. Hau da, nolabait delaminatu egin dira, eta ektodermoz inguraturiko endodermoa duen **zelogastrula** eratu da.

- **Gastrulazioa, epiboliaz**

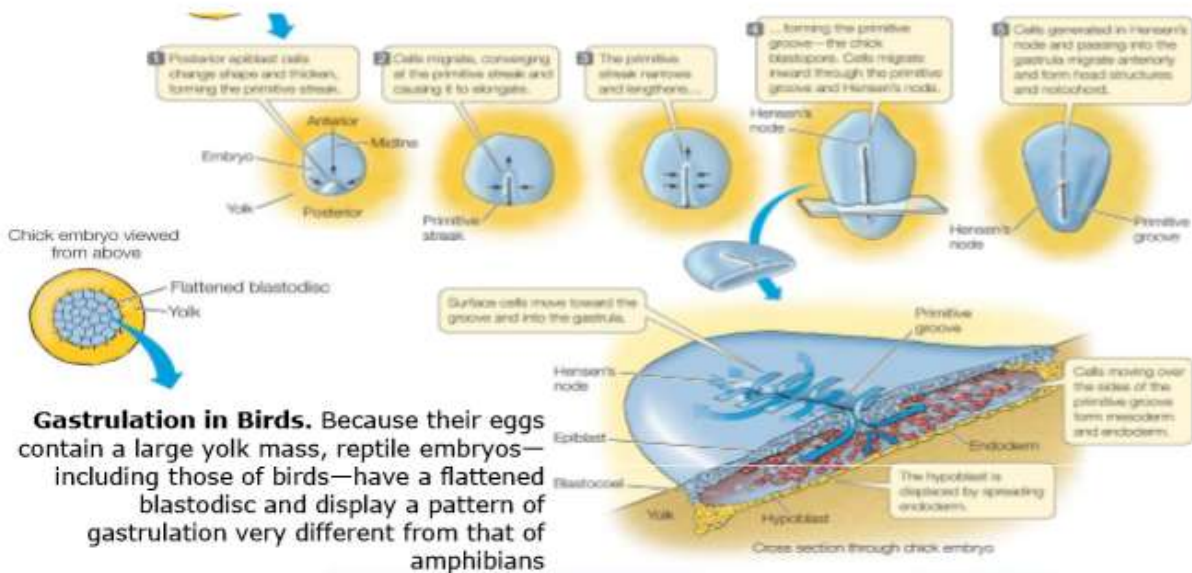
Gastrulazio-mota hau lakinketa holoblastikoz sorturiko estereoblastuletan gertatzen da normalean. Estereoblastulek blastozelerik ez daukatenez, polo animaleko kanpo-zelulen proliferazio azkarra gertatzen da, arrautzeko gainerako zelulak inguratuz. Hau da, azkenean geruza bakarreko ektodermoak endodermo trinkoa bilduko du. Beraz, **arkenterona obliteratuta** egoten da, eta **blastoporoa soilik intsinuatuta**.

- **Gastrulazioa, inboluzioz**

Gastrulazioaren abiapuntua diskoblastula denean, inboluzio deritzon fenomeno gertatzen da. Diskoblastularen ertzeko zelulak azkar zatitzen dira eta disko azpitik hedatzen, halatan non geruza biko gastrula eratzen baita (**diskogastrula**), ektodermoa gainazalean eta endodermoa barruan dituen.



Gastrulazio-ereduak. A, Enbolia edo inbaginazioa; zeloblastula inbaginatu zelogastrula eratzen da. B, Ingresio edo immigrazio unipolarra; zeloblastulatik abiatuta, estereogastrula itxuratzen da. C, Delaminazioa; zeloblastula delaminatu geruza biko zelogastrula eratzen da. D, Epibolia; estereoblastulatik estereogastrularaino iristen da. E, Inboluzioa; diskoblastulak diskogastrula itxuratzen du. (Brusca eta Brusca, 1990etik hartua).



Blastoporoaren patua

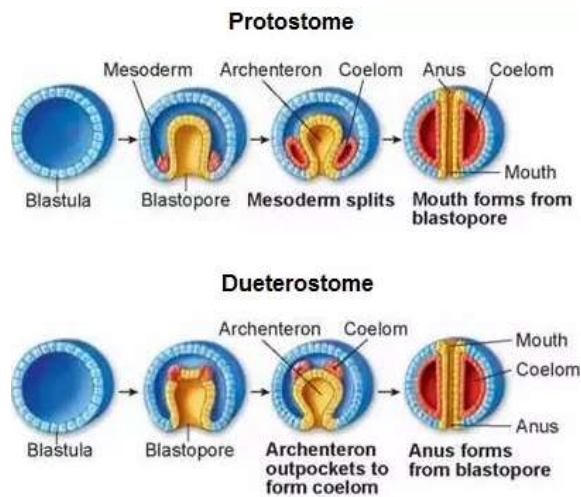
Ontogenian zehar, **blastoporoa kontserbatu** egin daiteke (partzialki itxita) edo **galdu egin** daiteke (guztiz ixten denean). Blastoporoaren itxiera partziala eredu biren arabera gerta daiteke:

- **Gastrorrafia:** blastoporoaren ezpain lateralak konprimitu eta fusionatu egiten dira. Modu horretan irekigune bi sortuko dira, bata aho modura eta bestea uzki modura arituko direnak. Gastrorrafia, protostomatuetan gertatzen da.
- **Ziklorrafia:** blastoporoaren diametroa txikituz doa irekigune ñimiño bihurtu arte. Irekigune hori uzki modura aritzen da. Deuterostomatuetan gertatzen da ziklorrafia.

Blastoporoa zeharo ixten da kordatueta. Animalia-talde horretan, bai ahoa eta bai uzkia ere *ex novo* eratzen dira. Edozelan ere, kordatuak deuterostomatuen artean sailkatuta daude.

Izatez, gastrulan oinarrituta, talde nagusi bi bereizi dira blastoporoaren osteko patuaren arabera, **Protostomia** superphyluma (anelidoak, artropodoak eta moluskuak, besteak beste) eta **Deuterostomia** superphyluma (ekinodermatuak, kordatuak): **deuterostomioetan** (edo deuterostomatuetan), **blastoporoa uzki** bilakatzen da animalia helduan; ahoa, ostera, inbaginazio ektodermiko baten bidez eratuko da *ex novo*. **Protostomioetan** (edo protostomatuetan), **blastoporoa aho** bihurtuko da, eta uzkia ektodermoaren inbaginazio sekundario batez sortuko da (zenbait protostomiotan irekigune biak eratortzen dira blastoporotik).


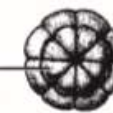


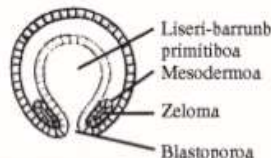
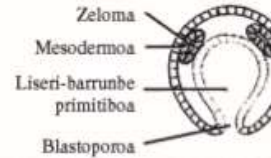
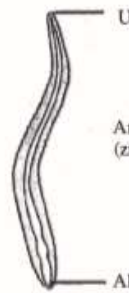
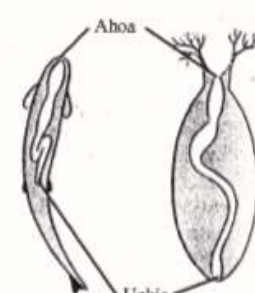
Aurrekoarekin lotuta, Haeckel-en ustez, ezaugarri- edo prozesu-mota bi bereiz daitezke ontogenian zehar. Alde batetik, badaude ezaugarri edo prozesu batzuk historia ebolutiboan gutxi aldatu direnak, alegia, oso kontserbakorrak izan direnak; horiei ezaugarri **palingenetiko** deritze. Eta bestetik, badira beste zenbaitzuk oso aldakorak izan direnak, zeren, inguruneko baldintzen menpekoak izanik, enbrioa une oro moldatu baita ingurune-baldintzetara; ezaugarri edo prozesu **zenogenetikoez** mintzo da horrelakoak aipatzeko orduan. Azken horien adibide gisara ondokoak aipa daitezke: arrautzek duten bitelo-mordoa, arrautzaren estalkiak, enbrioaren eta amaren arteko loturak... Beraz, ezaugarri palingenetikoez oso garrantzi handia dute animalien historia ebolutiboa berreraikitzeke orduan, historia horretarako "oroitzapen" modura interpreta baitaitezke. Ezaugarri palingenetikoak honako hauek lirateke, besteak beste:



	Protostomioenak	Deuterostomioenak
lakainketa-mota	espirala	erradiala
garapen-mota	determinatua	indeterminatua
mesoderma eta zelomaren jatorria	eskizozelia	enterozelia
larba-mota	trokofora	dipleurula
nerbio-sistema zentrala	bentrala	dortsala

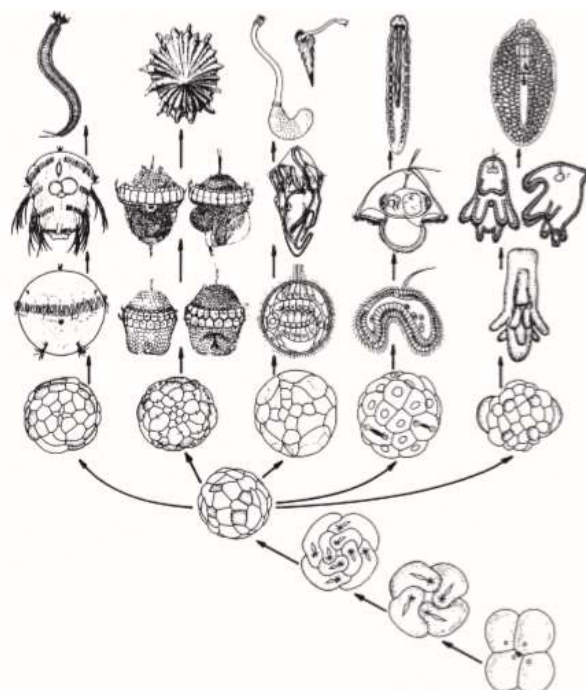
Deuterostomioek eta protostomioek, batera, bilaterioen taxona (**Bilateria**) osatzen dute, simetria bilateraldun animaliak direlako sarri askotan. Animalien gehiengoak da bilateria egun.

Animalia bilateraliok bereizteko oinarritzko irizpideak (Hickman *et al.*, 2002tik hartua).

PROTOSTOMATUAK	DEUTEROSTOMATUAK
 <p>Lakainketa espirala</p> <p>Lakainketa espirala nagusiki</p>	 <p>Lakainketa erradiala nagusiki</p> <p>Lakainketa erradiala</p>
 <p>Mesoderma eratorriko duen zelula</p> <p>Endomesoderma normalean 4d blastomerotik eratorzen da</p>	 <p>Endomesoderma zaku enterozelikoetatik eratorzen da (kordatueta izan ezik)</p> <p>Endomesoderma liseri-barrunbe primitiboaren ebaginazioz eratorzen da</p>
 <p>Liseri-barrunbe primitiboa</p> <p>Mesoderma</p> <p>Zeloma</p> <p>Blastoporoa</p> <p>Protostomatu zelomatuen zeloma xingola mesodermikoak hutsunetuz eratorzen da (eskizozelia)</p>	 <p>Zeloma</p> <p>Mesoderma</p> <p>Liseri-barrunbe primitiboa</p> <p>Blastoporoa</p> <p>Deuterostomatuak oro zelomatuak dira, eta zeloma zaku enterozelikoaren fusioz eratorzen da (kordatueta izan ezik; beroriena eskizozelikoak da)</p>
 <p>Uzkia</p> <p>Anelidoa (zizarea)</p> <p>Ahoa</p> <p>Ahoa blastoporotik eratorzen da, edo berorren inguruetatik; uzkia berria da</p> <p>Garapen enbrionarioa gehienbat determinatua (mosaikoa)</p> <p>Platihelmintheak, nemertinoak, anelidoak, moluskuak, artropodoak eta beste zenbait</p>	 <p>Ahoa</p> <p>Uzkia</p> <p>Uzkia da blastoporotik edo berorren inguruetatik eratorzen dena; ahoa da berria</p> <p>Garapen enbrionarioa normalean indeterminatua (erregulatiboa)</p> <p>Ekinodermatuak, hemikordatuak, ketognatuak, foronidoak, ektoproktoak, brakiopodoak, kordatuak</p>

Spiralia taxona

Lakainketa espirala garapen determinatuarekin erlazionatu izan da sarri askotan, eta modu berean, lakainketa erradiala garapen indeterminatuarekin. Izatez, kontu horretaz lortu den datu-mordoak egiaztatu egin du uste zabal hori, eta, dirudienez, salbuespen gutxi dago orokortasun horretatik urruntzen denik. Hori guztiori dela-eta, pentsatu izan da lakainketa-ereduek ahaidetasun filogenetikoaren gako posibleren bat adieraz dezaketela. Eta horrela, W. Schliep-ek (1929) **Spiralia** deritzon animalien taldea (taxona) eratu zuen, bertan biltzeko lakainketa espiraleko animalia taldeak (platihelmintheak, nemertinoak, anelidoak, moluskuak, artropodoak eta beste zenbait).



Enbrioi-garapena eta larbak zenbait animalia espiralietan. A: Articulata; B: Mollusca; C: Sipunculida; D: Nemertini; E: Platyhelminthes. (Siewing, 1985etik hartua).

d. Mesoderma eta gorputz-barrunbeak (zeloma)

Gastrulazio osteko hurrengo urratsean, **hirugarren geruza bat** itxuratuko da ektodermo eta endodermo artean. Geruza horri **mesodermo** deritzen, eta endodermoan du bere jatorria. Hau da, gastrulazio bidez maila diploblastikoa lortuko da lehenago, eta hurrengo urrats batean maila triploblastikoa, alegia, hiru geruzatako enbrioia.

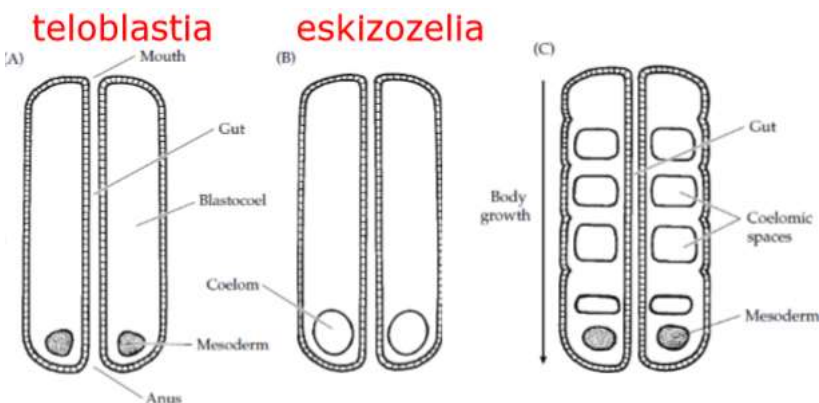
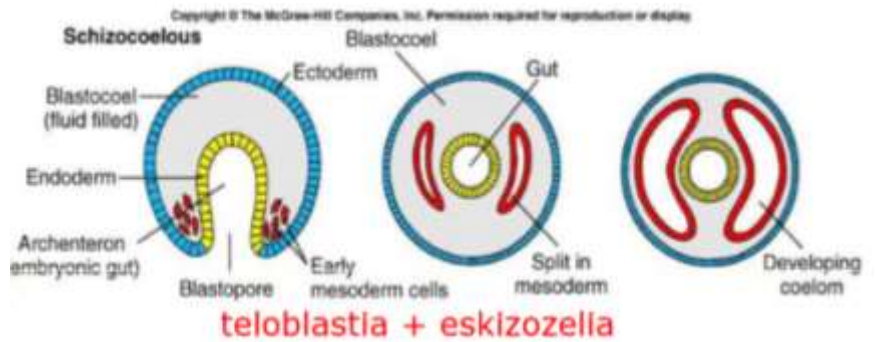
Knidario eta ktenoforoen kasuan, gastrulazioa amaitutakoan amaitzen da enbriogenesia. Beraz, talde bi horietariko animaliak **diploblastikoak** dira. Gero, hazkundean zehar, hirugarren geruza bat eratuko zaie, baina geruza horren jatorria ez da enbrionarioa; hirugarren horri **mesoglea** esaten zaio. Mesoglea matrize gelatinakara da, eta bertan zelula- edo zuntz-inklusiok ager daitezke. Dena dela, gainerako animaliak **triploblastikoak** dira, salbu eta belakiak, zeintzuk, animaliarik primitiboena izanik, ez baitira ezta diploblastikoak ere; zelula-elkartek dira. Mesoderma eta **gorputz-barrunbe sekundarioa (zeloma)** garatzeko, bide nagusi bi dago:

PROTOSTOMIOEK ERAKUSTEN DUTEN ERA: TELOBLASTIA ETA ESKIZOZELIA

Lakainketa espirala jasaten duten phylum gehienetan ikusi da lehen urrats batean mesoderma garatzen dela, eta, nolabait esateko, ostean dator zelomaren eraketa. Hau da, **prozesu bi** daude bata bestearen atzetik, hurrenez hurren **teloblastia eta eskizozelia** deritzenak, eta, hortaz, **mesodermoaren agerpena eta zelomarena une desberdinetan** gertatzen dira.

Teloblastian, mikromero bakar batek, 4d

zelulak (**mesentoblasto** izena duena), proliferazio azkarra pairatzen du blastoporo inguruetan. Zelula hori zatitu egiten da, eskumako eta ezkerreko zelulakumeak (**zelula protomesodermikoak**) sortuz, eta gero proliferatuz. Horrela, **kordoi protomesodermikoak** eratzen dira ektodermo eta endodermo artean, eta blastozelea betetz doaz. Zer ezanik ez, mesoderma da hirugarren orri blastodermiko hori. Alabaina, mesoderma teloblastiaz garatzen denean, animalia zelomatua baldin bada, orduan gorputz-barrunbea eratuko da. Mesoderma garatu ahala, gorputz-barrunbeak (zeloma) itxuratuko dira **eskizozelia**

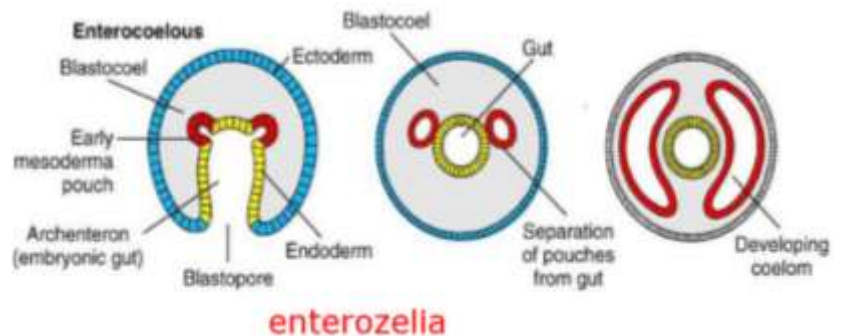


etengabe errepikatzen dira animaliaen metamero edo segmentu bakoitzeko.

DEUTEROSTOMOEK ERAKUSTEN DUTEN ERA: ENTEROZELIA

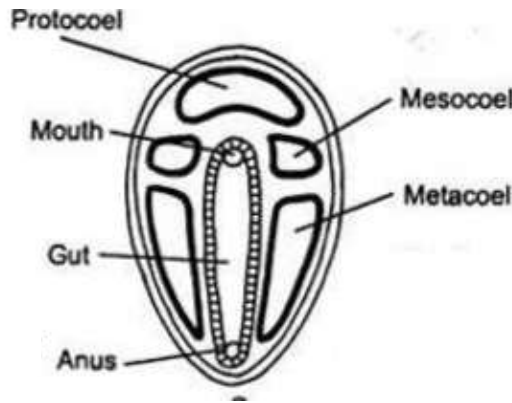
Ekinodermatu eta kordatuetan aurkitu da mesoderma sortzeko bigarren metodo hau, eta **enterozelia** deritzen. Mesoderma **gastrularen arkenteronetik** bertatik hasiko da, eta, teloblastiaren kasuan ez bezala, aldiberekoa izango da zelomaren eraketarekiko. Hau da, **enterozelian batera doaz mesodermoaren sorrera eta zelomaren itxuraketa**. Arkenteronak **besikula bikoitiak** eratzen ditu. Besikula horiek handitu eta azkenik askatu egingo dira, ganbara zelomiko gisa. Ganbara horien paretak, eta bai hasierako besikula arkenteronikoak ere, mesodermozkoak dira.

Kasuren batean, mesoderma arkenteroneko paretatik abiatzen da xafla lodi gisara, eta geroago hustu eta ganbaratu egingo da. Hala ere, autore batzuen ustez, fenomeno hori eskizozeliaren aldatzat jo daiteke eta ez enterozeliatzat. Dena

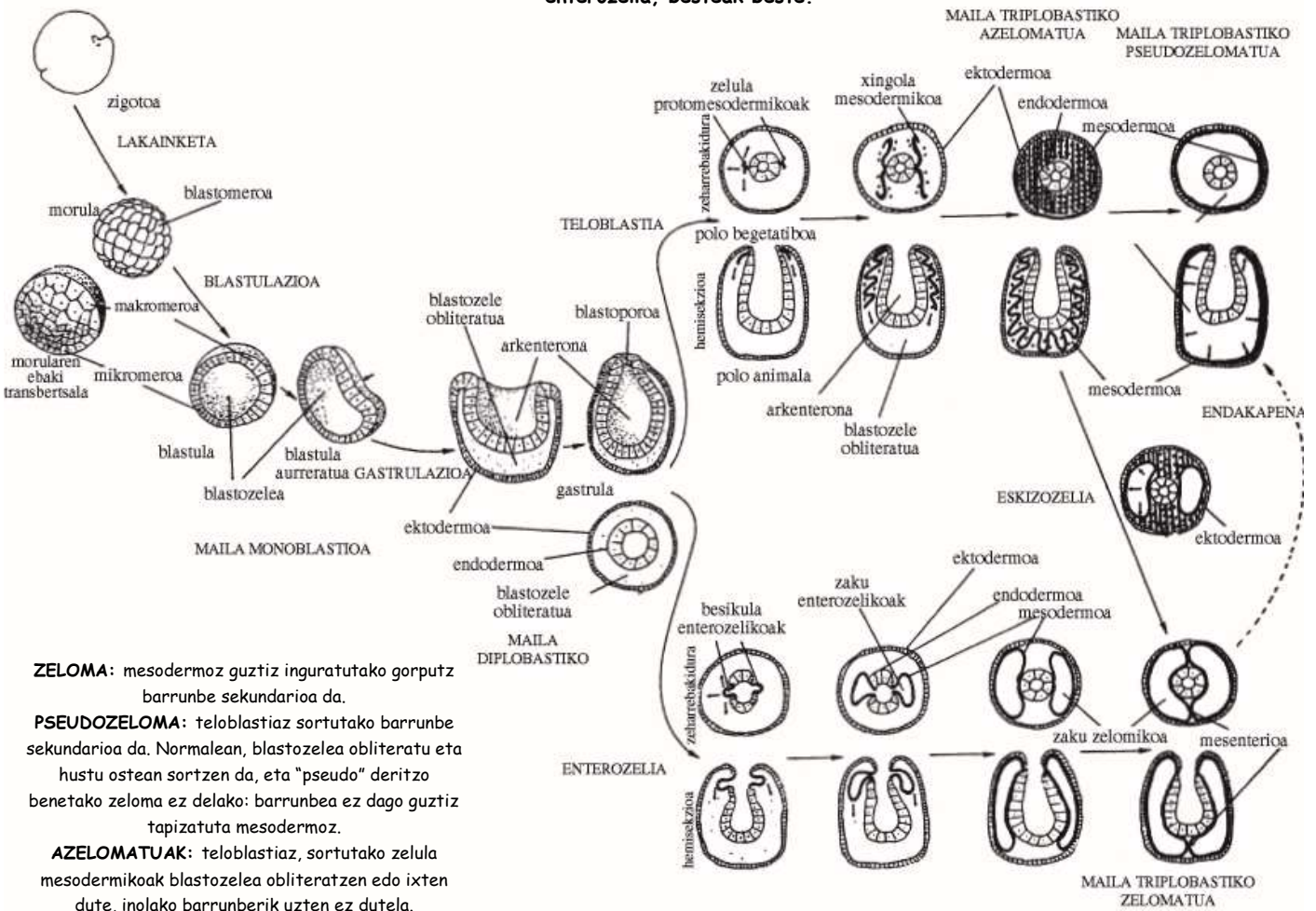


da. Hala ere, autore batzuen ustez, fenomeno hori eskizozeliaren aldatzat jo daiteke eta ez enterozeliatzat. Dena

den, enterozelia bidez **gorputz-barrunbea** hiru **ganbara-pare** modura gauzatzen da, eta ganbara zelomiko horiei, hurrenez hurren, **protozele**, **mesozele** eta **metazele** esaten zaie.



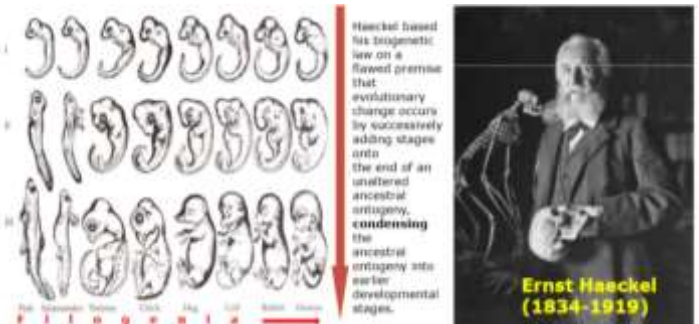
Metazooen enbriogenesiaren eskema orokorra, eta bertan adierazita lakainketa, blastulazioa, gastrulazioa, teloblastia, eskizozelia eta enterozelia, besteak beste.



ZELOMA: mesodermoz guztiz inguratutako gorputz barrunbe sekundarioa da.
PSEUDOZELOMA: teloblastiaz sortutako barrunbe sekundarioa da. Normalean, blastozelea obliteratu eta hustu ostean sortzen da, eta "pseudo" deritza benetako zeloma ez delako: barrunbea ez dago guztiz tapizatuta mesodermoz.
AZELOMATUAK: teloblastiaz, sortutako zelula mesodermikoak blastozelea obliteratzen edo ixten dute, inolako barrunberik uzten ez dutela.

e. Ontogeniaren inguruko gogoetak

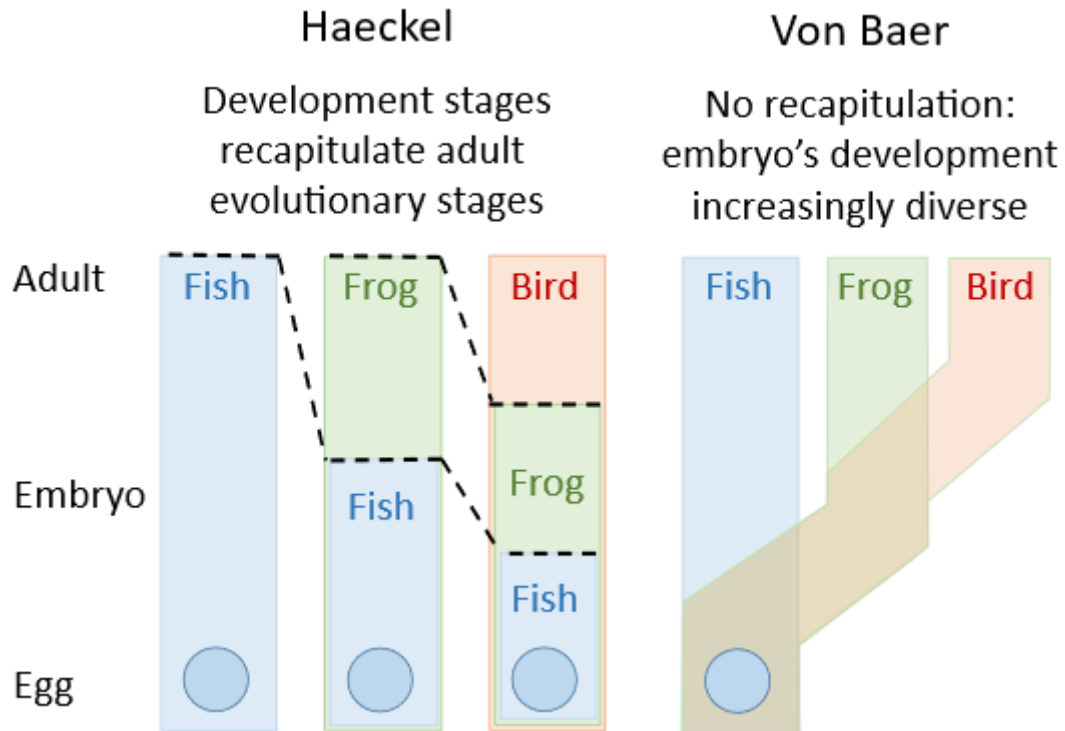
Ernst Haeckel-ek zuen plazaratu 1866an **lege biogenetikoaren** arabera, askotan **errepikatzen den ontogeniak** (=garapen indibidualak) **filogenia** (=deszendentzia ebolutiboa) **errekapitulatzen** (=laburbiltzen) du, hau da, ontogeniak kondentsatu egiten du historian zehar izan dugun garapen enbrionarioa. Haeckel-en ustetan, hau ez zen zorizkoa; izan ere, bere ustez filogeniaren eta garapen enbrionarioaren harreman zuzena zegoen: **filogeniak eragiten du enbriogenesia**; hau



da, animaliek enbriogenesisia dute euren historia ebolutiboa dela eta. Eboluzioak aurrera egin ahala, emandako aldaketak fase morfologiko edo estadio morfologiko gehiago modura joan dira garapen enbriologikora txertatzen.

Von Baer lege enbrionarioak proposatu zituen, Haeckel-ek proposatutakoari beste ikuspuntu bat emanez:

- Animalia talde handi baten ezaugarri orokorrak, ezaugarri bereziak baino lehenago agertzen dira enbrioian. Hortik aurrera dibergentzia agertuko da.
- Ezaugarri berezi gutxiago ezaugarri orokorretatik garatzen dira, enbrioia espezializatuen agertu arte.
- Enbrioia itxura ez du beste forma definitiborik bateratzen.
- Goi mailako animalia baten enbrioia ez da inoiz behe mailako animalia heldu baten itxurakoa, bere enbrioia bezalakoa baizik.



ZOOLOGIA

4. GAIA: MORFOLOGIA ETA PROMORFOLOGIA

Bizidunak bereizi, deskribatu eta interpretatzeko, gizakiak erabili dituen elementurik nabarienen forma eta egitura izan dira, eta, hain zuzen ere, horien gainean oinarritu da **Morfologia Zoologikoa**. Diziplina horrek animalien antolakuntza motak aztertzen ditu, hau da, animalien plan arkitektonikoez arduratzen da.

Morfologia zoologikoaren ikasketarako, tresna guztiz lagungarria da anatomia konparatua. Anatomia, hain zuzen, egituren, organoen, aparatu eta sistemen azterketa besarkatzen du, bai maila zelularrean zein histologikoan, eta, era berean, horien guztien arteko korrelazioa aztertzen du, hau da, funtzionamendua. Anatomia, etimologikoki, ebaketa da, hau da, disezioa. Anatomia, animalia baten edo berorren organoren baten azterketa mugatu ahal da, edo bestela maila konparatuan erabil daiteke. Edozelan ere, komeni da morfologia eta anatomia elkarrengandik bereiztea: anatomia "erakutsi" besterik ez du egiten, eta morfologia, berriz, "interpretatu" eta "azaldu" egiten du. Alegia, anatomia zer dagoen agerian uzten duen bitartean, morfologia zer horren esangura adierazten du.



Eboluzioan zehar animalien morfologia aldatuz joan da. Datuek erakusten dutenez, ziurrenik metazooak protozoo-kolonietatik eratorri ziren, zeintzuetan funtzio desberdinetarako espezializatu baitziren hasierako zelula elkarren antzekoak. Horrela balitz, Metazoa taldearen eboluzioa azaldu ahal da antzeko unitateen erreplikaziotzat, zeinari, ondoren, unitateen espezializazioa eta integrazioa jarraituko baitzitzaizkiokeen organismo berri batean, jakina, konplexutasun maila handiagokoa. Unitateen aipaturiko erreplikazio/espezializazio/ integrazio sekuentzia hori patroia orokorra da gorputz tamainuaren emendioaren eta konplexutasunaren eboluzioan.

a. Bizidunen egitura eta funtzioa: BAUPLAN-a

Bauplan berba alemaniarra "egitura-plana edo diseinua" adierazten du literalki, baina biologoek termino horretan biltzen dituzte bizidun baten osagai estruktural eta funtzional guztiak, superbizipen eta ugalketarako dituen bai gaitasunak eta bai limitazioak ere determinatzen dituztenak.

Blauplana sortzen da animal multzo baterako, nahiz eta morfologikoki edo funtzionalki multzoa osatzen duten animalia guztiak oso desberdinak izan. Esaterako, txitxi-burduntziak duten akabera bestelakoa da mariartaziek, eltxo hankaluzeez, zilararrainek, kakalardoek eta zapatariek zeinek bere aldetik dutenak, baina den-denok partekatzen dute intsektu-eta artropodo-bauplana. Sugeek ere, adibidez, badute bauplan bat desberdina dena, muskerren, dortoken edo krokodiloen bauplanarekiko, baina, denek dute narrastien bauplana eta, jakina, ornodunen bauplana. Era berean, *Insecta*, *Crustacea* eta *Arachnida* taxonek ere bakoitzak bauplan propioa dute, baina, beste maila batean artropodoen bauplana aurkezten dute. Animalia-espezie asko eta asko egon arren, erlatiboki gutxi dira oinarritzko bauplanak, eta itxuraz Prekanbriarrean gauzatu ziren. Kontura gaitezen, bauplana, izatez, nahastura dela, ezaugarri antzestralak eta deribatuak biltzen dituena.



Krokodiloak, dortokak eta muskerrek oso ezberdinak dira elkarrengandik, baina, maila bat harago joanda, guztiek narrastien bauplan orokorra aurkezten dutela ikus dezakegu.

Horrela, bauplanaren osagai nagusiak honako hauexek dira: gorputz simetria, zelularitatea, gorputz tamaina, geruza germinatiboak, gorputz-barrunbeak, lokomozioa eta euskarria, mekanismo elikatzaileak, eskrezioa eta osmorregulazioa, zirkulazioa eta gas-trukea, nerbio-sistema eta zentzu organoak, hormonak eta feromonak eta, azkenik, ugalketa.

Bizidun bat "ibili badabil", horrek esan gura du bere gorputz-osagaiak oro bateragarriak direla elkarrekin, hala estrukturalki nola funtzionalki. Bizidunak bere osotasunean -eta organo sistema jakinek ere- badu bauplan bat deskribagarria eta definigarria, dituen gaitasunak eta limitazioak determinatzen dituena: biziduna unitate integratua da. Horrela, talde bateko

ohiko bauplanetik ihes egiten duten espezieak daude, baina bideragarriak suertatu dira naturan elementu guztiek bat egin ahal izan dutelako (batzuetan ez da bideragarri suertatzen; izan ere, osagai-multzo guztiek ez dute bizirik irauteko aukerarik izaten). Honen adibide dugu *Cetorhinus maximus* marrazo erraldoia. Marrazo honek, bestelakoek ez bezala, ez du arrainik harrapatzen. Aitzitik, ahoa zabaldu eta uretan dagoen planktona harrapatzen du aho-barrunbean garatutako sare moduko egitura bati esker. Ikusten denez, animalia hau marrazoaren ohiko bauplanetik atera da, baina bere osagai-multzo berriak bideragarritasuna lortu du.



Bauplana edo gorpuzkeraren plana ezarrita dagoela, hainbat mekanismok bermatu behar izango dute bere mantenua, naturan bideragarri suertatu dadin; hau da, mekanismoren bat egon beharko da plan orokor baten estruktura eta funtzioa mantentzeko balio duena. Claude Bernard frantziarrak antzeman zuen gorputzeko barne-egonkortasuneranzko joera, XIX. mendean. Geroago, W. Canon fisiologo estatubatuarrek barne-medioa egonkor mantentzen duten prozesu fisiologikoen oreka

deskribatu zuen: **homeostasia**. Homeostasia prozesu fisiologiko guztiekin erlazionatuta dago, eta animalia guztiei aplikatu dakieke. Egonkortasun-mekanismo honi esker, bizidun batek bere horretan iraun dezake nahiz eta ingurune baldintzen aldaketa eman, beti ere baldintza horiek bizirik irauteko jasagarriak diren tartean mantentzen direla. Horra hor bauplanaren eta homeostasiaren arteko lotura: bauplanak organismo baten mugak ezartzen ditu, eta homeostasiak organismo baten biziraupena bermatzen du; beraz, indibiduen mugak eta homeostasia betetzeko baldintzak sinonimoak direla esan genezake.

Organismoen morfologiaren egonkortasuna XIII. mendetik honako zientzialariek izugarri barneratuta izan duten kontzeptua dugu. Hartara, animalien forma arketipikoen edo planoen kopuru zehatza existitzen delaren ideia oso zaharra dela esan genezake. Richard Owen izan zen **arketipo** terminoa erabili zuen lehendabiziko ikerlaria, 1848. urtean. Termino horrek eredu organismo bat definitzea du helburu, talde bateko banako ezberdinek amankomunean dituzten ezaugarrien multzoari erreferentzia eginez. Owen-en begietan, ordea, arketipo horiek jainkoak zehaztutakoak ziren: ez ziren eboluzioz sortzen eta denboran zehar mantentzen. Arketipo enbriologikoaren kontzeptua eta helduak garapenean zehar gehitutako ezaugarrien multzoa baino ez direlaren ideia Karl von Baer eta Ernst Haeckel zientzialarien eskutik sortu ziren XIX. mendeko erdialdean. Egun, kontzeptu hauek kontserbatutako gorputz planen kontzeptu bakarrean bildu dira, bauplan delakoan hain zuzen. Kontzeptuak formaren egonkortasunari buruz hitz egiten du, eboluzioak eta dibergentzia filogenetikoak aurrera egin ahal mantendu egiten den egonkortasunari buruz hain zuzen.

b. Zelularitatea, gorputz-tamaina, geruza germinatiboak eta gorputz-barrunbeak

Mota biko irizpideak erabiltzen dira animalien erreinuko konplexutasuna interpretatzeko. Bata, gorputzaren antolakuntzamaile da, edo, beste era batera esanda, **gradua** deritzona. Bestea, gradu baten barruan egon daitezkeen aldaketa egiturazkoak, **gorputz-planak** alegia. Gradu-mailako diferentzia da, kasurako, organismoa unizelularra ala multizelularra izatea, zelula-geruza biz (diploblastikoa) ala hiruz (triploblastikoa) eratutakoa izatea, edo, gorputz-barrunberik ez edukitzea (azelomatua) ala bai (pseudozelomatua, zelomatua).

GRADUA EDO ZELULARITATEA

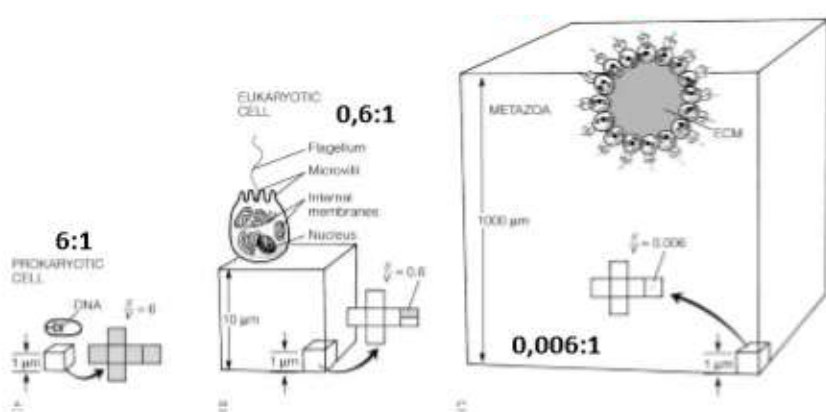
Zelularitatearen arabera, izaki bizidunak oinarritzko bi gradu ezberdin aurkeztu ditzakete:

- **Gradu unizelularra.** Zelula bakarrez osatutako organismoak dira unizelularrak. Ez da animalien artean agertzen, protozoak Animalia erreinutik kanpo daudela kontsideratzen badugu behintzat. Dena dela, ezin da ahaztu animalia guztiak unizelularrak direla ontogeniaren abiapuntuan.
- **Gradu multizelularra.** Organismo multizelularrak hainbat zelulaz osatutako izaki bizidunak dira. Uste denez, gradu multizelularra kolonietan antolatutako protozoo unizelularretatik abiatuta sortu zen, behin kolonia hauetako zelulek espezializazioa eskuratu zutenean. Gradu multizelularrean antolatutako zelulak elkar dependenteak dira; hau da, ezin dira, behin espezializatuta, bata besta gabe bizirik iraun.

GORPUTZ-TAMAINA: S/V DILEMA

Gorputz-konplexutasunari dagozkion aipatutako graduak asoziatuta daude inherenteak zaizkien zenbait gaitasunekin eta bai zenbait hertsamendurekin; esate argi baterako, gradu bakoitzak tamaina-muga nabariak ditu. Organismo batek tamaina handitzen duenaz batera, organismo horren bolumena eta superfiziea abiadura desberdinez emendatzen dira: azkenekoa dimentsio linealen karratura hazten den bitartean, bolumena kubora emendatzen da. Zelula, biziraupenerako, mintz plasmatikoa zehar buruturiko substantzien garraioan oinarrituta dagoenez, tamainak berehala lortzen du puntu bat non zitoplasma ezin baita egokiro mantendu difusio soilez. Bizidun unizelular batzuek, arazo horren kontra egiteko, oso tolestutako

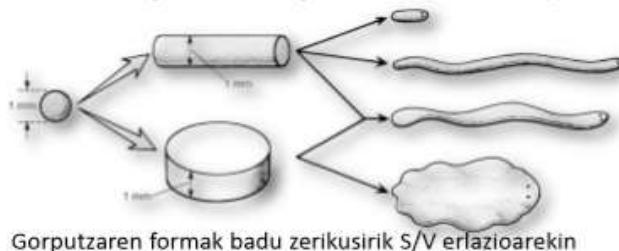
gainazalak garatu dituzte; alabaina, muturreko muga bateraino iritsi dira beti bide horretan barrena. Horregatik dira hain ñimiño protozoo guztiak, handienak ere.



Azalera/bolumen erlazioa (S/V) garrantzitsua da, substantzien trukea azalean zehar gertatzen delako eta bai beharrian metabolikoak handitu egin direlako bolumena handitzean. Lehen metazoook eukariotoen S/V erlazioa heredatuko zuten, eta horrexegatik bestelako hobekuntzak agertu dira eboluzioan zehar. Metazoo primitiboek, koanoflagelatu kolonien antzekoak, esfera huts gisa antolatuko ziren, arazoari aurre eaiteko.

Beste irtenbide bat aurkitu izan da eboluzioan zehar superfizie/bolumen erlazioaren dilema ebazteko: **zelula-kopurua handitu** da, organismo konplexuagoak osotuz; horra hor multizelularitatearen zergatia, eta, beraz, metazooen agerpena. Hala ere, eta antzeko arrazoiak direla-eta, metazooen tamainagehikuntza mugatua da. Zenbait metazootan ez dago ehun edo organo konplexurik; holakoetan barruranzko zein kanporanzko difusioa ezin da burutu, baldin eta gorputzeko zelula guztiak ez badaude kanpo-ingurunearekiko kontaktu zuzenean, edo hurbil behintzat. Adibidez, oxigenazio-metodo modura efektiboa izateko, difusioz oxigenoak ez ditu zeharkatu behar 1 mm-ko baino gehiagoko lodierak. Zer esanik ez, mugak daude hemen ere: animalia batek ezin du bere bolumena nahi beste handitu, zelula gehienek kanpoarekiko ukipena mantendu behar baitute. Metazoo primitiboek zelulen parakerarekin jokatzuz gaintitu dute arazoa neurri batean; horretarako, kanpo-ingurunerainoko distantzia zaindu beharrean aurkitu dira zelula guztiak. Hori lortzeko metodo bat **gorputz-barruan substantzia ez-bizirik** metatzea izan da: bide horretatik garatu da ktenoforo eta marmoken mesoglea gelatinakara lodia. Beste metodo bat, **kanpo-superfiziea maximizatuko duen gorputz-geometria** itxuratzea izan da; bide horretatik gauzatu da zizare zapalen gorputz bermiformea. Hala ere, egon da, bai, arrakasta nabarmeneko azken ebazpen bat: animalien eboluzioan zehar **barne-garraiorako sistemak** garatu dira, zirkulazio-sistemak, halako moldez non, gorputzeko zelula bakoitzari kanpo-ingurunea bera hurbildu baitzaio, nolabait adierazteko. Gorputz-tamainaren hiru dimentsioko emendioak garraio-mekanismo sofistikatuaren garapena hala behartzen du elikagaien, oxigenoaren, hondakinen, eta abarren mugimendu egokirako; garraio-egitura horiek organo-aparatu edo organo-sistema bihurtu dira goi-mailako metazooetan. Horrela, eboluzioan zehar ikusi dira orri blastodermiko desberdinak zituzten animaliak. Hau da, animalia mono-, diplo- eta triploblastiko ikusi ditzakegu, azken hauek izaten arrakasta handiena izan zutenak.

Tamaina handitzeko, zelula-kopurua emendatzea da modu bideragarri bakarra, neurri jakin batetik aurrera. Difusioa era egokia izan daiteke oxigeno-hornidurarako tarte txikietan (1,0 mm-raino).



Gorputzaren formak badu zerikusirik S/V erlazioarekin



zaindu beharrean aurkitu dira zelula guztiak. Hori lortzeko metodo bat **gorputz-barruan substantzia ez-bizirik** metatzea izan da: bide horretatik garatu da ktenoforo eta marmoken mesoglea gelatinakara lodia. Beste metodo bat, **kanpo-superfiziea maximizatuko duen gorputz-geometria** itxuratzea izan da; bide horretatik gauzatu da zizare zapalen gorputz bermiformea. Hala ere, egon da, bai, arrakasta nabarmeneko azken ebazpen bat: animalien eboluzioan zehar **barne-**

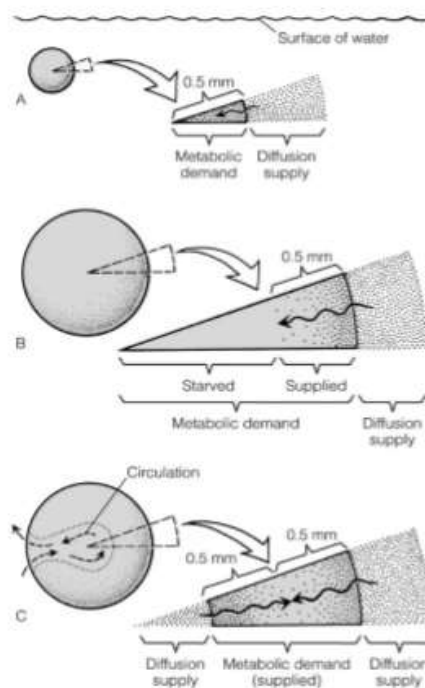
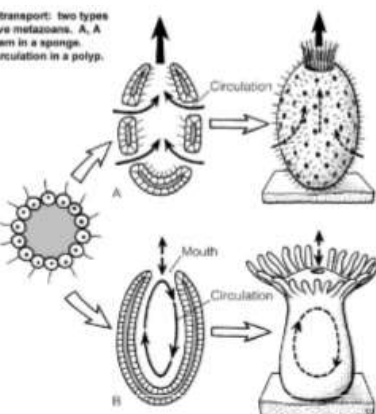


FIGURE 4-4, page 66: Size and transport: two types of circulatory systems in primitive metazoans. A, A unidirectional flow-through system in a sponge. B, Bidirectional, or circuitous, circulation in a polyp.

Difusio bidezko garraioaren mugek derrigorrezko bihurtu zuten zirkulazio-sistemaren baten garapena, metazooen tamaina handitzekotan. Ohar gaitzekenez, knidarioen zirkulazioa (B), inbaginazio ximplez garatu ahal da, enbriogeniako gastrulazio-fasean. Geroago, animalia bilateraletan zirkulazio-sistema funtzionalki askoz espezializatuagoak itxuratu ziren: sistema zelomikoak eta hemalak, hain zuzen.



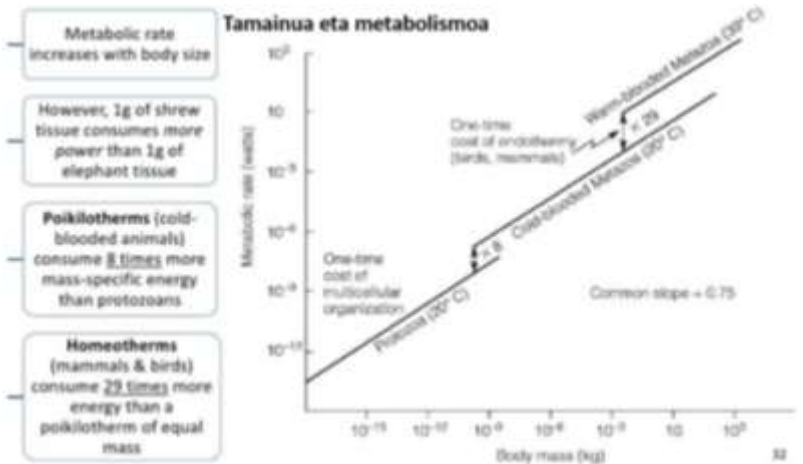
garraiorako sistemak garatu dira, zirkulazio-sistemak, halako moldez non, gorputzeko zelula bakoitzari kanpo-ingurunea bera hurbildu baitzaio, nolabait adierazteko. Gorputz-tamainaren hiru dimentsioko emendioak garraio-mekanismo sofistikatuaren garapena hala behartzen du elikagaien, oxigenoaren, hondakinen, eta abarren mugimendu egokirako; garraio-egitura horiek organo-aparatu edo organo-sistema bihurtu dira goi-mailako metazooetan. Horrela, eboluzioan

zehar ikusi dira orri blastodermiko desberdinak zituzten animaliak. Hau da, animalia mono-, diplo- eta triploblastiko ikusi ditzakegu, azken hauek izaten arrakasta handiena izan zutenak.

Tamaina eta metabolismoa

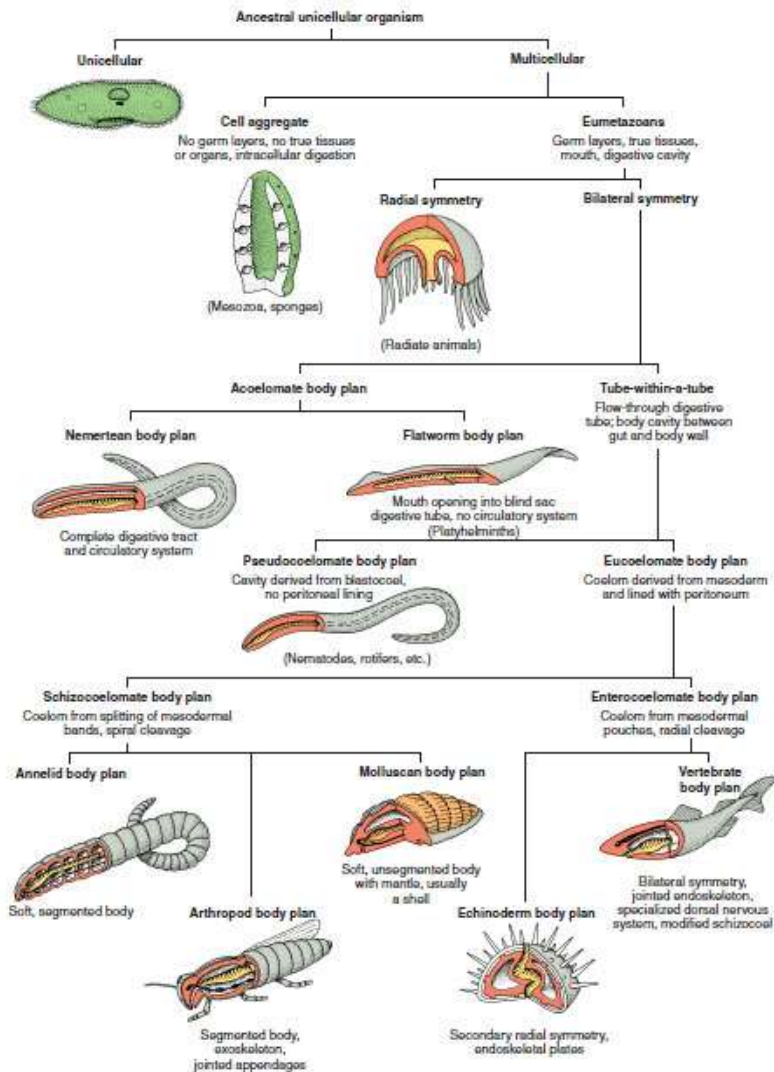
Ikusi denez, tamaina zenbat eta handiagoa izan, metabolismoaren ratioak gora egiten du; hau da, tamaina handiagoa denean, metabolismoaren aktibitatea askoz ere altuagoa da. Orokortasunak orokortasun, badaude zenbait salbuespen; adibidez, ugaztunen artean, sitsek elefanteek baino askoz ere metabolismo azkarragoa dute.

Tamainaren eta metabolismoaren arteko erlazioa organismo homeotermo eta poikilotermoetan islatuta ikusi da ere. **Poikilotermoek** protozooek baino askoz ere tamaina handiagoa dute eta, horrela, metabolismo ratioa askoz ere handiagoa dute. Alabaina, tenperatura egonkortzeko gaitasuna ez dutenez, **homeotermoek** baino askoz ere metabolismo-aktibitate baxuagoa dute. Izan ere, homeotermoen metabolismo aktibo eta dinamikotik sortzen da beraien tenperatura egonkortzeko erabiltzen duten bera. Horrela, homeotermoek, gehienetan, poikilotermoek baino tamaina handiagoa dute: ugaztun handiena edozein narrasti baino askoz handiagoa da -dinosaurioen tamaina handia azaltzeko, adibidez, ikerlari askok animalia hauen homeotermia proposatzen dute, nahiz eta, berez, narrastiak izan-.



ANIMALIEN ARKITEKTURA: GERUZA GERMINATIBOAK ETA GORPUTZ-BARRUNBEAK

Animalien formaren aniztasuna bizimoduak, eboluzioak eta habitatak mugatzen dute. Ornodun baten hesteetan bizimodu bizkarroia eskuratzen duen zizare baten forma eta funtzioa bitza askeko zizare batenekin oso ezberdinak badira ere, biek filum bereko oinarrizko ezaugarriak aurkeztuko dituzte. Eboluzioak ekarri dituen eraberritze morfologikoen artean multizelularitatea, simetria bilateral, "hodi baten barneko hodia" plana eta euzeloma -benetako zeloma- dira nabarmentzekoak. Animalien arkitekturari erreparatuta, aldakortasuna honako eskema honetan irudikatuta geratzen da:



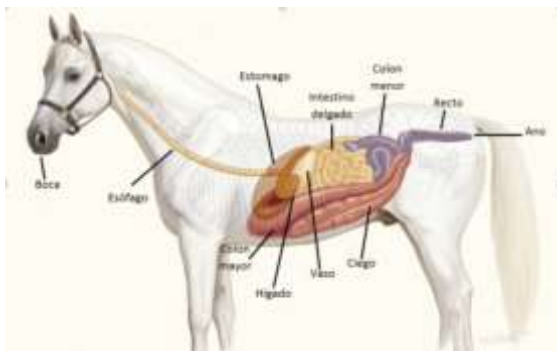
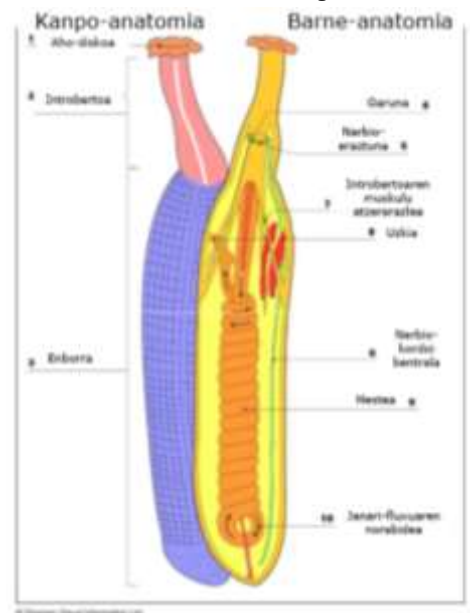
Eskema honetan animalien morfologia zehazteko bi irizpideak islatuta ageri dira. Alde batetik, zelularitatea edo gradua: **unizelularra, multizelular primitiboa** -zelulen agregazio hutsak, poriferoen kasuan bezala- eta **gradu eumetazoa** -benetako multizelularitatea-. Bestetik, animalia multizelularrek aurkezten dituzten oinarritzko bi morfologiak argi eta garbi ikusten dira -gorputz-plan orokorrenak-:

- **Zaku eredu.** Maila diploblastikoan eta triploblastikoan ikusi da. Zaku ereduari jarraitzen dioten animalietan, aho eta uzki funtzioak betetzen dituen irekigune bakarra dago. Halakoak dira knidarioak edota zizare zapal azelomatuak -plathelmintheak-.



Bai knidarioetan zein plathelmintheetan, zaku eredu ikusten da. Beraien **digestio aparatua** **itsua** direla esaten da, irekigune bakarrak aho eta uzki funtzioak betetzen dituelako. Ikusiko dugunez, ostera, animalia hauek horri germinatibo ezberdinak izango dituzte.

- **Hodi eredu.** Maila triploblastikoan soilik ikusi da. Animalia hauetan ahoa eta uzkia bereizi egiten dira, bakoitzak irekigune bat duela. Horrela, hodi moduko bat osatzen da, gehienetan gorputzaren muturretako bakoitzean ireki egiten diren bi irekigune dituela: ahoa eta uzkia. Badaude mutur berean bi irekiguneak dituzten animaliak -U formako hodia, sipunkulidoetan edota urokordatueta besteak beste-. Hodi ereduak oso abantaila ebolutibo garrantzitsuak eskaintzen ditu zaku ereduaren aurrean: hodiak ingestioa eta egestioa aldi berean gertatzea ahalbidetzen du; mamurtzeko, irensteko edota janaria harrapatzeko mekanismo bereziak garatzea dakar; eta gorputzaren luzera handitzea ahalbidetzen du -janaria ez da sartu den eremura bueltatu behar-.

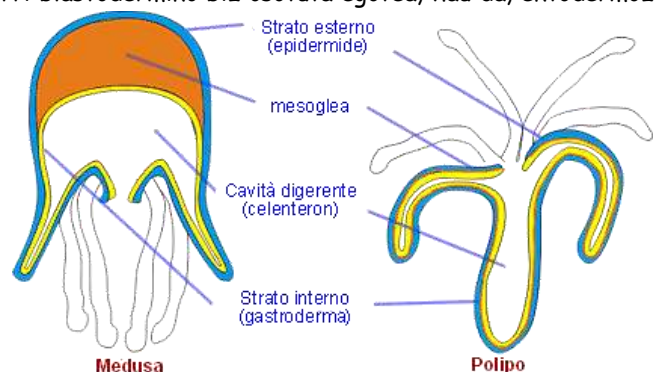


Ornodunetan -zaldian, adb.-, hodia gorputzaren muturretako bakoitzean irekitzen da. Sipunkulidoetan, ordea, digestio-hodiak U itxura hartzen du eta, ondorioz, ahoa eta uzkia mutur berean kokatzen dira.

Eredu hauek ez ezik, eskeman ere animalien sailkapenean eta morfologian izugarritzko garrantzia duten **orri blastodermiko edo geruza germinatiboak** agertzen dira. Geruza hauek animalien gorputza osatzeaz arduratzen dira, eta kopuru ezberdinean agertzen dira animalia-talde bakoitzaren bauplana zein den kontuan hartuta. Orri blastodermikoak *Eumetazoa* graduko animalietan soilik agertzen dira eta, beraz, gradu multizelular primitiboa duten animaliek -poriferoek, besteak beste-, ez dute halakorik aurkeztuko. Orri blastodermikoen agerpenarekin erlazionatutako beste irizpide morfologikoa **barrunbe zelomiko** baten agerpena da. Zeloma gorputzean ageri den barrunbe bereizgarri bat da, likido zelomikoz beteta dagoena eta organo ezberdinak barne hartzen dituena. Zelomaren agerpena, hirugarren gaian ikusi bezala, mesodermoaren garapenarekin lotuta dago eta, beraz, barrunbe honen agerpena orri blastodermikoen garapenarekin lotuta egongo da. Garapen hura nolako izan, zelomarik gabeko animaliak, zelomaren antzeko barrunbedun animaliak eta animalia zelomikoak aurkituko ditugu.

Bai orri germinatiboen zein zelomaren garapenaren irizpideak hartuta, oinarritzko lau gradu ikus daitezke:

- **Gradu diploblastikoa.** Badakigunez, diploblastikoa izatea da orri blastodermiko biz osotuta egotea, hau da, ektodermoz eta endodermoz -ez dago mesodermorik eta, beraz, zelomarik ere ez-. Zelula-geruza biak elkarrengandik bananduta daude **mesoglea** deritzon geruza batez, gelatinakara eta zuntzekoa dena. Dagoenez, gradu diploblastikoan organo primitiboak beha daitezke, gonadak esaterako. Multzo horretakoak dira knidario eta ktenoforoak. *Phylum* bi horiek **zaku eredu**ko morfologia aurkezten dute, hau da, gorputz-paretek barrunbe zabala (= zelenterona) mugatzen dute, zeina irekigune bakar batez komunikatzen baita ingurunearekin. Alabaina, barrunbe

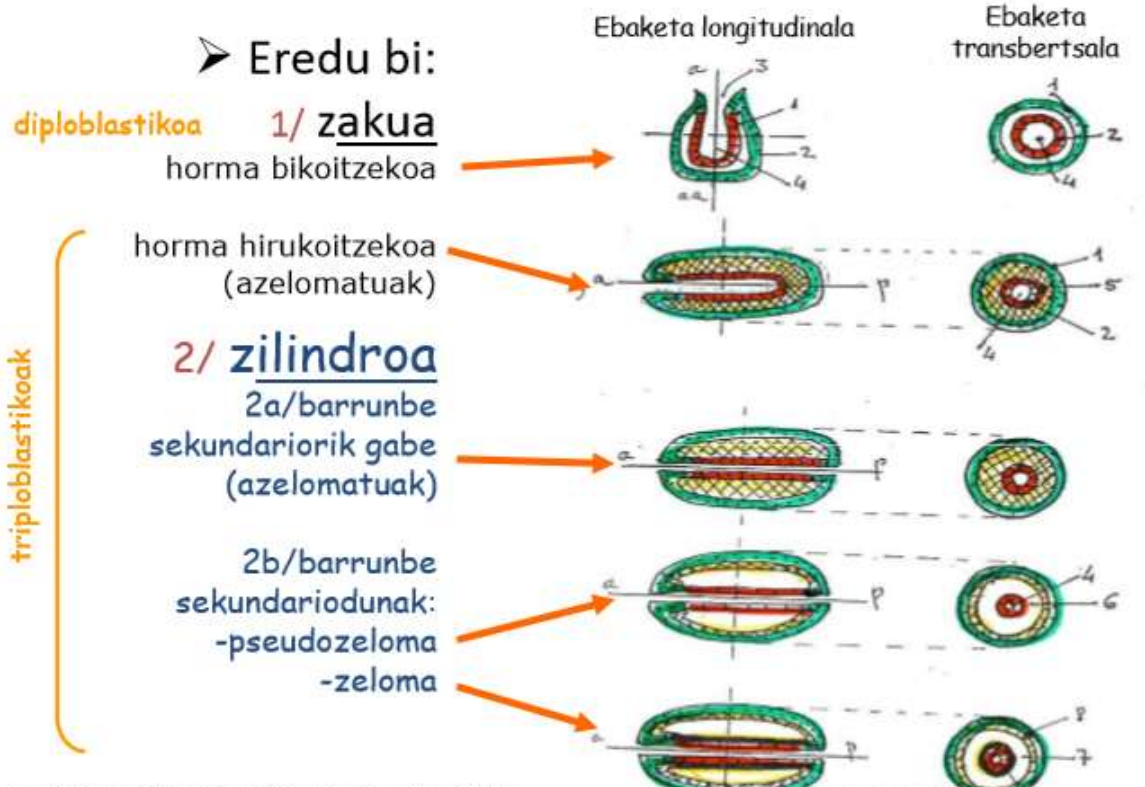
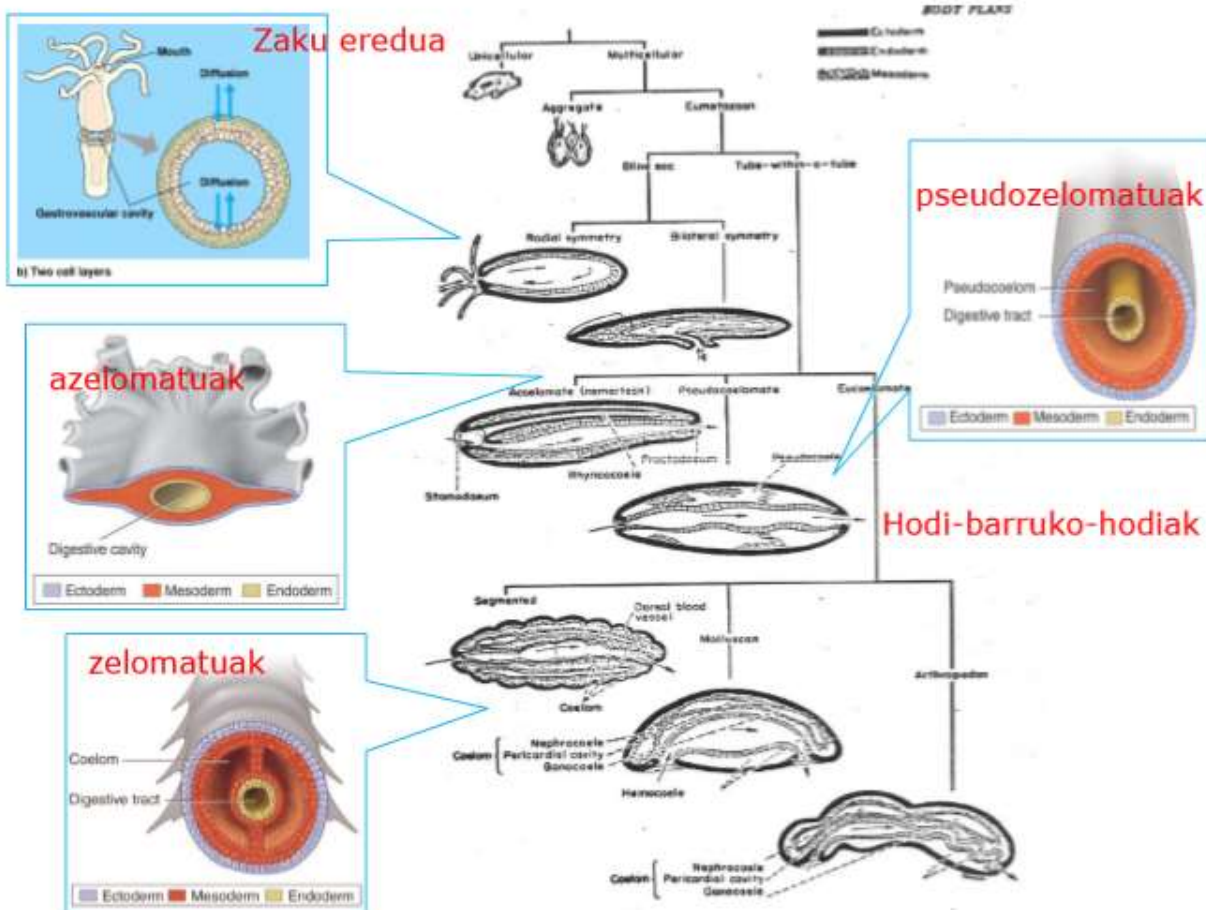


horretan dagoen fluidoa kanpooka da, eta hortaz, hor dagoen egitura ez da "benetako" barrunbe bat: ez da zeloma. Bestalde, irekiguneak ahoaren eta uzkiaren zereginak betetzen ditu.

- **Gradu triploblastiko azelomatua.** Multzo horretako animaliek mesodermoa dute ektodermo eta endodermoaz gain. Beraz, animalia gorputz trinkodunak dira, mesenkimaz (ehun konektiboa) beteta daudelako. Hau da, liseri-barrunbeaz aparte, ez dago inolako gorputz-barrunberik, mesodermoa obliterazioz guztiz ixten delako -ez dago zelomarik-. Multzo horretan bi ereduak ikusten dira: zaku eredu platihelminetan eta hodin eredu nemertinoetan.
- **Gradu triploblastiko pseudozelomatua.** Zenbait animalia garapenean zehar likidoz beteriko esfera hutsa agertzen da, zeloblastula alegia. Normalean blastularen blastozela zelulez guztiz obliteratzen da azelomatuetan gertatzen den legez, baina zenbait talde triploblastikotan, nematodo eta errotiferoetan adibidez, espazio hori ez du mesodermoak guztiz trinkotzen, eta horrela gorputz-barrunbe huts bat eratzen da liseri-traktuaren (zilindro esplankniko sinplea; endodermotik dator) eta gorputz-paretaren (horma bikoitiko zilindro somatikoa; ektodermo eta mesodermotik dator) artean. Barrunbea, beraz, blastozetik dator, ez mesodermotik; horrela, mesodermoa ektodermoa inguratzen ageriko da, baina ez endodermoa -honen ondorioz, liseri paratuaren inguruan ez da giharrik agertuko, eta animalia hauek etengabeko mugimendua behar izango dute liseriketa gerta dadin-. Likidoz beteriko barrunbe hori funtzionalki eskeleto hidrostatiko gisara ari daiteke, eta **pseudozeloma** edo **pseudozele** deritzo. Animalia pseudozelomatuen organoak zintzilikatuta daude gorputz-barrunbean, bertako likidoan zuzenki murgilduta. Oor har, hodi ereduari jarraitze dioten animaliak dira hauek.
- **Gradu triploblastiko zelomatua.** Animalia zelomatuetan, likidoz beteriko barrunbe bat garatzen da gorputz-pareta eta liseri-hodi artean. Oraintxe aipaturiko kasuan ez bezala, zelomatuetan, barrunbea mesodermoaren baitan garatzen da (eskizozeliaz edo enterozeliaz), eta **peritoneo** deritzon zelula-gainezadura finaz inguratuta dago. Peritoneoa mesodermotik eratorri da. Horrelako barrunbe bati **zeloma** edo **euzeloma** esaten zaio. Animalia zelomatuetan, peritoneoak biltzen ditu **organoak**; beraz, **ez daude aske**. Gradu horretako animaliek **hodi-barruko-hodia** izendaturiko diseinua aurkezten dute. Zilindro biek horma bikoitia dute. Barne-hodia liseri-hodia da (endodermo eta mesodermotik), eta kanpo-hodia gorputz-pareta (ektodermo eta mesodermotik). Haien artean zeloma daukagu, eta, zeloma inguratuz, peritoneoa. Zelomak funtzio asko bete ditzake, eta horrek azaltzen du animalia-kopuru handiena zelomaduna izatea. Beteriko zereginak ondokoak izan daitezke:
 1. Gorputz-barrunbeko fluidoak **sistema garraiatzaile** oso xume modura aritu ahal da, eta elikagaiez eta oxigenoz hornituko ditu ehunak. Oxigenoa barneratuko da gorputz-pareta erlatiboki mehe bat zeharkatuz, eta janariak erdiko digestio-aparatutik xurgatuz. Behin oxigenoa eta janariak zeloman egonda, oso erraza izango da gorputzeko zelula guztiek substantzia horiek aprobetxatzea, difusio-sistema batez. Modu berean, zelula guztiek deposita ditzakete hondakinak gorputz-barrunbean.
 2. Zirkulazioaren funtzioa oso garrantzitsua suerta daiteke koordinaziorako, zeren hormonon joan-etorriek oso zeresan handia baitute hazkunde, metamorfosi eta ugalketarako.
 3. Aipaturiko efektu horietan oinarrituz, **animalia dezente handiagoa** izan daiteke, zeren ez baita mugarik egongo difusiorako.
 4. Fluidoaz beteriko barrunbeak lekunea dakar. Organo konplexuak koka daitezke bertan, eta mugimendu independenteak egon daitezke gorputzeko gainerakoarekiko: bihotzarenak adibidez, edo hestearenak -dihgestioa errazten da-.
 5. Posible da organoen hazkunde independentea, bereziki gonaden kasuan. Gonadak urte-sasoen arabera alda daitezke tamainaz, eta horrela gametoen biltegitratzea gerta daiteke baldintza faboragarrietan, ugalketa arrakasta emendatuz.
 6. Fluidoaz beteriko barrunbea **eskeleto hidrostatiko** eraginkorra da, zeren gorputz-forma mantentzen baitu eta forma-aldaketa bortitzak baimentzen baititu. Jarduera industalea bizimodu nagusi bihur daiteke, eta igeriketa- eta narrasketa-mugimenduak ere erraztu egiten dira.



7. Egitura ebaginagarriak garatu ahal dira, esate baterako, sipunkulido, anelido eta priapulidoen proboszideak, eta hortaz, elikadura-moduak aniztu ere.



a-aa: ardatz apikal-antiapikala; a-p: aurre-atze ardatza;
 1/ ektodermia; 2/ gastrodermia; 3/ aho-uzkia; 4/ liseri-barrunbea; 5/ mesodermia; 6/ pseudozeloma; 7/ zeloma; 8/ zilindro somatikoa (ektodermia + somatopleura); 9/ zilindro biszeral edo esplanknikoa (endodermia + esplanknopleura).

Laburbilduz, beraz, animaliak uni edo multizelularrak izan daitezke. Unizelularrak protozooak dira, egun animalien ikerketatik at geratzen direnak. Multizelularren artean, alde batetik, ehunik garatzen ez dituzten animaliak izango ditugu, zelula agregazio hutsak -parazooak eta mesozooak; belakiak adibidez-. Bestetik, benetako ehunik garatzen dituzten animaliak ditugu, eumetazooak, orri blastodermiko eta zelomaren presentziaren arabera, eredu ezberdinak aurkezten dituztenak: gradu diploblastikoa, gradu triploblastiko azelomatua, gradu triploblastiko pseudozelomatua eta gradu triploblastiko euzelomatua.

Phylum banaketa animalien gorputz-antolakuntzaren graduaren arabera (Oraingoz guztiz enigmatikoak direlarik, Priapula, Gnathostomulida, eta Loricifera ez dira taulan sartu).

I. Animalia unizelularrak: Protozooak. *Phylumak*: Ciliophora, Sarcostigophora, Labyrinthomorpha, Apicomplexa, Microspora, Ascetospora, Myxozoa.

II. Animalia multizelularrak: Metazooak.

A. Benetako ehunik gabe.

1. Mesozooak: *Phylumak*: Orthonectida, Rhombozoa, Placozoa (?), Monoblastozoa (?).

2. Parazooak: *Phylumak*: Porifera.

B. Benetako ehunekin: Eumetazooak.

1. Eumetazoo diploblastikoak: erradiatuak: *Phylumak*: Cnidaria, Ctenophora.

2. Eumetazoo triploblastikoak: bilaterioak

a. Azelomatuak: ez dute liseri-barrunbeaz aparte bestelako gorputz-hutsunerik; mesenkimak eta muskuluek betetzen dute epidermis eta liseri-barrunbe arteko tartea. *Phylumak*: Platyhelminthes, Nemertea (?).

b. Pseudozelomatuak: blastozela iraunkorra (= pseudozelea) dute liseri-hodi eta gorputz-horma artean. *Phylumak*: Nematoda, Nematomorpha, Entoprocta (?), Rotifera, Gastrotricha (?), Kinorhyncha (?).

c. Zelomatuak (edo euzelomatuak): benetako zeloma (= barrunbe mesodermala) dutenak. *Phylumak*: Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata, Chordata.

Gorputz-antolakuntza eta *phylum* banaketa (Brusca eta Brusca, 1990etik hartua).

c. Gorputz-simetria

Simetria oinarritzkoa da animalien gorputz-planean. Simetriak gorputzeko egituren parakera kontsideratuko du ondoko hiru elementuon arabera: simetria-zentroa, simetria-ardatza eta simetria-planoa. Hau da, animaliak gorputz geometrikoak izango balira bezala aztertuko dira, eta modu horretan aritzen den diziplinari **Promorfologia** esaten zaio (morfologiaren parte bat da).

Simetria-zentroa, ardatz bik edo gehiagok elkar ebakitzen duteneko puntua da.

Simetria-ardatza, plano bi edo gehiagoren elkarrekiko gurutzaketaz determinaturiko zuzena da. **Simetria-planotzat** jotzen da, gorputz bat parte enantiomorfiko bitan zatitzen duen plano. Adibidez, gure eskuak dira **enantiomorfikoak**: elkarren aurrean jarriz gero, ispilu baten aurrean bezala, bata bestearen isla da.

Simetria, beraz, gorputzaren ardatzarekiko organismoak hartzen duen egituraketa erregularra da. Normalean, animaliak, gutxienez, bi zati berdinetan zatitu daitezke eta, hartara, zati horiek elkarrekiko simetrikoak direla esango genuke. Simetria modu ezberdinetan adierazten da animalien artean.

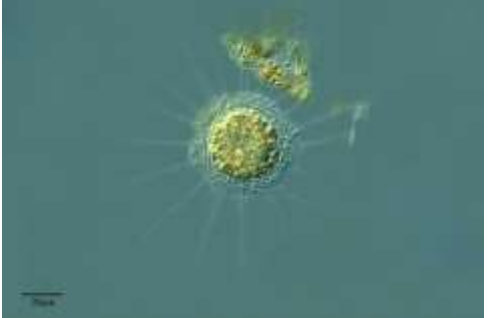
Animalia batzuek ez dute inolako simetria-ardatzik aurkezten; hau da, animalia hauek **asimetrikoak** dira, eta anaxoniko deritze. Plakozooak, mesozooak eta belaki gehienak dira halakoak.

Beste animalia batzuetan -unizelularrak diren horietan- **simetria esferikoa** ematen da: esfera batek, zentro batetik pasatzen diren infinitu plano ditu, zeintzuek organismoa erdi berdin bitan zatitzen baitute. Simetria esferikoa oso arraroa da naturan, eta izatez, soilik zenbait protozook aurkezten dute. Honelakoak dira ere animalia batzuen arrautzak, morulak eta blastulak, eta hori gehiago teoriarik errealitatean baino. Halako simetria duten animaliek ezaugarri funtzional garrantzizkoa konpartitzen dute organismo asimetrikoekin: talde bietan polaritatea falta da, hau da, animaliak ez du aurrerik ez atzerik, eta zentzu horretan ez da inolako espezializaziorik agertzen.

Amebak protozoo asimetrikoak dira

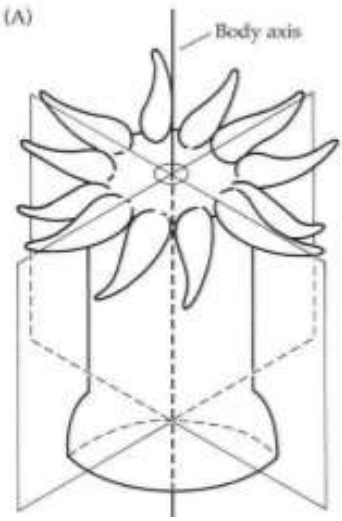


Heliozooetan simetria esferikoa ikusten da



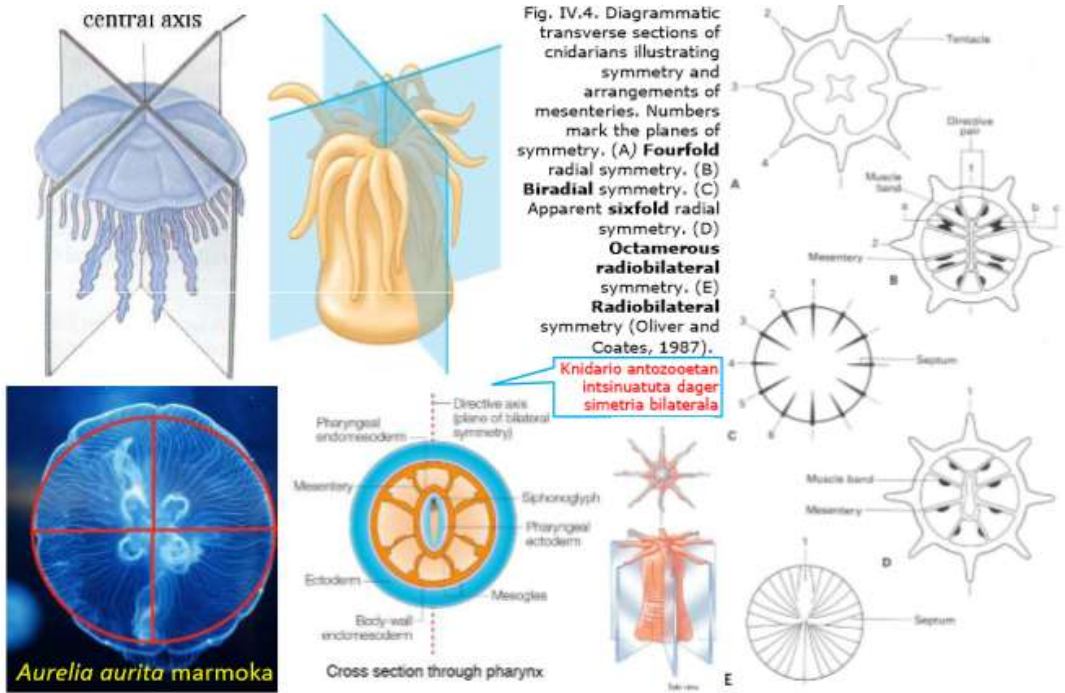
Simetria erradiala

Animalia batzuek **simetria erradiala** aurkezten dute. Simetria erradiala duten animalietan ardatz bat eta bitik infinituraino simetria-plano agertzen dira. Kasu honetan, simetria-ardatza **heteropolarra** da, hau da, polo basala (= aborala) eta polo apikala (= orala) bereizita egongo dira. Polaritate honek, ikusi denez, gorputz egituren espezializazioa ekarri du zenbait kasuetan.

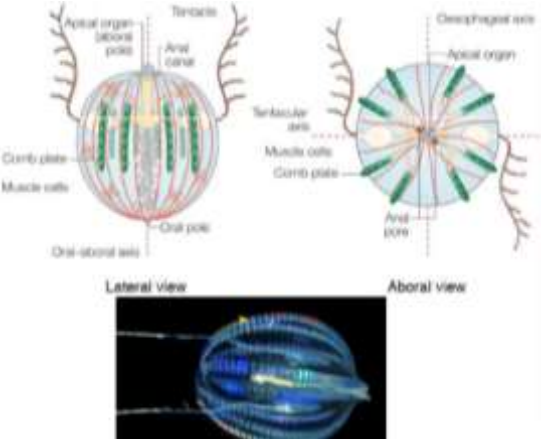


Knidarioak eta ekinodermoak animalia erradialak dira, simetria erradiala dutenak. Ikusiko dugunez, simetria erradial horrek hainbat eraldaketa erakutsi ditzake.

Simetria erradial perfektua oso arraroa da naturan eta, ondorioz, animalia erradiatuetan hainbat eraldaketa gertatu dira honi dagokionez. **Simetria bilateral bikoitza edo simetria birradiala**, adibidez, gorputzeko egiturak espezializatzen direnean gertatzen da eta, ondorioz, simetria-ardatz bat eta elkarrekiko perpendikularrak diren plano bi sortzen dira; hau da, ohiko simetria erradialari simetria bilaterala gailentzen edo intsinnatzen zaio. Ktenoforoek eta zenbait knidariok (antozoek) aurkezten dute.



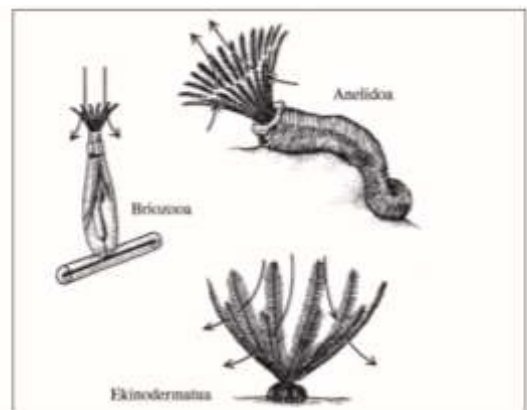
Simetria erradiala aurkezten duten organismo gehienetan, ardatzak gune oraletik abiatu eta aboralean amaitzen du, ispilu simetria agerraraziz. Alabaina, ktenoforoek ez dute ispilu simetriarik aurkezten, estatozistoetatik gertu kokatutako kanaletatik soilik bik amaitzen dutelako uzki bat emanez. Ktenoforo askok, ordea, **simetria errotatiboa edo errotazionala** aurkezten dute; hau da, animalia ardatzaren inguruan bira erdi ematekotan, hasierako itxura berdina izango du. Simetria erradialak bestelako zenbait eraldaketa jasan ditzake. Esate baterako, marmoka askok simetria tetrarradiatua aurkezten dute. Ekinodermoen artean, osterak, **simetria pentarradiala** nagusi dela esan genezake, beso gehiago eta, hartara, simetria plano gehiago dituzten itsas-izarrek ezagutzen diren arren. Itsas-izar gehienetan, ordea, simetria



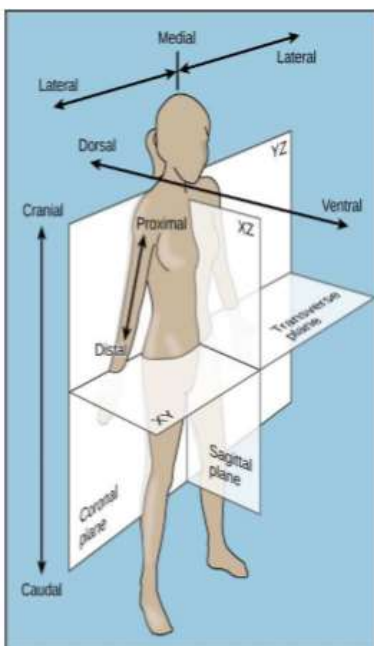
pentarradialari gailendutako simetria bilateral ageri da; izan ere, madreporita izeneko poroaren kokapen bereziak erraz ezberidndu daitezkeen bi alde berdin sortzen ditu. Alabaina, orokortasunez esan liteke ekinodermoetan bost simetria planoko gorputzak gailendu direla, organoen dispazioari begiratuko bagenio soilik animalia guztiak asimetrikoak izango liratekelako.



Simetria erradiala aurkezten duten animaliek ez dute aurreko eta atzealdeko alderik aurkezten; izan ere, zentrutik abiatzen den ardatz baten inguruan antolatutako hanbat planoz osatuta daude. Heste bat agertzekotan, animalia erradialek alde orala -ahoa- eta alde aborala -uzkia- aurkeztuko dute. Terminologia hura, ordea, zaku ereduari jarraitzen dioten organismoetan ere erabili daiteke, aho-uzkia irekitzen deneko guneari oral esaten zaiola. Simetria erradiala oso arrunta da **espezie sesiletan** (anemonak, hidrak, koralak, ...), eta bai espezie flotatzaile pelagikoen artean ere (marmokak, ktenofoeroak, ...). Espezie sesilak substratuan tinko finkatuta bizi dira, adibidez, animalia mikroiragazleak; osterak, espezie mugikorrek espazio jakin batean desplazatzen dira, esate baterako, animalia harrapakariak. Zer esanik ez, simetria erradiala guztiz adaptatiboa da lehenengo kasuan, animaliak alde guztietatik neurri berean egiten baitio aurre inguruneari: hurbileko ingurunea osotasunean kontrolatzen dute aldi berean, horretarako beharrezkoak dituzten zentzumen- edota elika-organoak alde guztietara proiektatzen dituztela.



Animalia bilateral sesil askok simetria erradialera jo dute, inguruneari aurre egiteko berdin alde guztietatik, ez baitute norabide preferenterik. Adibideetan, esekitako janari-kizirik gutxi gorabehera uniformeki banatuta daude, eta bilketa-sistema erradiala oso moldapen eraginkorra da janaria eskuratzeko. Animalia horien simetria bilateral ostenduta badago ere, nabarmen agertzen da larbetan eta bai helduaren egitura batzuetan. (Rupert eta Barnes, 1994tik hartua).



The bilaterally symmetrical human body can be divided into planes.

Are gehiago, bizimodu sesila eskuratu duten hainbat **animalia bilateralek simetria erradial sekundarioa**

garatu dute horrek sesil izateari eskaintzen dizkion abantailak aprobetxatzeko asmoz. Poliketo tubikolen kasua dugu halakoa: poliketo hauek bilateralek dira, baina simetria erradialeko tentakulu-koroak garatu dituzte ingurunearekin ahalik eta azalera handiena kontaktuan izateko.

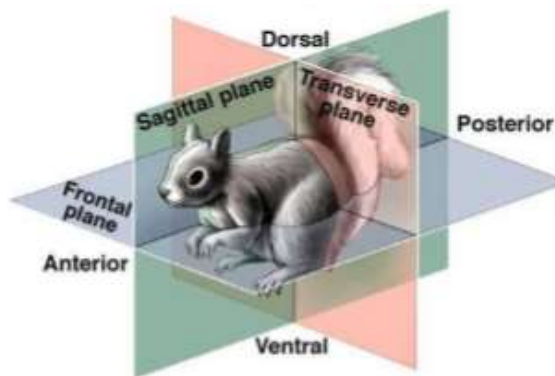
Alabaina, simetria erradialak **egitura espezializatuen agerpena murrizten** du, zeren, dauden simetria-plano adinako organo-errepikapen hala behartzen baitu, eta, antza denez, espezializazio anizkoitz horrek zailtasunak ditu benetan gauzatzeko, naturan ez da-eta ageri.

Simetria bilateral eta zefalizazioa

Goi mailako animalietan agertu da simetria bilateral. Kasu honetan, **simetria-elementu bakarra** dago, hots, **plano sagitalmediala**, zeinek ezkerreko eta eskuineko parte enantiomorfiko bietan zatitzen baitu animalia, **lateral** izenekoetan hain zuzen. Badaude beste plano bi, simetrikoak ez direnak, baina bai oso garrantzitsuak: frontala eta transbertsoa.

Plano frontalak perpendikularki moztzen du sagitala, eta gorputzaren **alde dorsala** -bizkarra- eta **alde bentrala** -sabelaldea- bereizten ditu. **Transbertsoak** perpendikularki moztzen ditu aurreko bi planoak, eta gorputzaren **aurrea** -burualdea- eta **atzea** -buztana- banatzen ditu.

Simetria bilateralak, higikortasun kontrolatua duten animaliekin asoziatuta agertzen da oro har. Animalia horien forma eta funtzioa aurre-atze ardatzaren luzerara antolatuta dira: higitzean ingurunearekin topo egiten duen gorputzeko lehen partea aurre-muturra da, eta hori dela-eta, alde horretan kokatzen dira, ahoaz gainera, ingestioaz arduratutako egiturak, organo kinada-hartzaileak (fotohartzaileak -begiak-, kimiohartzaileak -sudurra-, mekanorrezeptoreak...) eta dagozkien nerbio-zentroak. Hortaz, simetria bilateralaren eta higidura unidirekzionalaren eboluzioarekin batera, aurre-muturraren diferentziazio-prozesua gauzatu da, eta burua sortu da azken emaitza modura. Prozesu hori **zefalizazio** izenez denominatu da, eta, izan ere, artropodo eta ornodunetan lotu da zefalizazio-mailarik nabariena. Burua edukitzea abantailostzat jo dezakegu: animaliak burua okertzearekin jakin ahal du zer gertatzen den alboetan edo atzean, eta ez du, beraz, gorputz osoa mugitu beharrik, horrek dakarkiokeen gastu energetiko osoarekin. Gainera, alde dorsalen eta bentralaren diferentziazioarekin, bata lekuzaldatzaile egiten da nagusiki, eta bestea babestaile.



Planarian oso zefalizazio maila baxua ikusten da. Zefalizazioarako joera horrek aurrerapausu bat ematen du moluskuetan, eta izugarri konplexu bilakatzen da artropodo eta ornodunetan.

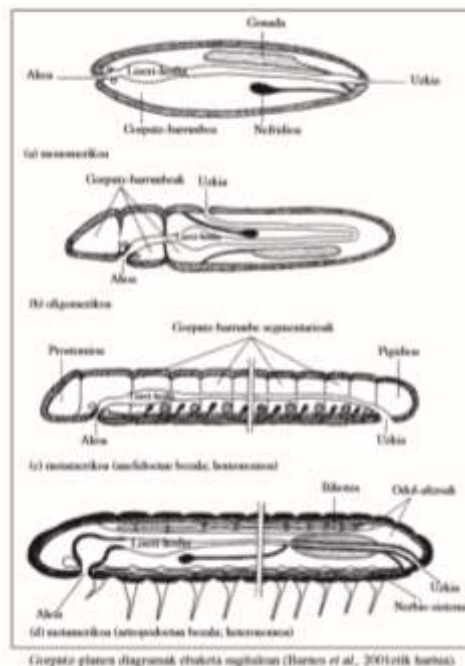
d. Metamerizazioa eta tagmatizazioa

Biologian, metamerizazioa ematen da animalia baten gorputzak egitura bera duten hainbat aldean errepikapen seriatua aurkezten duenean, zelomaren banaketa errepikakorra ere ematen dela. Berdinak diren alde edo zati hauei **segmentu metameriko**, **metamero**, **lakain** edo **somito** esaten zaie. Ikusienez, metameria hainbat alditan eboluzionatu du modu independentean. Orduan, zer nolako abantailak ditu halako gorpuzkera bereziak hanbatetan eboluzionatzeko? Zientzialarien ustetan, honako hauek dira metamerizazioak eskaintako abantailak:

1. Metameriak hazkundera eta antolakuntza erraztuko lituzke, zeren nahikoa bailitzakete patroi morfogenetiko berbera errepikatzea, eta hortaz, informazio genetiko gutxiago beharko litzateke tamaina handiagoko gorputza eratzeko.
2. Metameriak erraztu eta azkartu egin ditzake patroi lekuzaldatzaileak, zeren eta, nerbio-sistema segmentatu batek errepikatu ahal baitu gune zentraletik abiatutako nerbio-sekuentzia; modu horretara, segmentu bakoitzak bere une propioa izango du, eta erritmo metakronalak itxuratuko dira. Berau munta handikoa izan daiteke uhindura bidezko igeriketan, peristalsian eta indusketan, sigi-saga ibiltzean edo apendizetarako lokomozioan.

Metameria tipikoaren kasuan, lakain guztiak identikoak dira nolabait, edo berdinak gutxi gorabehera. Horri **metameria homonoma** esaten zaio. Baina modifikazioak agertzen badira, hau da, lakainak taldekatu egiten direnean betetzen duten funtzioaren arabera espezializazio-gune desberdinak itxuratuz, orduan, **metameria heteronoma** mintzatzen ari gara. Metameria-mota bi horiek gradiente baten muturrak bailiran uler daitezke, eta, usteenez, inguruneari emandako erantzun gisa garatu dira.

Metameria heteronoma muturreraino areagotu da artropodoen kasuan. Gorputz-lakainak gureka espezializatu eta zeharo aldatu dira: funtzionalki bereizitako mero-multzoko horiei **tagma** deritze, eta hori sortu duen prozesu ebolutiboari, **tagmatizazio**. Artropodoek tagmatizazio-eredu desberdinak dituzte: esate baterako, intsektu batek hiru tagma dituen bitartean, alegia, burua, toraxa eta abdomena, armiarma batek soilik tagma bi ditu, prosoma eta opistosoma hain zuzen, eta karramarro batek ere tagma bi, zefalotoraxa eta abdomena.



ZOOLOGIA

5. GAIA: INGURUNE BIOLOGIKOA

Ingurune biologikoa animaliek bizirauteko eta ugaltzeko daukaten aukeretan eragiten duten egoera eta faktore ezberdinez osatuta dago. Faktore hauek espazioa, energia formak -eguzkiaren argia, beroa, haizea, ur-korronteak-, lurra, ura, airea eta konposatu kimikoak dira besteak beste. Inguruneak organismoak ere batzen ditu, animalien elikagaiak, euren harrapakariak, lehiakideak, ostalariak edota parasitoak izan daitezkeen izaki bizidunak hain zuzen ere. Hartara, ingurunea animalion ugalketan eta bizirautean eragina duten faktore **abiotikoek** -bizidunak ez direnek- eta **biotikoek** -bizidunek eta horiekin ezarritako harremanek- osatzen dute. Zenbait ingurune-faktore animaliek zuzenean erabiltzen dituzte -janaria edota espazioa- eta, ondorioz, **baliabide** esaten zaie.

Espezie orotako banakoek hezetasunak, temperaturak eta elikagaiak zehaztutako baldintza batzuen tartean hazi, ugaltu eta bizirik iraun dezakete. Ingurumenak, beraz, bizitza eman dadin beharrezkoak diren baldintza egokiak aldi berean bildu behar izango ditu, espezie baterako beharrezkoak diren baldintzak betetzen direla ziurtatuz. Adibidez, laku tropikal bateko txirlak ozeano tropikaletako temperaturak jasan ditzake, baina ozeanoetako gazitasunak hil egingo luke. Antartika inguruan bizi den ofiura batek ozeano tropikaletako gazitasuna jasango du, baina temperatura ezberdintasuna hilkorra izango da berarentzat. Hartara, temperatura eta gazitasuna animalien bi ingurune-muga independenteak dira, bi dimentsio ezberdin. Bestelako baldintza bat txertatzekotan, pH-a esate baterako, ingurumenaren deskripzioa hiru dimentsiotan egin ahal izango da. Espezie jakin baten biziraupenerako eta ugalketarako bete behar diren baldintza guztiak kontuan hartzen baditugu, bestelako elementuetatik bereizten den funtzio jakin bat esleitu ahal izango diogu espezie horri. Espezie honek bizirik irauteko behar dituen baldintzapeko funtzio edo bolumen multidimentsional horri nitxo edo txoko ekologiko esaten zaio. Espezie bereko nitxo edo txoko baten dimentsioak aldakorrek dira banako batetik bestera, hautespen naturalak nitxoaren eboluzio subjektiboa bultzatzen duela. Espezieren nitxoak, beraz, belaunaldietan zeharreko aldaketak



jasaten ditu ebolutiboki.

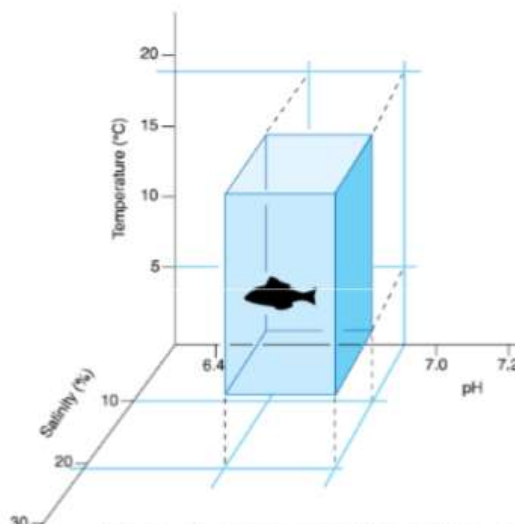
Espezieak jasaten dituen ingurune-baldintzen tartea nolakoa den, animaliak generalistak edo eurioikoak edo espezialistak edo estenoikoak izan daitezke. **Generalistek edo eurioikoek** tolerantzia handiagoa erakusten dute; hau da, baldintza-tarte zabalago batean bizirik irauteko gaitasuna dute. **Espezialistak edo estenoikoak**, ordea, tolerantzia txikiko espezieak dira, ingurune-baldintza tarte txiki bat jasateko gaitasuna dutenak. Sugeak adibide hartuta, baditugu oso dieta zabala erakusten dutenak -generalistak- edota txorien arrautzak elikabide bakar gisa dituen Afrikako *Dasypeltis scabra* espezia -espezialista-.

Animalia baten tiolerantziaren mugak oso zabalak izanda ere, animalia horrek baldintza jakin batzuk jasango ditu aldi berean, ez guztiak. Izan ere, seguruenik animalia batek ez ditu tolera ditzakeen baldintza guztiak jasango bere bizitza osoan zehar. Horrela, **oinarrizko nitxo** edo **nitxo fundamental** eta **egindako edo osotutako nitxo** nabarmendu behar dira. Oinarrizko nitxo espezie batek jasan edo tolera ditzakeen baldintza potentzial guzti-guztiek osatzen dute, eta osotutako nitxo animalia batek benetan edo errealitatean bizitzan zehar jasaten dituen baldintzen multzoa da.

OINARRIZKO DEFINIZIOAK

Aurreko guztia kontuan hartuta:

- **Ingurunea** populazio, organismo edo zelula bat inguratzen eta berarekin elkar eragiten duen edozer gauza da. Kanpo edo barnekoa izan daiteke.
- **Nitxo** edo **txokoa**. Bi definizio posible ditu. Alde batetik, espezie batek bizirauteko, hazteko eta ugaltzeko beharrezkoak dituen kondizio fisiko eta biologikoen multzoa da nitxo. Bestetik, elkarte ekologiko batean organismo batek betetzen



Nitxoaren bolumen tridimentsionala, animalia hipotetiko batentzako hiru tolerantzia-muga ezarrit.

Grafika honek ingurune-harremanen natura multidimentsionala erakusteko balio du. Grafika honek, ordea, ez du benetako nitxo ezartzen, askoz ere faktore gehiagok eragiten baitiote animalia honen biziraupenari edota ugalketari. Irudian ikusten dugun arrainak, leku batean agertzeko gazitasun, temperatura eta pH zehatzak behar ditu.

Ingurunea eta txoko ekologikoa

duen funtzio bezala definitu daiteke, animalia batek duen bizimodu bereizgarria eta horrek elementu biotiko zein abiotikoekin sortutako erlazioa hain zuzen.

- **Habitata.** Habitata organismo bat edo populazio bat bizi deneko eremua da, espezie jakin batek duen bizitokia hain zuzen. Termino honi lotuta, **habitat partxea** da nabarmentzekoa: partxea organismo baten habitat jakin bateko eremu berezi bat da, bestelako habitat mota batzuek inguratzerakoan, organismo hura bizitzeko baldintza ezegokiak biltzen dituen.

Eboluzioak aurrera egin ahala, animalia filumen banaketa lau ingurune ezberdinetan gertatu da: itsasoa, lehorra, ur geza (ingurune dultziakukola) eta bizkarroia (hostalari batetan bizi direnak). Ehunekoei erreparatuta, itsasoan filum guztien edo gehienen ordezkariak bizi direla ikus daiteke -horregatik deritzo ingurune primarioa: bertan sortu ziren, ustez, egungo animalia filum gehienak-. Ur gezako eremuetan filum gutxiago ageri dira, eta are gehiago ingurune lehortarreen. Hartara, ingurune lehortarretako eboluzioz eman daitekeen moldapena zailena dela ondoriozta daiteke.

Alabaina, lehorreko espezieen kopurua handiagoa da itsasoan baino. Horrela, itsasoan biodisparitatea dagoela -oso forma ezberdinak, filum oso ezberdinak eta lehortarretan biodibertsitatea dagoela -antzeko formak, baina espezie asko- esan genezake.

Ezagutzen diren 1,5 milioi espezie makroskopikoetatik, nahiz eta itsasoaren bolumena handiagoa izan eta zabalagoa izan, soilik %15 itsasoan bizi da. Beste %80-a lur-lehortarretan bizi da, eta geratzen den %5a ur-gezetan.

a. Habitata itsastarrak

Lurra planeta itsastarra da -ur gaziak bere gainazal osoaren %71-a estaltzen du-. Itsasoetako bolumen tridimentsional izugarri horrek munduko bizilekuen edo habitaten %99-a biltzen du. Are gehiago, seguruenik bizitzak itsasoan eboluzionatu zuten, eta ornogabeen dibertsifikazioa eragindako prozesu ebolutibo garrantzitsuenak Proterozoiko berantiarreko eta Kanbriko goiztiarreko itsaso sakonetan gertatu ziren.

Itsasoko zenbait aspektuk edo ezaugarriak inguruneak burututako estres fisiko eta kimikoaren eraginak txikitzen dituzte. Eboluzioan zehar izugarriko eragozpenak sortu dira lur-lehorreko edota ur gezako animaliek osmosia eta gas-trukeak burutzeko mekanismoak garatzeko, eta oso talde gutxi egin ahal izan dute hura ingurune itsastar batetik abiatuta. Hori dela eta, ez da batere harrigarria ingurune itsastarra izatea taxon edo animalia-talde gehienak biltzen dituen. Filum batzuk (abd.: ekinoedermatuak, sipunkulidoak, ketognatoak, zikloforoak, plakozooak, ekiuroak, ktenofoeroak) itsastarrak dira guztiz. Ozeanoetako produktibitatea edo ekoizpena oso altua da, eta horrek ere azal dezake itsasoan aurkitzen den dibertsitate handia. Alabaina, ur gaziaren izaera berezia bera da faktore garrantzitsua.



EKINODERMOA



SIPUNKULIDOA



KETOGNATOA



KTENOFOROA

Ura oso indargetzaile egokia da. Izan ere, bero-espezifikoa altua du, eta bero horri esker, zailtasun handiak ditu beroa askatzeko edota beroa irabazteko. Horrek temperatura egonkor mantentzea lortzen du. Ozeanoetako temperatura oso egonkorra da lehorreko eta ur-gezetakoekin alderatuta, batez ere bertako ur bolumena izugarri handia delako.

Badaude, ordea, itsasoetako zenbait gune non temperatura aldaketa nabariak gertatzen diren -estuorioetako habitatak edo habitat interstizialak-; alabaina, ingurune hauetan bizi diren ornogabeek moldapen konduktibo eta fisiko bereziak garatu dituzte temperatura aldaketa horiei edota bestelako zenbait baldintzei -marea baxuko garaietan ematen diren sikateak, besteak beste- aurre egiteko.

Gazitasunari dagokionez, ozeanoetako gazitasuna %3,5 ingurukoa izaten da. Propietate hura ere egonkor zamarra da, bereziki kostaldetik edota ur gezako korrontetatik urrun dauden eremuetan. Gazitasun honek dentsitate handia esleitzen dio ur gaziari, flotagarritasuna erraztuz eta flotatzeko energia gastatu behar duten organismoen gastua murriztuz. Gainera, gazitasuna

Table 1.1. The distribution of the various animal phyla

Phylum	Presence or absence in various environments			
	Marine	Fresh water (with small soil fauna)	Parasitic	Terrestrial
Protozoa	x	x	x	-
Porifera	x	x	-	-
Mesozoa	-	-	x	-
Coelenterata	x	x	-	-
Platyhelminthes	x	x	x	x (few)
Ctenophora	x	-	-	-
Nemertines	-	x (few)	-	x (few)
Acanthocephala	x	-	x	-
Rotifera	x (few)	x	-	(Cryptobiotic species)
Gastrotricha	x	x	-	-
Kinorhyncha	x	-	-	-
Nematoda	x	x	x	(Cryptobiotic species)
Nematomorpha	x (few)	x	x	-
Entoprocta	x	x (few)	-	-
Annelida	x	x	x	x
Mollusca	x	x	x (few)	x
Phoronitida	x	-	-	-
Bryozoa	x	x	-	-
Brachiopoda	x	-	-	-
Sipunculoida	x	-	-	-
Echiuroidea	x	-	-	-
Psipulida	x	-	-	-
Pentastomida	-	-	x	-
Tardigrada	x (few)	x	-	(Cryptobiotic species)
Onychophora	-	-	-	x
Arthropoda	x	x	x	x
Echinodermata	x	-	-	-
Chaetognatha	x	-	-	-
Pogonophora	x	-	-	-
Hemichordata	x	-	-	-
Chordata	x	x	-	x

'x' denotes presence in any particular environment.

sortzeko diharduten ioien kontzentrazioa egonkor mantentzen da. Horrela, animalia askoren fluidoan antzeko kontzentrazio ionikoa duen ingurunea sortzen da, animalia hauek izan ditzaketan arazo osmotiko eta ionikoak nabarmen murriztuz -konposatu nitrogenodunak kanporatzea oso erraza da (difusio sinplez ere gerta daiteke)-.

Ozeanoko zati handiengan, pH-aren balioa ere egonkor mantentzen da. Jatorri naturaleko karbonato konposatuek zenbait erreakzioetan esku hartzen dute eta, horrela, ozeanoetako ura 7,5-8,5 tarteko balioan mantentzea lortzen dute -ingurune neutro-basikoa, bizidunentzako egokiena-. Alabaina, jarduera antropikoaren ondorioz askatzen ari den karbono dioxidoa konposatu karboniko hauen autoerregulaziorako oreka apurtzen hasi da, ozeanoaren azidifikazioa emendatuz.

Sakonera txikiko eta kostaldetik hurbil kokatutako eremuetan, karbono dioxidoa, mantengai ezberdinak eta eguzkiaren argia fotosintesi aktibo bat gerta dadin eskuragarri daude, bai etena zein jarraia izan daitezkeen -latitudearen eta bestelako faktoreen arabera-. Oxigeno-mailak maiztasun gutxiz galtzen du arnasketa bideratzeko beharrezkoa den kontzentrazio minimoa -zona fotikoan ugariagoa da, gainazaletik hurbilago egonda atmosferikoa den oxigenoa erraz disolbatzen delako eta, gainera, fotosintesian fotolisiz eratzen delako-. Izan ere, estuario eremuetan edota xoko ozeanikoetan sikate garaian sortzen diren petxuetan soilik gerta daiteke anoxia egoeraren bat, baita gizakiaren jardueraren ondorioz emandako eutrofizazio kasuetan ere.

Itsasoan, gainera, ingurune urtarra izanda, higidura eta lokomozioa, zilio bidez, flagelo bidez edo uhunduraz egin daiteke, Arkimedesen printzipioak lagundurik. Modu berean, oso erraza da animaliaren forma mantentzea, eta horregatik ez da agertzen eskeleto gogorraren beharrik.

Elikadurari dagokionez ere, ez da arazo handiegirik agertzen, janari-kiziak ur-zutabeen esekita baitaude, eta beraz, mikroiragazketa izaten da elikabide arrunta, hau da, animaliak ez du elikagaia aktiboki bilatu beharrik.

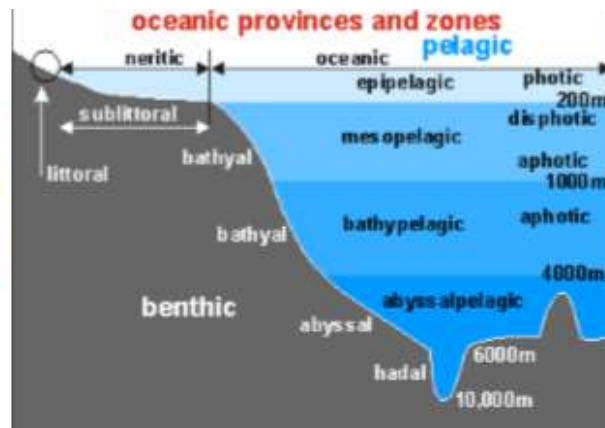
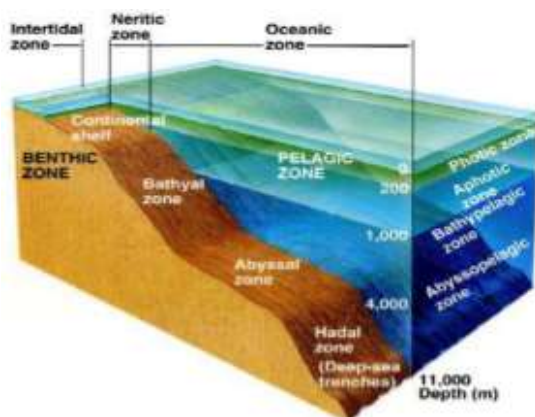
HABITAT ITSASTARREN ZONAZIOA

Animalia filum gehienek bizilekua izanda, ozeanoen inguruneko subdibisioak egitea izugarri erabilgarri suertatu zaie zientzialariei. Itsasoko gainazaletik ozeanoaren hondora hedatzen den eremuari **zona pelagiko** esaten zaio. Ertz-kontinentalaren gaineko zona pelagikoaren aldeari **zona neritiko** deritza, eta hegal-kontinentalaren eta haragoko eremu ozeanikoen gaineko aldeari, berriz, **zona ozeanikoa**.

Zona pelagikoaren subdibisioak egiteko sakontasuna edota argiaren irismena erabili daitezke. Bigarren irizpidea dugu garrantzi biologiko handienekoa. Argiak fotosintesia gertatzeko nahiko irismena duen zonaldeari **zona fotiko** esaten zaio, eta -salbuespenak salbuespen- honen azpitik kokatuko gainerako izaki bizidunak **zona afotikoaren** parte dira. Zona honen biziraupena gaineko eremu argiztatuaren ekoizpenetik jasotako materia organikoan datza. Honen salbuespenak dira sakonera handiko guneetako iturri hidrotermalen inguruko eremuak edota jario hotzeko komunitate bentikoen inguruak, non sufrezko bakterioak bizi diren eta ekoizle primarioen lana betetzen duten -ez da fotosintesirik behar-. Zona fotikoak 200 metro tarta sakonera izan dezake ur gardeneko eremuetan, baina balio hura 40 metro tarta erortzen da ur gezako masa handietan -laketan, besteak beste- eta 15 metro tarta kostaldeko zenbait eremuetan. Zientzialariek zona afotikoa 1000 m-tako eta gehiagoko sakoneran kokatzen dute, non ez da inolako argirik egoten. Horrela, zona fotikoaren eta zona afotikoaren arteko eremu bat dagoela esan liteke, **zona disfotiko** izenekoa.

Sakonerrari dagokionez, zona pelagikoa lau azpizonatan banatzen da: **epipelagikoa** (0-200m), **mesopelagikoa** (200-1000m), **batipelagikoa** (1000-4000m) eta **abisopelagikoa** (4000m edo gehiago; zientzialari batzuek **zona hadopelagikoa** ere bereizten dute, 6000-11000 metro tartean banatzen dena).

Substratuan zehar hedatzen den itsasoko eremuari **zona bentiko** esaten zaio. Horretan, ikusiko dugunez, bost zonalde aurkitzen dira: **litorala** -kostako ertza-, **sublitorala** -plataforma kontinentalari dagokiona-, **batiala** -hegal kontinental-, **abisala** -plataforma abisala- eta **hadala** -hobi ozeanikoak-.

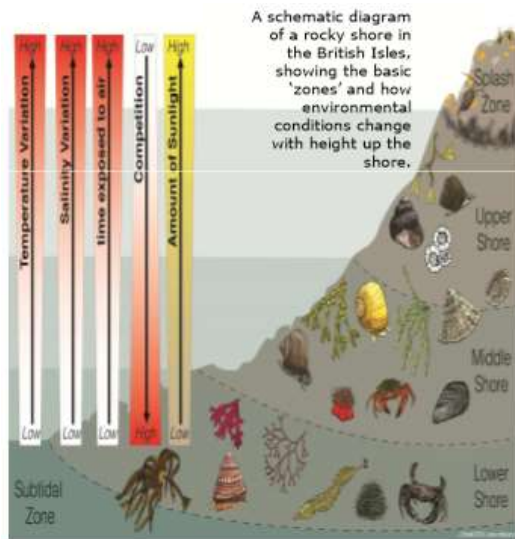
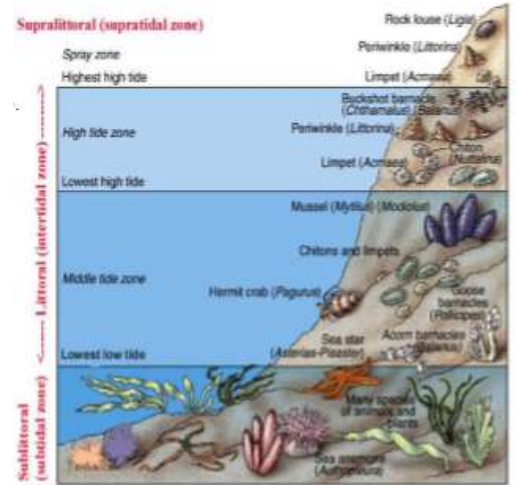


Itsasertza edo itsasbazterra

Itsasertzak edo itsasbazterrak zona litoralaren hasiera markatzen du, non itsasoak, aireak eta lurrak bat egin eta elkarrekiko harremanak burutzen dituzten. Logikoaenez, zona honek maren igoeren eta jaitsieren ondorioak jasango ditu eta, ondorioz,

marea horien jarduera eta dinamikoaren arabera zenbait azpizona bereizi ahal izango ditugu. **Zona supralitoral**, edo plisti-plasta zona, oso baldintza arraroetan estaltzen du urak, bai eta marearen igoera maximoa ematen denean ere. Oro har, ekaitzen edota olatu altuen jarduera soilik pairatuko du. **Zona eulitoral**, edo benetako zona interstiziala, marea goreneko eta marea baxueneko muturren tartean aurkitzen den eremua da. Fauna eta floraren arabera banaketa izan dezake zona honek, baita mareen jardueraren eta airearekiko esposizio-denboraren arabera ere, zona interstizial altua, ertaina edota baxua ezberdintzen direla. Azkenik, **zona sublitoral** urak beti estaltzen duen zonaldea dugu, baita marea bere minimoetara erortzen denean ere. Alabaina, mareen dinamikaren ondorioak jasaten ditu (turbulentziaren aldaketak, uhertasuna, argiaren irismena, ...).

Hala izanda, zona litoralean bizi diren organismoak oso baldintza gogor, dinamiko eta aldakorretara



moldatauta egon behar dira, baina eremu hauek milioika espezieen bizileku izaten jarraitzen dute. Aurretik azaldutakoaren arabera, animalia eta landare ezberdinak bizirik irauteko errestrikzio handiagoa edo txikiagoa jasango dute sakoneraren arabera eta, horrela, zonazioa deritzon fenomenoaren ematen da: bizidunak, biziraupenerako optimoak dituzten baldintzak bilatzeko jardura horretan, sakoneraren arabera bana daitezke. Halako zonaldeak komunitate ezberdinek sortutako banda bezala ikusiko dira gure kostaldeetan.

Litoraleko organismoen goiko muturra edo muga airearekiko duten esposizio-sentikortasuna izango da (sikatea edota tenperatura aldaketak jasateko gaitasuna, adibidez), beheko muturra edo muga bestelako faktore biotiko batzuek zehazten

dutela -konpetizioa, harrapakariak, argiaren falta, ...-. Badaude, ordea, hainbat salbuespen orokortasun hauei dagokienez.

Itsaso zabala

Itsasertza atzean utzita, itsasoan harago joanda **plataforma kontinental** ageri da, lur-masa handien edo kontinenteen ezaugarri amankomuna -irletan, adibidez, ez da zertan ageri behar-. Normalean, kilometro gutxi batzuetako zabalera izanen du, baina 1000 km-tako hedadura dutenak ere aurkitu dira -normalean, 50-100 km-tako eremuak ziaten dira-. Oro har, 150-200m-tako sakonera izan dezake. Kostatik hurbileko eremu hauek ozeanoetan aurkitzen diren ingurune itsastar emankorrenen artean daude, mantengaietan aberatsak eta sakonera txikikoak, fotosintesia ahalbide-tuz.

Plataforma kontinentalaren amaierako eremua **-ertz kontinental** izenekoa- itsas-hondoaren bat bateko aldaparen areagotze batek markatzen du. Itsas-hondoaren eremu aldapatsu hauek **hegal kontinental** izena hartzen dute, eta %4-6 bitarteko aldapa erakusten dute -nahiz eta irla bolkanikoetan askoz ere handiagoa izan daitekeen arren-. Hegal kontinentalak sakoneran aurrera jarraitzen du ertz kontinentalean zehar, harik eta hondo ozeanikora heltzen den arte, non zabaltasun handiko eremu lau bat hedatzen den: **plataforma edo ordoki abisala**. Ordoki hura itsasoko gainazalaren azpitik aurkitzen da, 4km-tako sakoneran edo. Alabaina, hainbat itsaspeko mendik, mendikatek, gandorrek, hobik edota bestelako egiturek zehazkatzen dute., Itsasoko gune sakonenak **hobi ozeanikoak** dira, 10km-tako sakonera ere izan dezaketenak.

ZONAZIOAREN ARABERAKO ORGANISMOEN SAILKAPENA

Ur-zutabeetan bizi diren organismoak **organismo pelagiko** esaten zaie, substratuan bizi diren bestelako bizidunek **organismo bentoniko** izena hartzen duten bitartean. Organismo hauen kopuruak eta aniztasunak txikitzeke joera erakusten dute

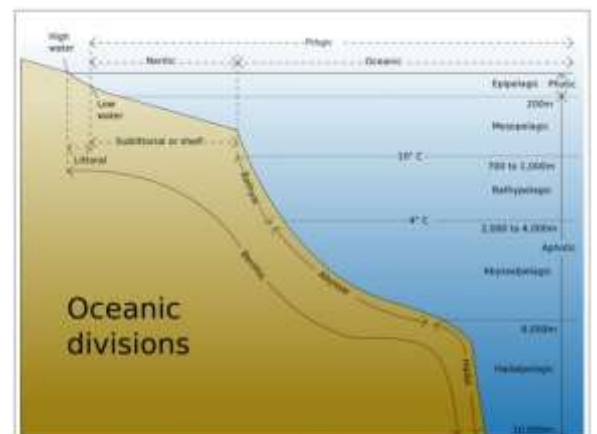


Figure 1. Vertical ecological zones in the deep ocean as organized by depth (m) below the surface and seawater temperature.

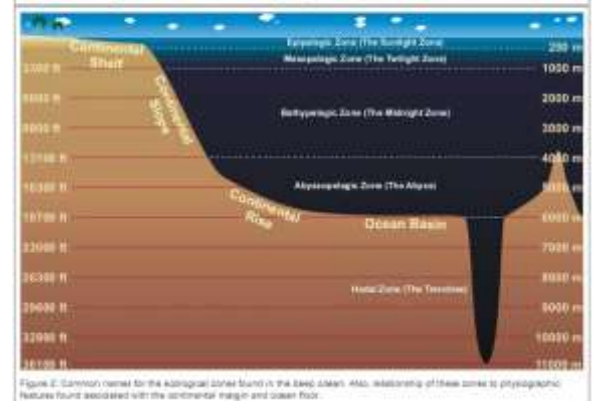


Figure 2. Common names for the ecological zones found in the deep ocean. Also, relationship of these zones to physiographic features found associated with the continental margin and ocean floor.

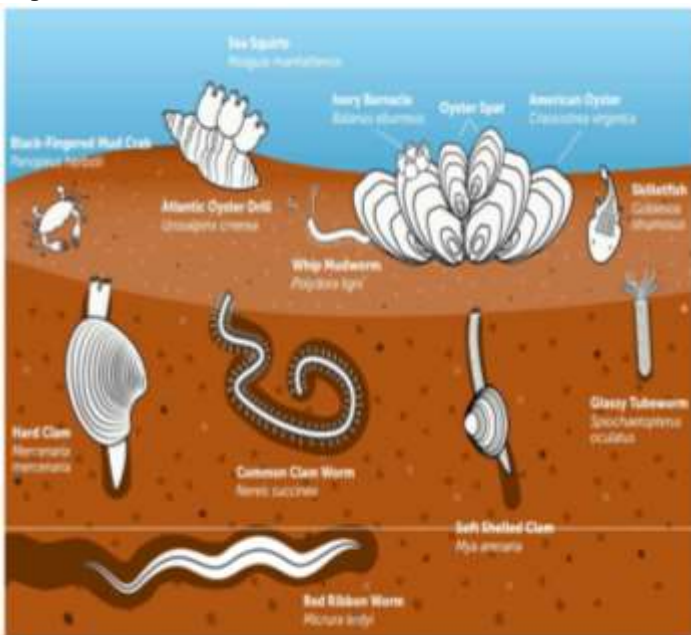
sakontasuna handiagotu ahala, ekologikoki oso aberatsak diren eremu litoraletik eta plataforma kontinentaletik abiatuta, zona abisalaren pobretasuneraino. Alabaina, orokortasun hura ez da guztiz zuzena. Izan ere, pelagikoak diren biomak esponentzialki murrizten diren bitartean, substratuaren inguruko aniztasunaren eta biomen kopurua emendatu egiten da, muga bentonikoaren geruza deritzon suspentsioan dauden sedimentuzko geruza lodi batean. Aldi berean, ur epeletako inguruneetan, plataforma eta hegal kontinentaletako animalia-dentsitatea txikia izanzen da, baina dibertsitatea, berriz, oso altua. Zenbait eremuetan, organismo bentonikoen biomasa izugarri handitzen da ertz kontinentalaren azpitik (100-300m), 1000-2000 metro inguruan lortzen du balio maximoa, eta gero jaisten hasten da gradualki. Ordoki abisaleko zona bentikoan dauden organismoen aniztasuna oso harrigarria suerta daiteke batzuetan. Hartara, hasierako zientzialari itsastarren uzte orokorra -sakonera handiko ozeanoetako zona bentikoa oso populazio pobretako eremua dela- oker zegoen.

Organismo bentonikoak

Animalia bentonikoak substratuarekin bat eginez bizi diren animaliak dira. Hauek substratuaren gainazalean bizi daitezke edo, kontrara, substratuan hondoratuta egon daitezke. Honen arabera, **epifauna edo forma epibentikoak** (gainazaleko formak: anemonak, belakiak, gastropodo asko, lanpernak, ...) eta **infauna edo forma infaunalak** (substratuaren barnekoak; batzuk tamaina handiko ornogabeak dira, bibalbioak edota zizareak bezalakoak, baina beste asko oso tamaina txikiak dira, eta are garauen artean bizirik irauten dute: **organismo interstizial** deritze -hauen artean, txikienek **meiofauna** osatzen dute, eta 0,5 mm baino txikiagoko animaliak dira-) bereizi daitezke.

Organismo bentonikoak lokomozioaren arabera ere sailkatu daitezke. Horrela, mugikortasun eta aktibitate handiko animaliei

errante esaten zaie -karramarroak, zizare asko, ...-, eta substratuari atxikita bizi direnei, ordea, **sesil** -koralak, lanpernak, belakiak, ...-. Beste batzuk substratuari lotuta daude, modu ahul batean, baina oso gutxitan mugitzen dira -txirlak, anemona batzuk, krinoideoak, ...). Azkeneko hauek **sedentario** izena hartu dute.



Lanperna eta otarraina bi krustazeo dira, bentoniko epibentikoak biak. Alabaina, lanperna organismo sesila da, eta otarraina errantea.

Organismo pelagikoak

Ur zutabeen bizi diren organismoak dira pelagikoak. Normalean, organismo pelagikoak lokomoziorako potentziaren edo



ahalmenaren arabera sailkatzen dira. Igerilari sutsuak edo aktiboak diren organismo pelagikoek (zefalopodoak, arrainak edota narrasti urtarrak kasu) **nektona** osatzen dute: organismo nektonikoak dira. Jito batean flotatzen dauden organismo pelagikoek, hau da, ur korronteen dinamikaren menpe mugitzen direnek, **plankton** izena hartu dute. Zenbait animalia planktonikoek -krustazeo txikiak, adibidez- igerian egiteko gaitasuna dute, baina oso txikiak direnez, ur korronteen menpeko mugimendua dute, nahiz eta igeri egiteak harrapakarietatik ihes egiteko edota elikatzeko balio zaien. Plankton delakoaren



Zetazeoak nektonikoak dira



Arrainak nektonikoak dira

taldean landareak -**fitoplanktona**- eta animaliak -**zooplanktona**- biltzen dira, bigarren taldea marmokek, ktenoforoek, ketognatoek, tamaina txikiko hainbat krustazeoek eta organismo bentonikoen hainbat larba pelagikoek osatzen dutela. Bizitza osoa planktoniko gisa igarotzen duten **animaliak holoplanktonikoak** dira; beste aldean, larba planktonikoa duten organismo bentonikoak **meroplanktonikoak** direla diogu.

b. Ur-gezako habitatak, ingurune dultzikola edo ur kontinentalak

Ur-gezako inguruneetan ur-masa ozeanoetan baino askoz ere txikiagoa denez, ingurune-baldintzen aldaketekiko sentikortasun handiagoa erakusten dute eta, ondorioz, habitata itsastarrak baino askoz ere ingurune ezegonkorragoak dira. Putzu, ibai eta laku ezberdinetan eman daitezkeen tenperatura edo bestelako faktore batzuen aldaketak azkar gertatzen dira eta, horrenbestez, horien ondorioak edozein ekosistema itsastarrean ikusitakoak baino askoz ere larriagoak izan daitezke biziraupenerako.

Urtaroetan ematen diren aldaketak are bortitzagoak izaten dira, hozketa osoak eman daitezkeela neguan zehar eta sikate gogorrak udak iraun bitartean. Eurite garaiak eman eta aste gutxi batzuetan zehar ura mantentzeko gaitasuna duten putzuak putzu efimero edo uda-putzu deritze. Putzu hauetan oso ornogabe-fauna berezia aurkitzen da gehienetan, fauna horrek egoera ez-faboragarriak iraun bitartean -sikateak- **diapausa** batean mantenduko diren erresistentzia estadioak -arrautzak edo



enbrioiak- sortzeko gaitasuna duelako. Estres handiko egoera suposatzen duen arren, animalia eta landare asko dira putzu efimeroetan bizi direnak. Diapausa lotaldirako forma bereizgarri bat da, zeinaren bitartez ornogabe batzuek heldu estadioaren aurreko fase batean -arrautza barne- bere hazkuntza eta garapena eteten duten. Genetikoki zehaztutako prozesu bat da diapausa. Espezie batzuk diapasuan sartzeko programatuta daude ingurune baldintza jakin batzuk suertatzen direnean (gehienetan tenperaturaren eta egunaren luzeraren aldaketen konbinazioa ematen denean). **Hibernazioa**

eta **estibazioa** lotaldirako bi forma berezi dira, baina ez daude genetikoki programatuta, eta irregularki gerta daitezke animalien garapenaren edozein fasetan. Hibernazioa hotzarekiko erantzun tenporala da, estibazioa beroarekiko erantzuna den bitartean.

Ur gezaren gazitasun baxuak (%0.01 baino handiagoa oso gutxitan) eta ioien kontzentrazio konstante baten gabeziak izugarriko estres osmotiko eta ionikoa sortzen die ur gezako animaliei -ingurunea, normalean, hipotonikoa da eta, hartara, urez betetzeko arriskua izango dute animaliek (horren aurka irazketa aparatua garatu dute)-. Baldintza hauek, beste batzuei lotuta -flotagarritasunaren falta, pH ezegonkorragoa edota elikagaien ekoizpen eta gastu azkarra-, ingurune oso ezegonkorak sortzen dituzte eta, ondorioz, ozeanoek baino askoz ere aniztasun txikiagoa biltzen dute.

Alabaina, milaka animalia bizi dira ur gezetako inguruneetan, eta ingurune hauetan ematen diren baldintza gogorrei aurre egiteko mekanismo ezberdinak lortu dituzte eboluzioz. Horrela, munduko ornodunen laurdena eta arrainen erdia irla sentikor hauetan bizi dira -ingurune gezetan-, irla horiek gizakiok ureztatzeko, edateko, energia sortzeko edota hondakinak libratzeko erabiltzen ditugun bitartean gainera.

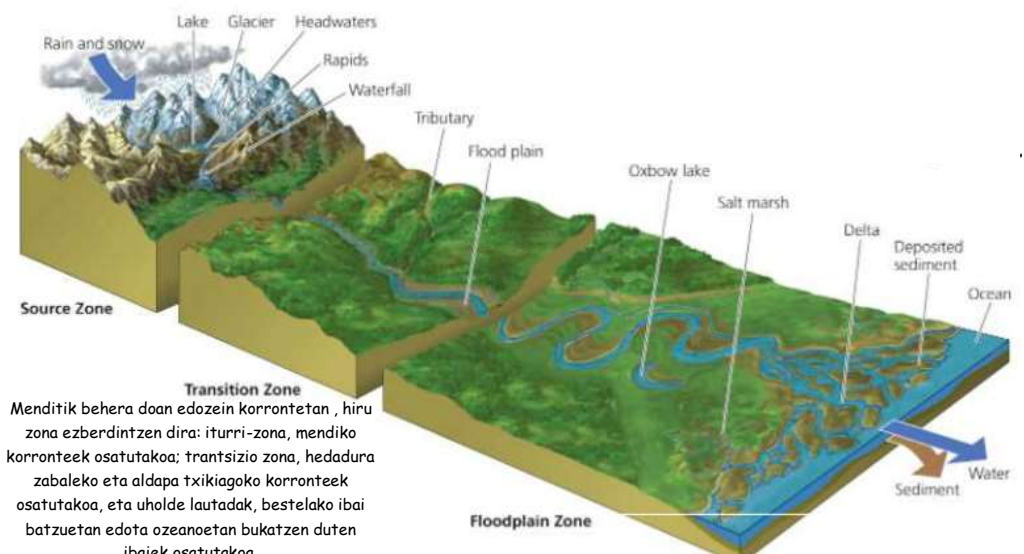
HABITAT DULTZIKOLEN ZONAZIOA

Ur kontinentalek oinarriko bi zona aurkezten dituzte: ur-korronte mugikorrekiko eremuak edo **zona lotikoa**, eta ur-korronte geldikorrekiko habitatak edo **zona lentikoa**.

Habitata lotikoei gradiente bati jarraitzen diote, mendietan hasi eta ibai eta erreka txikietan bukatzen dena. Abiadura

handiko erreka eta erreka txikietan oso altua da oxigenoaren kontzentrazioa, uraren uhertasun eta mugimendu handiak direla eta. Ekosistema hauetan sortutako materia organikoa inguruko lurten garbiketarik lortzen da, fotosintesia gertatzeko zailtasunak baitaude oso azkar mugitzen diren uretan.

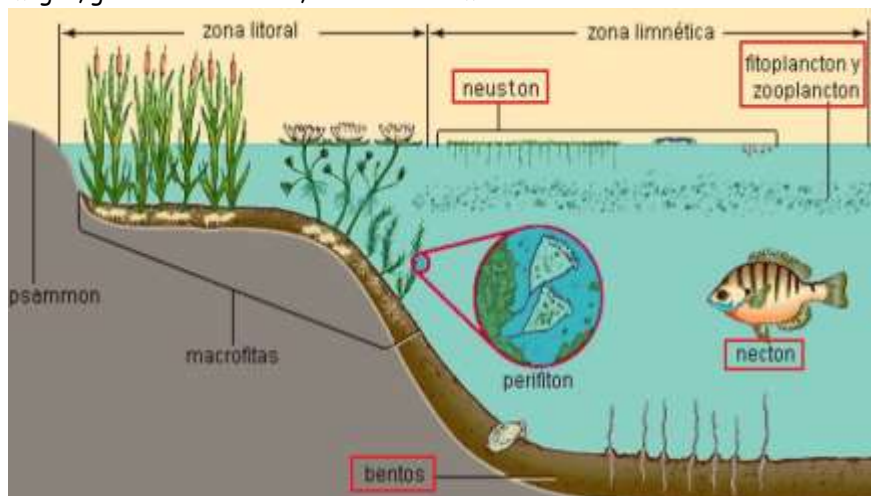
Habitat lentikoei, ordea, urak askoz ere abiadura baxuagoa darama. Horrela, oxigenoaren kontzentrazioa baxuagoa da -sakonera handiko eremuetan bereziki-, eta alga eta landare flotagarri gehiago bizi dira, ekoizpen primarioaren etekina askoz handiagoa dela. Halako eremuetan bizi diren animaliak oxigeno kontzentrazio baxuetara daude ohituta.



Menditik behera doan edozein korrontetan, hiru zona ezberdintzen dira: iturri-zona, mendiko korronteek osatutakoa; trantsizio zona, hedadura zabaleko eta aldapa txikiagoko korronteek osatutakoa, eta uholde lautadak, bestelako ibai batzuetan edota ozeanoetan bukatzen duten ibaiak osatutakoa.

Zonazioaren arabeko organismoen banaketa

Habitat itsastarrean bezalaxe, ur-gezako inguruneetan organismo **bentonikoak** -krustazeoak, intsektuak, moluskuak, ...-, **nektonikoak** -arrainak bereziki- eta **planktonikoak** daude -ez beti, elikagaien kopuruaren arabera-. Nabarmentzekoa da ere ur kontinentaletan **pleuston** edo **neuston** deritzen fauna eta flora ere aurkitzen dela, hots, atmosferaren eta uraren arteko mugan, gainazalean bertan, bizi diren animaliak eta landareak -ozeanoetan urriagoa da-.



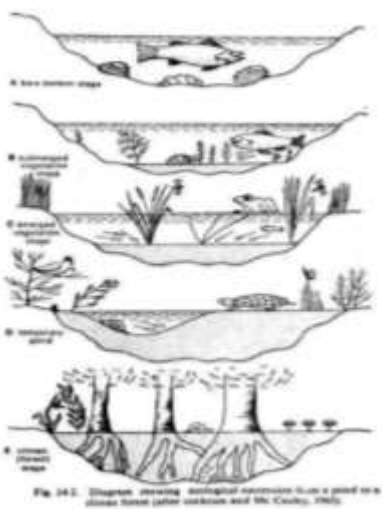
Alboko irudian argi ikus daiteke ur-gezako ingurune lentiko baten zonazioaren eskema. **Zona litoralari** jarraitzen dio **zona limnetikoak** edo sakonera handiagoko eremuak. Bertan, animalia nektonikoak, planktonikoak eta bentonikoak aurkitzen dira. Kostatik hurbilago, **makrofitoak** -landare-bizidun makroskopikoak- dira nagusi, baita horiei batutako bakterio, onddo eta alga mikroskopikoak ere -**perifitona** osatzen dutenak-. Azkenik, **psammon** delakoa dugu, kostatik at: bertan, sedimentu hezeetan hondoratuz bizi diren organismoak daude.



Psammon delakoaren parte badira lokatzeko jausilari bezala ezagututako arrain bitxi hauek

HABITAT DULTZIKOLEN EFIMERITATEA

Putzuek eta lakuek oso bizitza laburra izanen dute -ehundaka edo milaka urte sedimentazio abiaduraren eta ur-masaren tamainaren arabera-, eta oso aldaketa-prozesu gogorak jasaten dituzte bizitza labur hura igaro bitartean. Adibide gisa ditugu Amerikako laku handiak:



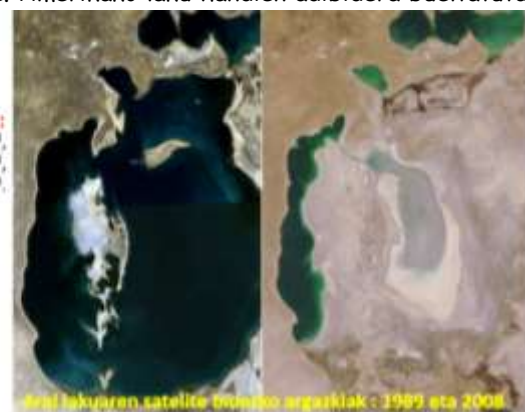
Pleistozeno garaian glaziar erraldoi batzuen jardueraz sortutako depresio handi batzuk baino ez ziren, eta duela 5000 urte inguru izotza guztiz galdu zuten. Ur gezako habitatak, beraz, oso azkar ager daitezke, baina, aldi berean, berehala desagertzen dira. Horrela, etengabe segida bat ematen da.



Segida natural honi gizakion jarduera kutsakorra gehitu behar diogu: toxikoen isurketak eta gehiegizko ustiapena besteak beste. Amerikako laku handien adibidera bueltatuta, Erie lakuak jasandako nitrato eta fosfato gehigarrien ondorioak dira nabarmentzekoak: gehiegizko materia

organiko honek ura gainfertilizatzen du, eutrofizazioa ekarriz. Alga horiek hiltzerakoan, euren gorpuak hondora abiatu eta, bertan deskonposatuz, oxigenoaren kontzentrazioa murrizten dute, bertoko organismoen kalterako. Gizakiaren jarduerak ur-gezako habitatetan izan ditzakeen ondorioak izugarri nabarmenak dira ere Aral itsasoan: lehen oso aberatsa bazen ere, kotoiaren industriak bultzatutako ibaien desbiderazioak ia osorik sikatzea ekarri dute.

Aral itsasoa:
1960: 68.000 km²,
1998: 28.687 km²,
2004: 17.160 km².



ESTUARIOAK ETA KOSTALDEKO PADURAK

Estuarioak maiz sortzen dira altuera baxuko kostaldetan, ur-gezaren eta gaziaren arteko interakziotik sortuak dira eta gehienetan erreka bat ozeanora irekitzen den guneetan eratzen dira. Gune hauetan hainbat baldintzek osotutako egoera ezegonkor bat sortzen da: ur gazia eta geza nahasten dira, uren mugimendu etengabea ematen da, mareek izugarritzko eragina dute, eta urtaroen aldaketak oso bortizki erasotzen du. Estuarioek ingurune kontinentaletik etorritako urek garraiatutako mantengaiak kontzentrazio handiak jasotzen dituzte normalean eta, horrela, emankortasun handiko guneak izanen dira. Mareen eta urtaroen jardueraren bitartez, temperatura eta gazitasuna oso aldakorak izanen dira. Mareen aktibitatearen eta uraren mugimenduaren arabera, estuarioetako urak modu homogeneo batean nahastuta egon daitezke, edo kontrara, oso estratifikatuta agertu, ur geza dentsitate altuagoa duen ur-gaziaren gainean flotatzen dagoela.

Estuarioetako oxigeno kantitatea ere oso aldakorra da, hainbeste ezen temperaturaren eta autotrofoen metabolismoaren arabera 24 ordutan izugarri aldatu egiten dela. Kasu askotan, hipoxiarako egoerak ematen dira egunero, bereziki goizeko lehendabiziko orduetan. Hipoxia egoera horiei aurre egitearren, ingurune haetako animaliek zenbait mekanismo garatu dituzte: oxigeno kontzentrazio altuagoko eremuetara migratzea, gorputz-fluido ezberdinen pigmentuetara batutako oxigenoa biltzeko gaitasuna izatea edota oxigenorik behar ez dituzten prozesu metabolikoak burutzeko ahalduak izatea. Horrez gain, limo kantitate handiak heltzen dira estuariora ibaien edota bestelako ur-korronteen eskutik. Limo honen kantitate handiena sedimentatu eta marea lautada zabalak eratzen ditu.

Estuarioetan ematen diren baldintza natural gogorren menpe ez ezik, eremu hauetan bizi diren animaliek gizakion aktibitatearen ondorioz sortutako estresaren menpe bizi dira: kutsadura, zentral elektrikoaren ondoriozko beroketak, husteak eta betetzeak, baso soiltzearen ondoriozko gehiegizko sedimentazioa,...

Kostaldekoko padura gehienak -marisma gaziak edo mangladiak-halofitoen hazkuntza eremuak dira. **Halofitoak** loredun landareak dira, gazitasun handiko eremuetan bizirik irauteko gaitasuna dutenak.

Padura gazi hauek maiztasun handiz urpetzen eta gainezkatzen dira estuarioetan ematen diren mareen aktibitatearen ondorioz eta, beraz, aurretik deskribatutako baldintzen menpe geratzen dira. Halofitoek sortutako komunitate handiei eta gazitasun ezberdineko uren nahasteari esker, mantenugaiak harrapatzeko gune bereizgarriak sortzen dira.

Izan ere, estuarioetan sortzen diren edo bertara ailegatzen diren elikagaiak bertan geratu eta bertan kontsumitzen dira, ozeanoetara heltzeko aukerarik izan gabe. Horrela, estuarioak munduko eremu emankorren artean daude. Emankortasun edo etekin handi honek bi bide erabiltzen ditu, noizbehinka, itsasora ailegatzeko: landareen detritoak -halofitoen gorpuen arrastoak- eta estuariotik ateratzen eta sartzen diren animalia nektonikoak.

Ornogabe askok estuarioen antzeko ingurune dinamikoetara moldatzeko estrategia ezberdinak garatu dituzte. Orokorrean, animaliek bi aukera dituzte soilik halako baldintza gogorren eraginpean daudenean: egoera faboragarriagoak dituzten eremuetara migratzea, edo bertan geratzea

eta aldaketak ahal duten moduan jasatea. Animalia askok estuarioetara migratzen dute bizitzaren fase bakarra igarotzeko, eta beste asko egunero sartzen eta irteten dira mareekin batera. Beste espezie batzuk estuarioetan irauten dute bizitza osoan zehar, horretarako baldintza aldakorrei aurre egiteko moldapen fisiologiko bereziak aurkezten dituztela.

c. Lur lehorra

Lehorreko bizitza ur-gezakoa baino askoz ere gogorragoa da. Muturreko tenperaturak eguneroko egoerak dira, ura lortzea arazo bat da eta fisikoki gorputza mantentzea esfortzu izugarriak dakarkio organismoari. Urak hainbat erraztasun eskaintzen ditu: flotagarritasuna; gametoen, larben eta helduen banaketa; hondakinen kanporaketa zuzena; material disolbatuen iturria, ... Alabaina, lur-lehorrean bizi diren animaliek ezin dira abantaila hauetatik aprobetxatu.

Taxoi gutxi batzuk lortu dute lur-lehorra modu arrakastatsu batean kolonizatzea. Ornogabeek ingurune lehorrean izandako arrakastaren adibide ditugu artropodoak: isopodoak, intsektuak, armiarmak, eskorpioiak eta beste hainbat araknido adibidez.

Artropodo talde hauek lur lehorreko lekuri lehorrenak ere inbaditu dituzte. Gainerako ornogabe lehortar guztiak, barraskilo eta nematodo batzuk izan ezik, hezeak diren guneetan bizitzera behartuta daude. Izan ere, ornogabe lehortar txikiaren kasuan, uraren presentzia konstantea edo peridiokoa behar beharrezkoa da bizi-zikloa eman dadin.

TERRESTRIALIZAZIOA EDO LUR LHORRAREN KOLONIZAZIOA

Lurra ere oso ingurune zaila da, eta izatez oso berandu kolonizatu zen. Lurreko lehenengo bizidunak (landareak lehenago eta animaliak geroago) ez ziren Siluriko-Deboniko arte agertu, hau da, phylum guztiak eratuta egon eta gero. Gainera, soilik



artropodo batzuek eta ornodunek konkistatu dute guztiz egokiro. Molusku gastropodoek eta anelido oligoketo terrikolek erdipurdiko konkista burutu dute, ez baitira osoki libratu urarekiko mendekotasunaz.



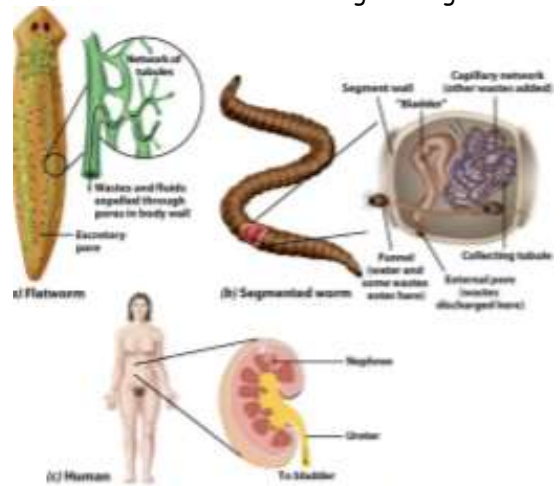
Lehendabiziko animalia lehortarra sortu zeneko momentu zehatza ez da oraindik ezagutu: frogarik zaharrena duela 450 milioi urtetako artropodo batzuen arrastoak dira. Uste denez, artropodo hauek izandako arrakasta aurretiaz lurra kolonizatutako landare ugariak eskainitako elikagai-iturri aberatsaren ondorio izan zen. Oraindik ziurtatua ez dauden beste froga batzuen arabera, artropodoek duela 530 milioi urte kolonizatu ahal izan zuten lur lehorra.

Duela 420 milioi urte inguru, *Cooksonia* moduko landareek ingurune lehorren kolonizaziorako prozesua abiarazi zuten eta, laster, animaliek egingo zuten. Euripteridoak izan ziren, ustez, lur lehorreko lehenabiziko animaliak. Izan ere, berauen ezaugarri bereizgarriak aprobetxatu zituzten ornogabe hauek: urtean bizitzeko moldapen anatomiko eta konduktiboak zituzten, baina horiek lur lehorreko bizitzara ere molda zitezkeen.



Baina, oxigeno-eta janari-iturri oparoaz gainera, den-dena zen oztopo lur lehorren kolonizaziorako:

1. **Oszilazio fisiko-kimikoak maximoak** izaten dira, eta oso arinak gainera. Aldaketak zirkadianoak -egun eta gauekoak- zein sasoikoak izaten dira.
2. **Indar hidrostatikorik ez** dagoenez, grabitatearen zamaren aurka egin behar da gorputz-forma gordetzeko: **eskeleto gogorra** beharrezkoa izango da (exoskeletoa edo endoskeletoa; eskeleto hidrostatikoa ere).
3. **Ura lurrinketaz eta transpirazioz galtzen** da (desekaziorako arriskua). Ezin da ahaztu **arazo osmotikoa**: lurrean ura galtzeko joera aurkituko dugu -bai iraiaketaz zein tegumentuan zehar (izerdia, adibidez)-, eta, beraz, eskrezio-aparatua ur kontinentaletako aparatuekin konparatuz kontrako noranzkoan aritu beharko da (iraiaketa aparatuek modu bat edo beste izango dute ahalik eta ur gehiena gordetzeko).
4. Zilioek eta uhindurek ez dute lokomoziorako balio. "**Hanka**" asmatu

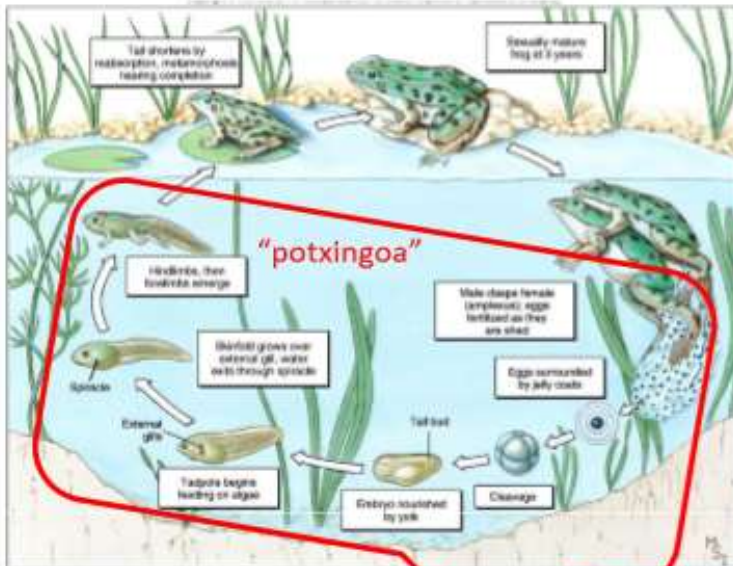


behar izan da.

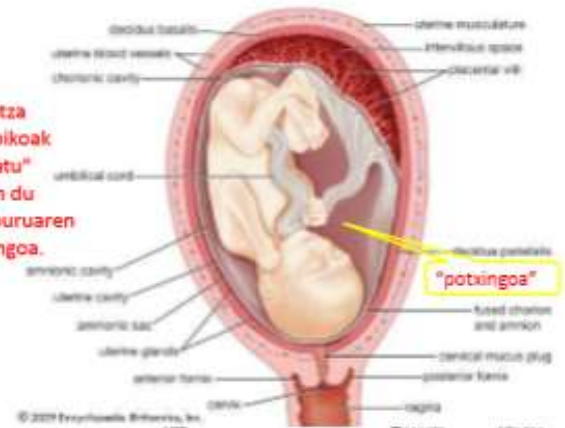
Tetrapodoetan, esate baterako, lau hanka agertu dira, nahiz eta eboluzioz zenbait aldaketa sortu diren -sugeak, hegaztiak, ...-.



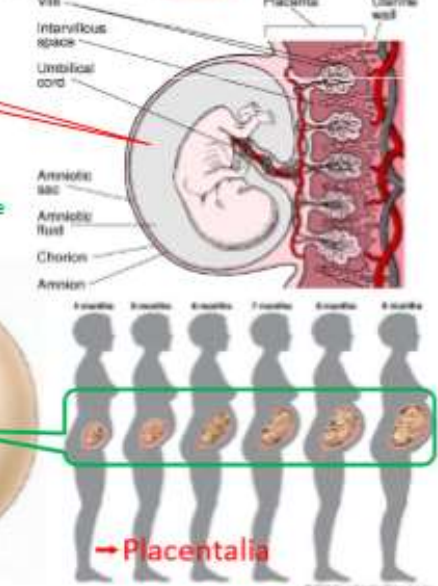
5. Ur-gabezia dela-eta, ezin da bizitza zelular askerik egon, eta beraz, bai ugalketa eta bai enbriogenesisa ere zailago bihurtu dira. **Barne-ernalketa** derrigorrezko bihurtu da, eta arrautza oskolduna -kleidoikoa- asmatu behar izan da, edota bibiparo bihurtu animalia -plazentaren agerpena-.



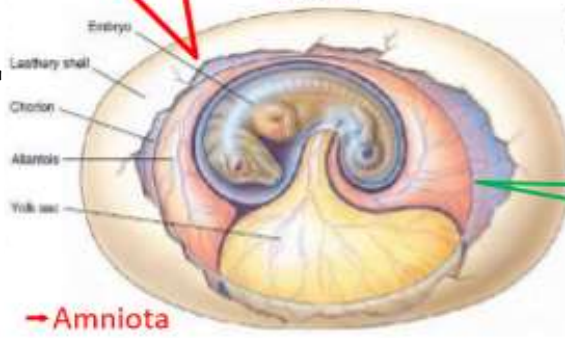
Arrautza kleidoikoak "zarratu" egiten du zapaburuaren potxingoa.



Hurrengo urrats ebolutibo batean, ugaztunek "inkubagailura" sartuko dute arrautza.



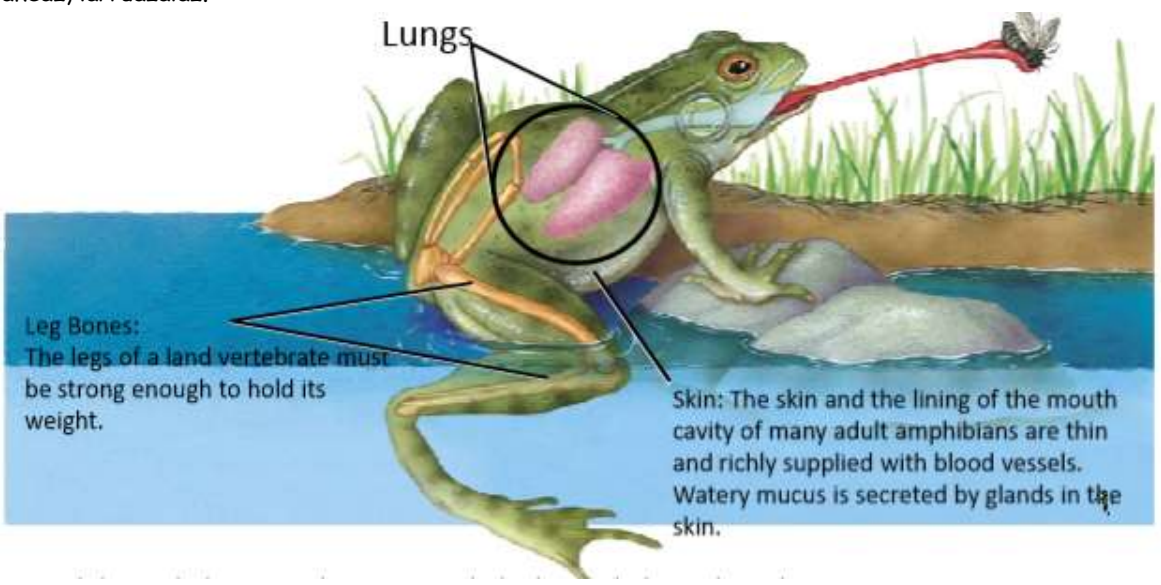
ARRAUTZA AMNIOTIKOA. Enbrioia amnion garatzen da, eta likido amniotikoak inguratzen du. Elikagaia biteloak ematen du, bitelo-zakuan gordetakoak hain zuzen, eta metabolismitik sortutako hondakinak alantoidean biltzen dira. Prozesuak aurrera egin ahala, alantoidea korionarekin fusionatu egiten da, oskolaren azpitik kokatutako mintz batekin hain zuzen ere. Horrela, bai alantoidea eta koriona desagertu eta, beraren lekuan, odol-hodi ezberdinak agertzen dira, oskola poroduna aprobeztatuta gasen trukea ahalbidetuko dutenak. Arrautza honek enbrioia garapena biltzen eta zarratzen duenez, kleidoiko esaten zaio (grekeratik, *kleidoun*, edo ixtea).



→ Amniota

→ Placentalia

6. Elikabideetan ere aldaketa batzuk derrigorrezkoak izan dira. Esate baterako, lurrean ezinezkoa gertatu da iragazketa. Oro har, mikrofagiatik makrofagiaranzko joera nabarmendu da.
7. Lurrean oxigeno atmosferikoa arnastu beharra dago, eta horretarako gai dira animalia lurtarrak, dela birikaz, trakeaz, larruazalaz.



Zailtasunak zailtasun, ingurune lurtarrak beteta daude, eta gainera, arrakasta ebolutibo handiko taldeez. Horrek garbi adierazten duenez, konponbide desberdinak aurkitu dira aipatutako arazoei kontra egiteko: kasu batzuetan arazoak saihestu edo minimizatzeke, eta beste batzuetan, zuzentzeko. Hor ditugu, esate baterako, tenperatura erregulatzeke mekanismoak asmatzea, edo azalaren iragazgaitasuna lortzea, urik ez galtzeko. Beraz, ingurune lurtarrak eboluzioa akuilatu egin duela esan daiteke, bertako ingurune-presioa maximoa da-eta. Lur lehorra kolonizatu duten animaliek abantaila bi aurkitu dituzte:

- Ekoizpen primarioa ez dago mugatuta (beti dago argia; lurrean, elikagaiak eta ura; atmosferan, CO₂), eta horrenbestez, janari-gertutasuna uretako inguruneetan baino askoz handiagoa da. Beraz, arrazoi trofikoak direla-eta, lur lehorrean txoko ekologiko berri asko agertu dira, eta, azken batean, biodibertsitatea areagotu da ezin gehiago.
- Oxigeno-gertutasuna osoa da. Hori munta handikoa da metabolismorako: atmosferan, oxigenoaren kontzentrazioa %21 da (hau da, 20-30 bider handiagoa urarekin konparatuz), eta gainera, kontsumitzen denean, atmosferatik ekarpena oso azkarra da (urarekin konparatuz, 1000 bider arinagoa). Hainbeste oxigeno erabilgarri egoteak metabolismoa azkartu du, eta, era berean, bestelako aurreramendu garestiak baimendu ditu: neurona, muskuluak, eta abar. Horrek guzti horrek azaltzen du zergatik, mantendu diren arnas kontuetan atmosferaren mende, sekundarioki uretara itzuli diren animaliak, baleak-eta kasurako.

A. Animalia urtarrak
 Multzo honetan biltzen dira lurzoruko animalia nimiñoak, soilik ur-pelikula batez inguratuta daudenean aktibo egoten direnak, adibidez, protozooak, ostrakodoak, nematodoak.

B. Animalia kriptozoikoak
 Mota honetako animaliek hezetasun handia behar dute eta ezin dute desikazioa jasan. Multzo honetako animaliek jokabidezko moldapenak edukitzen dituzte gune hezeetan iraun ahal izateko.

- (i) Lurzoruko biztanleak, esaterako, lur-zizareak, anfibio indusleak eta intsektu-larba asko.
- (ii) Orbeletako animaliak, edota batzuetan harripetan-eta aurkitzen direnak, adibidez, bolakokoak, ehunzangoak eta milazangoak.
- (iii) Euri-ohianetako biztanleak, adibidez, zizare zapalak, nemertinoak, izainak.

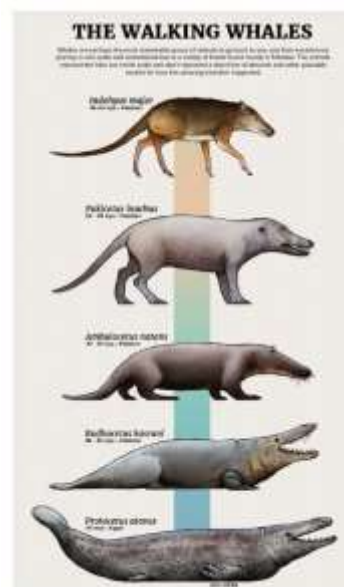
C. Animalia higrofilikoak
 Berauek hezetasun handia behar dute, edota ura, bizkor egoteko, baina desikazioa jasan ahal dute. Sarritan, estibazioa erakusten dute urtaro desegokietan, adibidez anfibio batzuek eta lur-barraskilo askok. Espezie kriptobiotikoak hemen koka daitezke.

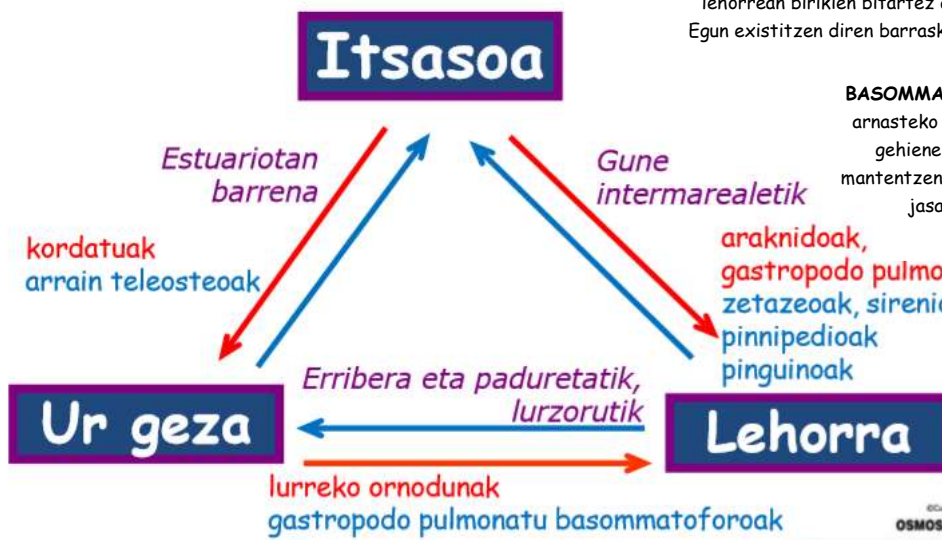
D. Animalia xerofilikoak
 Berauek bizkor dabilta baldintza lehorretan. Multzo honetakoak dira ornodun asko —narrasti, hegazti eta ugaztunak— eta bai artropodo asko. Azkenotatik gehienak intsektu dira, baina anitz araknido eta zenbait krustazeo isopodo bizkor daude are eta basamortuko baldintzetan ere.

Animalia lurarren erantzuna ur-gertutasunaren aurrean (Little, 1983tik hartua).

d. Ingurune ezberdinen artean emandako trantsizioak

Jada ikusi dugunez, animaliak oinarritzko hiru ingurunetan aurkitu daitezke -itsastarra, dultzikola edo lehortarra-. Itsasoa dugu ingurune primarioa, bertan sortu baizen bizitza, eta ondoren bestelako ingurunetara mugitu zen -ingurune sekundarioetara, hain zuzen-. Ingurune batetik bestera igarotzeari **trantsizioa** esaten zaio, eta gehienetan itsasotik ur gezara, eta ur gezatik lehorrera gertatu izan da. Alabaina, badaude zenbait salbuespen. Itsasotik ur gezerainoko aldaketa (edo alderantziz) estuarioen bidez egiten da; kordatuek burutu zuten bide hura eta alderantzizkoa, berriz arrain teleosteoek. Ur gezetik lehorrera erribera eta paduretatik burutu zen lurreko ornodunen eskutik, eta alderantzizko bidea gastropodo pulmonatu basomatoforoek egin zuten. Lehorretik itsasora eta itsasotik lehorrerako trantsizioa ere egin zen gune intermarealetik. Lehorretik itsasorako bidea zetazeoek, sirenioek, pinipedioek eta pinguinoek burutu zuten, eta alderantzizko bidea, berriz, araknidoek eta gastropodo pulmonatu estilomatoforoek.





STYLOMMATOPHORA. Estilomatoforoak gastropodo pulmonatuak dira, lur lehorrean birikien bitartez airea arnastuz bizi diren moluskuak hain zuzen. Egun existitzen diren barraskilo eta bare lehortar gehienak talde honetakoak dira.

BASOMMATOPHORA. Ur gezako gastropodoak dira, airea arnasteko birikak dutenak. Ikusten denez, basomatoforo gehienek oxigeno atmosferikoa eskuratzeko birikak mantentzen dituzte, nahiz eta askok biriken eraldaketa bat jasan eta zakatz modura erabiltzen dituzte.



©Current Publishing Corp. 2008.
OSMOSIS

ZOOLOGIA

6. GAIA: ANIMALIEN UGALKETA

a. Ugalketaren kontzeptua

Ugalketa (prokreazioa edo gurutzaketa) izaki bizidun guztiek betetzen duten prozesu biologikoa da. Horren bitartez, banako edo organismo berriak -ondorengoak- sortzen dira guraso batetik edo batzuetatik abiatuta. Garrantzi biologiko eta ebolutibo handiko prozesua da, edozein espeziearen arrakasta banakoek ugaltzeko adin nahikoa lortzearen menpe dagoelako.

Ugalketa espeziearen biziraupenerako behar-beharrezkoa izan arren, banakoaren biziraupenerako behar-beharrezkoa ez den funtzio fisiologiko nagusi (edo bizi-funtzio) bakarra da; hau da, ugalketak ez du banako edo organismo baten biziraupena bermatzen, banako batek ez du ugalketarik behar bizirik mantentzeko. Horrek azaltzen du egoera ez faboragarriak ematen direnean desagertzen den lehendabiziko aktibitate fisiologikoa ugalketa izatea.

Ugalketa sexualak izugarriko gastu energetikoa dakar, baina egun ezagutzen diren animalia gehienak sexu bidez ugaltzen dira. Badaude, ordea, modu asexualan ugaltzeko gaitasuna duten zenbait animalia -batzuetan soilik edo beti-. Ugalketa asexualak sortutako edo ekoiztutako ondorengoek genotipo bera dute -mutazioak gertatzen ez direnean behintzat-; hau da, klonak dira. Ugalketa asexuala eraginkorra da estaldian edo gortetzean energiari eta denborari galtzen ez delako -ez da beharrezkoa bi banakoren arteko bat egitea- eta ondorengo guztiak ondorengo gehiago emateko ahalmena dutelako -banako guztietatik ondorengo berriak sortuko dira; ugalketa sexualan soilik banako batek emango ditu ondorengoak (emeak, gure kasu)-.

Alabaina, ugalketa asexualak ez du aniztasun genetikorik sortzen; bai, ordea, ugalketa sexualak. Aniztasun genetikoa oso garrantzi handia du eboluzioari begira, hautespen naturalak ingurune aldaketan aurrean moldatzeko gaitasun handiena erakusten duen aldaki genetikoa aukeratzen duelako. Beraz, ingurune aldaketaren bat ematean, aldakortasun genetikoren falta espeziearen kalterako izan daiteke.

Animalia batzuk, aurretik esan bezala, ugalketa asexualari jarraitzen diote -ornogabeak bereziki-. Oro har, espezie bereko banakoak aurkitzeko zailtasunak dituzten espezieetan ematen da mota honetako ugalketa, bai animalia sesiletan -mugitu ezin diren horietan- edota oso populazio bakan eta txikietan bizi diren animalietan. Espezie asexualak baldintza egonkorreko inguruneetan agertzen dira gehienetan, horietan aldakortasun genetikoa askoz ere eragin txikiagoa duelako espeziearen arrakastan. Izan ere, ugalketa asexuala oso

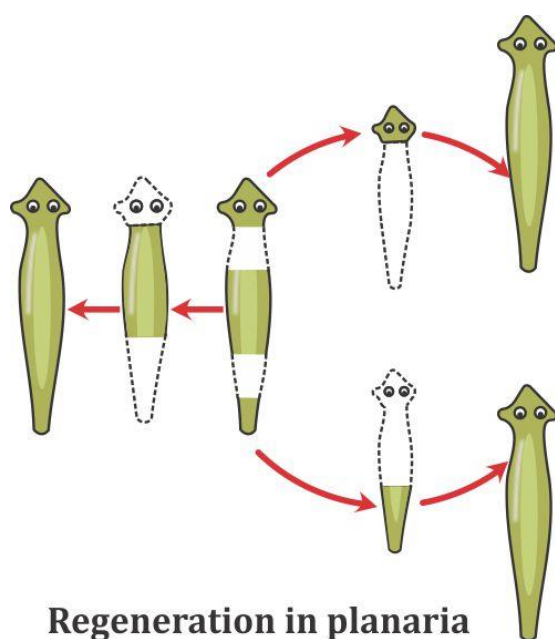


Limax maximus espezieko bi banako hermafrodita ugaltzen

mekanismo egokia da ingurune jakin batean arrakastatsua izan den genotipoa kontserbatzeko, ingurunea aldaketarik gabe mantentzen denean behintzat. Ugalketa asexualerako mekanismo garrantzitsuenak fragmentazioa, partenogenesisia eta zilketa dira.

b. Ugalketa asexuala

Ugalketa asexualan ez da gametoen edo zelula haploideen sorrerarik eta ondorengo fusiorik -ernalketarik- ematen. Horren ordez, ugalketa asexuala mitosiaren bidezko hazkuntza begetatiboan oinarrituta dago. Protistoen arteko ugalketa asexual ohikoa da zelula-banaketa soila, eta ornogabe askok fragmentazio, zilketa edota gorputz-zatiketa bidezko mekanismo asexualak erakusten dituzte. Ugalketa prozesu asexualak animalia organismo ezberdinek erregenerazio edo birsorkuntzarako duten gaitasunean oinarrituta daude. Zaurien orbaintze xumea ere erregenerazio modu bat da, baina zenbait animalietan erregeneraziorako mekanismoak askoz ere bortitzagoak eta dramatikoagoak dira. Honen adibide argia dugu zenbait animaliek berauen apendizak birsortzeko duten gaitasuna -itsas izarrak edota zenbait karramarro-. Alabaina, birsorketarako mekanismo hauek ezin dira ugalketa kontsideratu, ez dutelako ondorengo berririk



Regeneration in planaria

sortzen; hau da, animalia batek galdutako hanka bat birsortzeko gaitasuna izateak ez du zertan suposatu behar animalia horrek modu asexualan ugaltzeko ahalmena duenik. Badaude, ordea, ugalketara bideratu dezaketen erregenerazio ahalmen handia

duten zenbait animalia, besteak beste belakiak, knidario ugari (korlak, anemonak eta hidroideak), zenbait motatako harrak eta hainbat urokordatu.

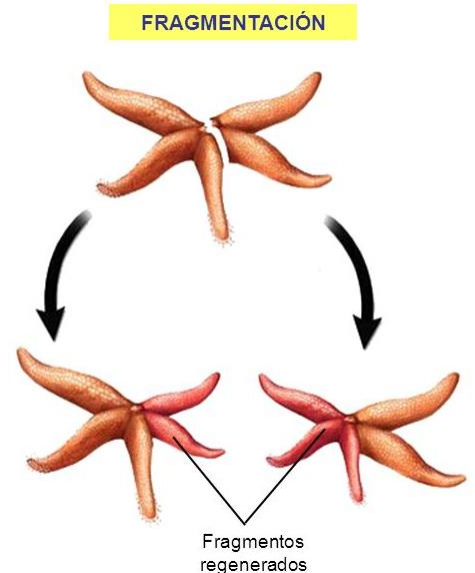
Maiz, ugalketa asexuala istripu-gertakin bat da, bat bateko gertakari batek eragindakoa hain zuzen. Kasu hauetan, ugalketa mota honek ez du garrantzia handirik izaten espeziearen arrakasta ebolutiboan. Kasu batzuetan, ordea, bizi-ziklorako ezinbestekoa den urratsa dugu ugalketa asexuala.

Ugalketa asexualak zenbait ikuspuntu ebolutibo eta moldatzaile ditu; hau da, ugalketa asexualak ere zenbait abantaila eskaintzen ditu. Modu asexualean azkar ugaltzeko gaitasuna duten organismoek faboragarriak diren ingurune-baldintzak denbora laburrean aprobetxatzeko gaitasuna dute, horretarako denbora jakin batean zehar ugariak diren elikagaiak, hutsik geratutako espazioak, edota bestelako lehengaiak erabilia. Lehia-abantaila honen froga nagusia da asexualki ugaltzen diren organismoek oso ingurune-baldintza espezifiko eta, askotan, muturrekoetan dituzten ondorengoen kopuru altua. Gainera, mekanismo asexualak erresistentzia-egiturak garatzeko balio dute askotan; hau da, ingurune baldintza ez faboragarrietan -besteak beste, neguan-modu latentean mantenduko diren egiturak sortzen dira. Ingurune baldintzak egokiak bilakatzen direnean, erresistentzia egitura horiek aktibatuta eta banako berri bat garatzea ahalbidetuko dute.

Aurretik jada aipatu bezala, ugalketa asexualerako hiru mekanismo nagusi daude: fragmentazioa, zilketeta eta partenogenesisia.

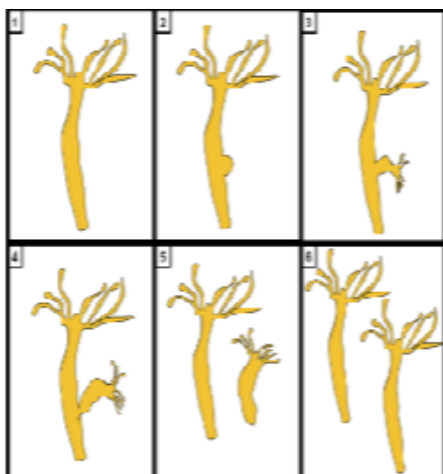
FRAGMENTAZIOA

Fragmentazioa ugalketa asexualerako mekanismo bat da, zeinaren bitartez organismo berri bat sortzen den gurasoaren zati edo pusketa batetik abiatuta. Hau da, gurasoaren pusketa bakoitzak garapen-prozesu bat jasan eta heldua den organismo oso bat agerraraziko du. Oso arrunta da zenbait animalietan: planarietan, poliketoen eta oligiketoen klaseko anelido batzuetan eta itsas izarretan.



ZILKETA

Zilketeta ugalketa asexualerako mekanismo bat da. Honen bitartez, banako helduaren eremuetako batean emandako zelula-banaketaren bitartez zilak edo kimuak sortzen dira, horietako bakoitza banako heldu berri bat agerrarazteko gai izango dela.

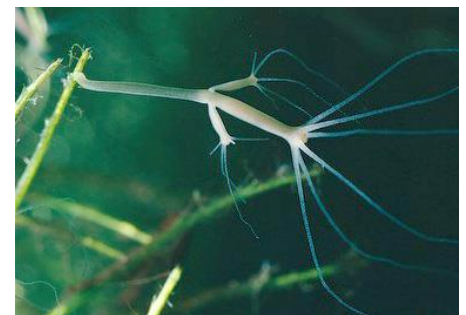


Gemazioa *Hydra* generoan:

- 1/ ale normala
- 2/ puja garatzen
- 3/ ale berria hazten
- 4/ zildutako alea banantzen
- 5/ ale berria aske
- 6/ kume klonikoa

Zila edo kimua gurasoaren gorputzari lotuta mantentzen da hazi bitartean, eta gurasotik askatzen da horretarako nahiko heldua den momentuan, orban bat utziz. Ugalketa mota hau asexuala den aldetik, sortu berria den organismoak gurasoaren genotipo bera izango du.

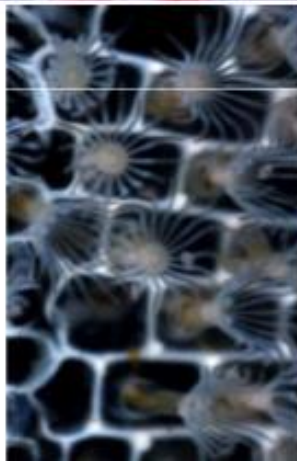
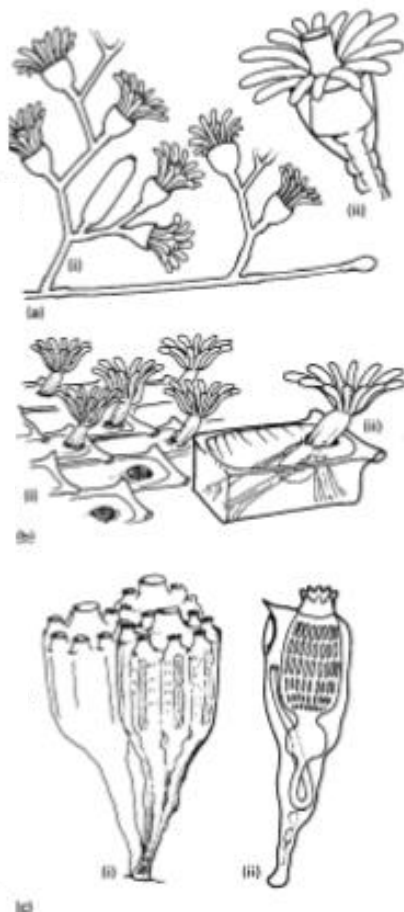
Alboko irudian *Hydra* generoko knidarioa ikus daiteke, zilak eta guztiz. Animalia hau ur gezatan bizi den hidrozooa da -ez du marmoka-fasea aurkezten: marmoka izatekotan, ibaiak itsasora eramango luke-.



Ugalketa asexualaren ondorioetako bat, zilketaren ondorioa bereziki, **kolonien** formazioa edo eraketa da. Fenomeno hau zenbait taxonetan da arrunta (adb. knidarioetan, urokordatueta edota ektoproktoetan). Kolonia terminoa definitzea ez da erraza. Burua datorkiguna erleak dira, edo bestela gizakiak. Baina hauek talde sozialen adibideak ditugu, ez, ordea, koloniak. 1967. urtean Barrington emandako definizioa onartuta, koloniak elkarrekin modu batez edo bestez lotutako banakoen multzoak dira, lotura hura organikoa -animalien ehun bizien edota ehun hilen artekoa- edota ez organikoa -jariatutako gorputz-mineralen artekoa- izan

daitekela. Kolonien formazioak ugalketa asexualak dituen abantailak areagotzeaz gain, indibiduo bakanak baino askoz ere tamaina handiagoko unitate funtzionalak osatzea ahalbidetzen du; hori dela eta, hazteko metodo hau azalera-bolumen erlazioan ematen den arazoa konpontzeko bide gisa ikus daiteke -bolumena handia da, baina banako askok batera osatzen dutenez, azalera handia dago-. **Zoide** deritze kolonia bat osatuz ageri diren aleei.

Kolonien bidezko tamainaren handipen funtzionalak animalia askorentzat abantailak ekarri ditu: elikaduraren eraginkortasuna emendatzen du, tamaina handiagoko elikagaien maneia errazten du, harrapakaritzarako probabilitatea murrizten ditu, lehengaien -espazioa, janaria, ...- lorpenerako lehian irabazle ateratzeko aukerak handitzen ditu, eta banakoen arteko funtzioen banaketa ahalbidetzen du -konpartimentalizazio funtzionala zoideen artean: elikadurarako, ugalketarako, ...-.



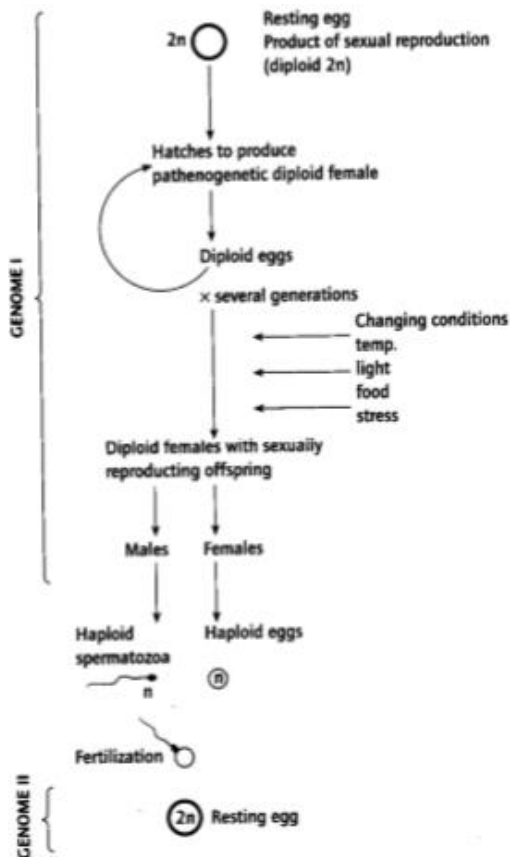
Alboan zenbait kolonia ageri dira. Lehenengo irudia knidario kolonial baten adibide bat da: *Obelia* generoko hidrozooa. Bigarren irudia briozoo kolonia bati dagokio. Azkenekoan, urokordatu kolonia bat ageri da.

PARTENOGENESIA

Partenogenesisia (grekeraz partheno:"birjina" eta genesis:"jaiotza") ugalketa berezia da, non ernaldutako arrautzetatik abiatuta guztiz garatuko den banako bat sortzen den. Mota honetako espezieak biltzen dira zenbait ornogabe taldeetan, besteak beste gastrotikoetan, errotiferoetan, tardigradoetan, nematodoetan, gastropodoetan, zenbait intsektuetan, eta hainbat krustazeoetan. Ugalketa partenogenetikoari jarraitzen dioten espezie gehienek ugalketa sexualerako mekanismoak garatu dituzte baita, eta ugalketa mota bat edo beste garatzeko garai ezberdinak dituzte.

Hainbat espezie partenogenesiaren bitartez soilik ugaltzen dira (errotifero bdeloideoak, besteak beste), beste espezie asko partenogenesisia eta ugalketa sexuala tartekatzen diren bitartean; horri partenogenesi fakultatibo esaten zaio (edo partenogenesi ziklikoa, heterogamia edo heterogonia). Ugalketa sexualaren eta partenogenesiaren arteko txandaketa aktibatzea zenbait faktoreren menpekoa da: urtaroa (landare-zorria eta zenbait liztor), arren

falta edota populazioa azkar handitzeko aukera (errotiferoak eta kladozeroak -krustazeoak-). Espezie hauetan, ugalketa asexuala baldintza favoragarriak betetzen diren bitartean mantentzen da -udan, adibidez-. Honen arrazoia baldintza hauetan arrakastatsua izan den genotipoa mantentzea eta azkar hedatzea da; hau da, ez da sexual sortutako aniztasun genetikoa behar. Egoera ez favoragarriak direnean, ordea, ugalketa sexualak sortutako aniztasun genetikoa baldintza berrietara moldatzeko gaitasun ezberdina duten aldaki genetikoa sortzeko aukera ematen du.



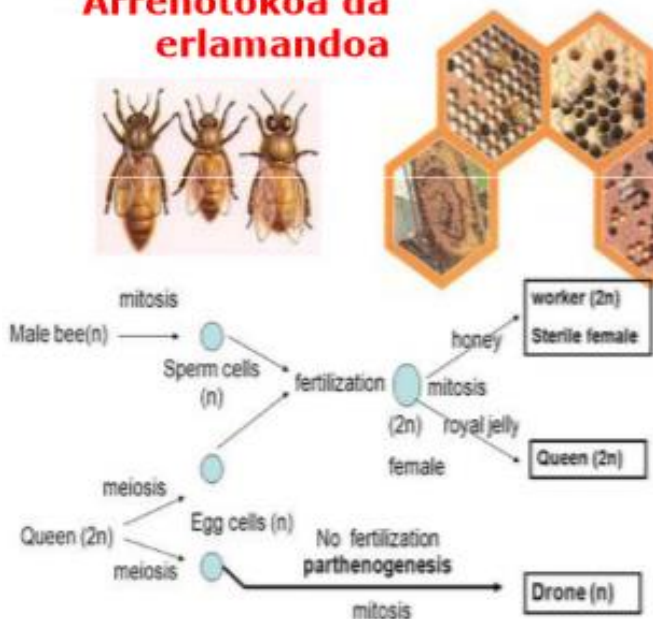
PARTENOGENESI ETA UGALKETA SEXUALAREN ARTEKO

TXANDAKAKETA, ORNOGABEEN BIZI-ZIKLO OROKORTU BATEAN

Egoera favoragarrietan, diploidea den arrautza batetik abiatuta, banako heldu bat garatzen da. Banako heldu horrek, partenogenesisiz, diploideak diren ernaldutako arrautzak sortuko ditu. Horrela, hainbat belaunaldietan zehar, genetikoki berdinak diren banakoak sortuko dira etengabe -emeak, kasu honetan-. Egoera favoragarrien aldaketa ematen denean -temperatura, argia, elikadurarako gaien falta, estresaren agerpena-, partenogenesisiz sortutako banakoen artean, emeak ez ezik, arrak ere sortuko dira. Horrela, arrek eta emeek meiosis burutuko dute, espermatozoide eta obulu haploideak sortuz. Modu horretara, aldaketa genetikoa eman, ugalketa sexuala eman dela esan liteke. Gametoek bat egitean, ernalketa gauzatu eta diploidea den arrautza bat sortzen da. Arrautza hura egitura erresistente gisa garatzen da; hau da, diapausa batean sartu eta egoera ez favoragarrietan zehar garatu gabe mantenduko da -neguan zehar, adibidez-. Baldintza favoragarriak berreskuratzean, arrautza diploidea garatu eta partenogenesisiz ugaltzen hasiko den eme bat agertzen da, zikloari hasiera emanez berriro. Halakoa da, adibidez, landare-zorria emandako partenogenesisia.

Partenogenesis bi motetakoa izan daiteke sortutako ondorengoen izaeraren arabera. Partenogenesisiz sortutako banakoak emeak direnean **TELITOKIA** eman dela esaten da. Sortutako ondorengoak arrak direnean, ordea, **ARRENOTOKIAZ** hitz egiten da. Azkenik, ondorengoak arrak zein emeak izaten direnean **DEUTEROTOKIA** gertatzen dela esaten da.

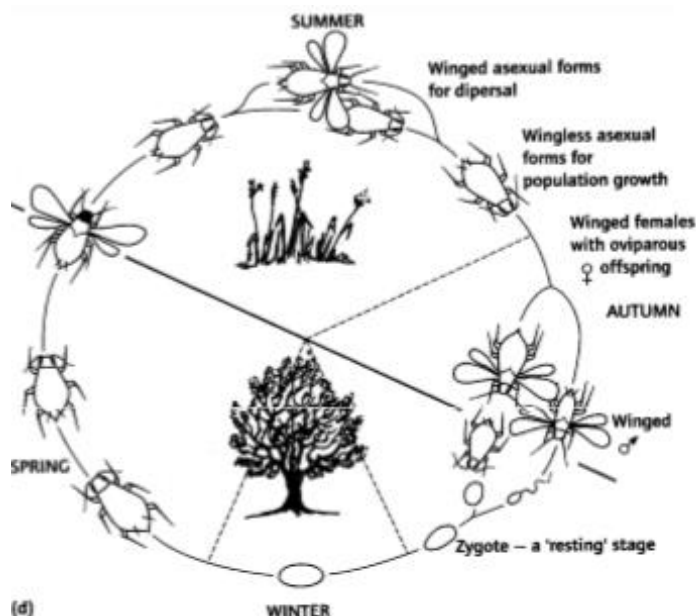
Arrenotokoa da erlamandoa



TELITOKIAREN OHIKO ADIBIDEA: LANDARE-ZORRIA

Landare-zorrian aurretik azaldutako partenogenesis ziklikoa ematen da. Udan zehar, egoerak faboragarriak direnean, partenogenesisiz landareen hostoetan bizi diren banako eme apteroak -hegabakoak- agertzen dira etengabe. Belaunaldi batzuetan, ordea, fenotipo ezberdineko emeak agertzen dira: hegadunak, landare berriak kolonizatzeke. Udazken aldera, partenogenesisiak emeak eta arrak sortzen hasiko du, ugalketa sexuala eman dadin. Ugalketa honen ondorioa arrautza erresistente bat eratzea izango da. Arrautza hura neguan zehar garatu gabe mantenduko da, harik eta udaberria heltzen den arte. Udaberriak arrautza diploide lotien aktibatzea ekarriko du, zikloari berriz hasiera emanez. Kasu honetan, ziklo partenogenetikoan zehar ez da meiosis eman. Hartara, partenogenesis horrek aldaketa genetikorik eragin ez duenez, asexuala dela esan liteke.

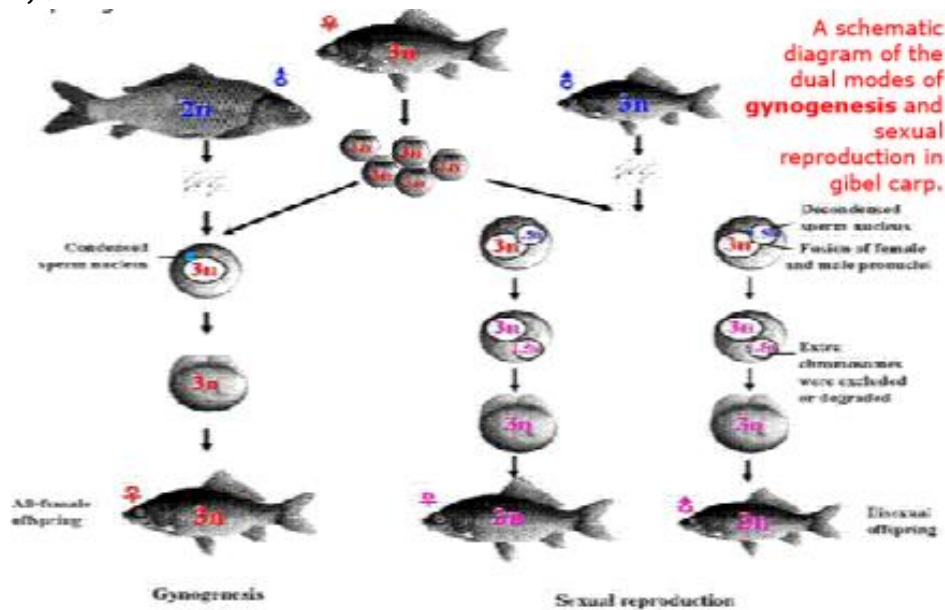
ARRENOTOKIAREN OHIKO ADIBIDEA: ERLEMANDOA
Himenopteroetan oso mekanismo ohikoa da partenogenesis arrenotokoa. Erleen kasuan, zikloa erreginarenean estalketarekin hasten da: erlemando batek edo gehiagok erle erregina estaltzen dute, aldi batez soilik -erregina gai izango da estalketa bakarrean jasotako espermatozoideetatik abiatuta kolonia bat osatzeko-. Erreginak sortutako arrautzetako batzuk, ordea, ez dute ernalketarik jasango. Horietatik, beraz, arrak eratuko dira; hau da, arrak edo erlemandoak banako haploideak izango dira -eta espermatozoideak sortuko dituzte mitosisiz-.
Ernaldutako arrautzetatik, ordea, emeak sortuko dira, elikaduraren arabera langile edo erregina izango direnak. Kasu honetan, partenogenesis gerta dadin meiosis da beharrezkoa.
Meiosi horrek aldaketa genetikoa dakar eta, beraz, partenogenesisi hura sexuala dela esango dugu.



Orduan, partenogenesis sexuala edo asexuala izan daitekela ikusi da. Horren arabera, bi motetakoa izan daiteke. Alde batetik, **partenogenesisi ameiotikoa** daukagu, hau da, meiosis gertatzen ez deneko partenogenesis. Arrautza diploidea, beraz, zatiketa mitotiko sinplez eratuko da. Mota honetako partenogenesisi **asexuala** hainbat motetako har zapaletan, errotiferoetan, krustazeoetan, intsektuetan eta bestelako ornogabeetan gertatzen da. Kasu honetan, ondorengoak gurasoaren klonak dira, meiosis gertatzen ez denez, gurasoaren genotipoak ez duelako aldaketarik jasaten.

Bestetik, **partenogenesisi meiotikoa** gerta daitekela ikusi da. Kasu honetan, sortutako arrautza haploidea da, eta meiosis gertatzen delako eraten da -aldaketa genetikoa: partenogenesisi **sexuala**-. Arrautza haploideak agerraraziko du banako berria, ernalketarik gabe. Alabaina, gerta liteke arrautza haploidearen aktibazioa arren espermatozoideak burutzea; hau da, espermatozoideak ez du arrautza ernalduko, aktibatuko du soilik. Zenbait arrainetan, adibidez, halako zerbit ematen da: arrak emea estali eta espermatozoideak transferitzen dizkio, baina espermatozoide horiek arrautza aktibatzeke balioko dute.

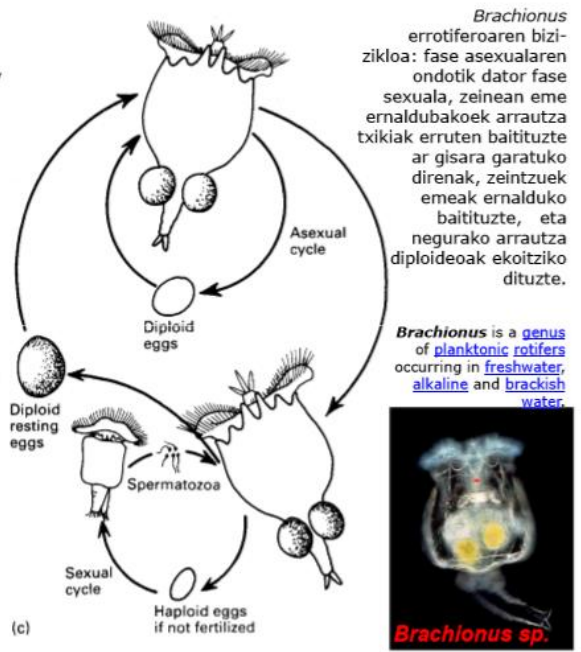
soilik; hots, arraren material genetikoa obulura sartu aurretik errefusatzeko da. Halakoetan, ernaldutako baina espermatozoideak aktibatutako arrautzetatik emeak sortuko dira (**GINOGENESIA**). Ugalketa sexuala ere ezagutu da arrain hauetan. Har zapalen, errotiferoen, anelidoen, arkakusoen eta intsektuen espezie ugarietan, arrautza haploideak inolako espermatozoideren laguntzarik gabe abiatzen du garapena; hau da, ez da inolako arrik behar arrautzaren garapena aktibatzeko. Hori dela eta, espezie ugari ez dute arrik aurkeztzen, hau da, emez bakarrik osatutako espezieak dira. Kasu hauetan, ordea, dotazio diploidea berreskuratzeko mekanismo ezberdinak daude -kromosomen bikoizketa edo, bestela, autogamia (nukleo haploideek bat egitea)-.



Partenogenesi meiotikoaren aldaki garrantzitsu bat himenopteroetan -erle, liztor eta inurrietan- ikusi dena da, aurretik deskribatutako himenopteroen arrenotokia hain zuzen ere. Azaldu denez, erreginak sortutako arrautzek ernalketa jasaten badute, eme moduan garatuko dira -langileak edo erreginak, elikaduraren arabera-. Ernalketarik gabe, ordea, dotazio kromosomiko erdia duten -haploideak diren- banakoak sortuko dira erreginaren arrautzetatik, partenogenesisiz, baina banako horiek guztiak arrik izango dira -erlemandoak-. Sexua determinatzeko edo zehazteko mekanismo horri **haplodiploidia** deritzen. Arraroa eta urria izanda ere, zenbait animalien partenogenesisian meiosis gertatu arren, ondorengoak gurasoen klonak izanzen dira. Amerikako hego-mendebaldean bizi diren zenbait muskerrek halako meiosi bitxia erakusten dute, sortutako banako guztiak klonak eta emeak direla.

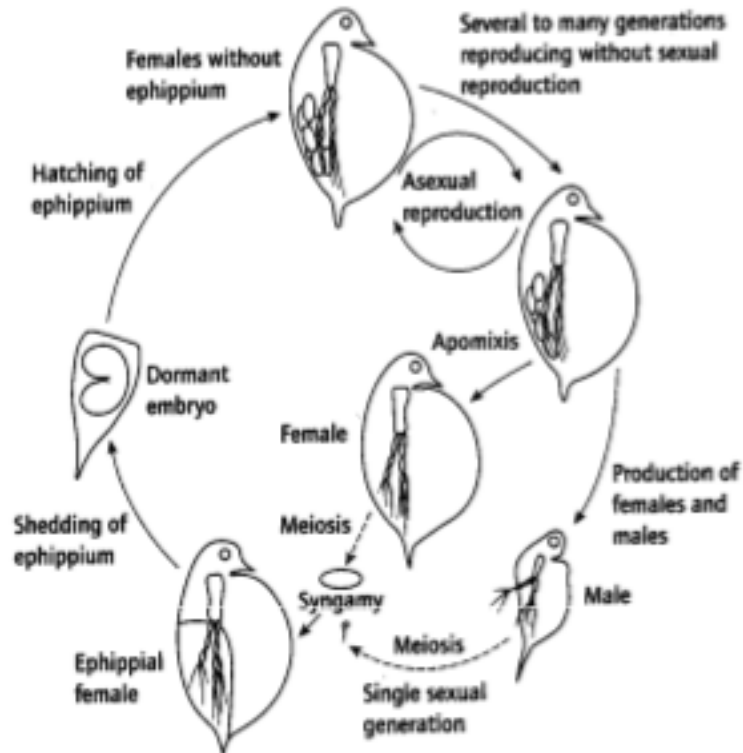
Errotiferoak, partenogenesiaren erreginak

Errotiferoen phylum-ak ugalketa-mekanismo ezberdinak jarraitzen dituzten hiru klase biltzen ditu: *Selsoidea*, hermafroditikoa dena (ugalketa sexuala); *Bdelloidea*, partenogenesi asexuala jarraitzen duena; eta *Monogononta*, partenogenesi ziklikoa jarraitzen duena (tartekatzen ditu ugalketa sexuala eta partenogenesi asexuala). Partenogenesi asexualak (fase amiktikoak edo ameiotikoak) monogonontoen bizi-zikloaren zatirik handiena hartzen du, ingurune batean populazioari azkar handitzeko eta hazteko aukera emanez. Fase honetan zehar, ez dago inolako arrik, eta eme amiktikoek -hots, ameiotikoek- mitosi bidez ekoiztutako arrautza diploideetatik abiatuta, partenogenesisiz, eme klonikoak agertzen dira. Ugalketa sexualerako garaia heltzen denean -baldintzen aldaketa-, eme amiktiko batzuek eme miktikoak -edo meiotikoak- sortuko dituzte. Azkeneko hauek meiosis burutu eta arrautza haploideak emango dituzte. Arrautza haploide horietako batzuk, partenogenesi sexualaz eta arrenotokiaz, arrik agerraraziko dituzte -oso tamaina txikiko banakoak, gonada hutsak-. Ar horiek espermatozoideak ekoiztuko dituzte, eta espermatozoide horiek eme miktikoek sortutako arrautza haploide batzuekin batuko dira, ernalketa emanez. Ernalketa horretatik sortutako arrautza diploidea erresistentzia egitura bat izango da, baldintza ez faboragarrietan zehar garatu gabe mantenduko dena. Baldintza faboragarrien agerpenarekin, arrautza hura diapausan egotetik atera eta eme amiktiko bat agerraraziko du. Horrela, zikloari hasiera emango zaio berriz ere.



Honen antzekoa den ziklo partenogenetikoak ikusi da *Daphnia* generoko krustazeo brankiopodoetan, ur-arkakusoetan hain zuzen.

Ur gezetako *Daphnia* kladozeroaren bizi-zikloa.



c. Ugalketa sexuala

Ugalketa asexualak genotipo bat mantentzeko duen eraginkortasuna ikusita, eboluzioan zehar ugalketa sexualak izan duen arrakasta ikaragarri harrigarria suertatzen da. Meiosiaren eboluzioa bera ere zientzialarien artean oso eztabaidatua izan den gaia dugu, mitosis baino askoz ere prozesu konplexuagoa izanda eboluzioan zehar garatu eta gailendu delako. Ez hori bakarrik, ugalketa sexualak behar dituen ugalketa-jokabideek ere koste eta arrisku ezberdinak dakartzate. Kostu hauen artean elkar aurkipenerako, erakarpenerako eta bikotearen hautespenerako beharrezkoak diren energia eta denbora nabarmentzen dira, baita jada izandako ondorengoen gaineko arretan edota elikaduran denbora gastatzeak ekartzen dituen kostuen aurreztearen galera ere. Arrisku nagusiak, aldi berean, harrapakarien aurreko esposizioa altuagoa izatea eta kalte fisikoak pairatzeko maiztasuna handiagotzea dira.



Ugalketa sexualaren kosteen adibide argia dugu paumako arra. Bere kolore biziek eta kantuek emeak erakartzea dute helburu. Alabaina, kolore horien garapenak energia-gastu handia dakar eta, ez hori bakarrik, koloreek eta kantu ozenek harrapakariak erakartzeko aukerak handitzen dituzte.

Desabantaila hauek existitu arren, eukariotoen gehiengoak ugalketa sexualari jarraitzen dio. Ikusgarria da, beraz, ugalketa sexualak sortutako aniztasun genetikoa "sexuaren kostea" gailentzen duela; hau da, ebolutiboki arrakasta handiagoa izan duela aniztasun genetikoa genotipoaren mantenuak baino. Alabaina, honen inguruan sortutako eztabaida ugarien artean, galdera bat da nabarmentzekoa: gurasoen genotipoek arrakasta izan badute ingurune jakin batean, zertarako balioko du ugalketa sexualaren bidezko aldaketa genetikoa? Horra hor kontrobertsia eta zientzialarien arteko ezjakinak.

Honi azalpen bat ematearren, sexuaren eboluzioari begiratu behar zaio. Darwinek proposatutako eredu ebolutiboak -hautespen naturalaren bidezkoak- "indartsuena" den banakoaren biziraupena proposatzen du: ingurunera hobekien moldatuta dagoen banakoak aukera handiagoak izango ditu bizirik jarraitzeko eta, horrela, gehiagotan ugaltzeko. Hartara, biziraupenaren ondorioa da ugalketa, eta ez alderantziz: ez dago sexuaren gailentzea azal dezakeen arrazoi ebolutibo aparteko eta hautemangarririk, eta are gehiago ugalketa banakoaren biziraupenerako beharrezkoa ez den prozesu fisiologiko nagusi bakarra dugula kontuan hartzen badugu. Hautespena kasu honetan, beraz, talde edo populazio hautespena izan da, hau da, taldea bere

osotasunean hautatu du naturak, ugalketa sexualak epe luzean populazioan dituen ondorioak premiatzeko xedeaz, baina ez banakoa sexualki ugaltzea onuragarria delako berarentzat.

Ugalketa sexualaren arrakasta azaltzeko bide famatuena, beraz, ugalketa modu honek epe luzean ekartzen dituen abantailatan



Jirafa (*Giraffa camelopardalis*)

oinarritzen da, sortutako aniztasun genetiko handiak ekarritako abantaila ebolutiboetan hain zuzen ere. Meiosian emandako errekonbinazioak heterozigosi genetiko -hots, zigotoen aniztasun- altu baten mantenua bermatzen du, eta populazioen polimorfismoa emendatzen laguntzen du. Hau da, meiosiaren eta horretan emandako errekonbinazio erregularren bitartez, aniztasun genetikorako maila bat mantentzen da belaunaldiz-belaunaldi, populazioen barne eta beraren artean. Hori dela eta, ugalketa sexualari jarraitzen dioten espezieak ingurune aldaketan aurrean genetikoki prest daudela esan liteke, bai ingurune fisikoaren zein biologikoaren -lehiakideak, harrapakariak, harrapakinak, bizkarroiak- aurrean hain zuzen ere.

GAMETOEN SORRERA ETA IZAERA

Ugalketa sexualean bi zelula haploideen bat egitea da beharrezkoa banako diploide bat osatu dadin. Zelula haploide hauek, **gameto** izenekoa, **gametogenesi** izeneko prozesuaren bitartez sortzen dira, zelulen zatiketa meiotikoan oinarritutako prozesu baten bitartez hain zuzen. Meiosia, beraz, ugalketa sexualaren berezko ezaugarria da, eta

ugalketa mota honetarako beharrezkoak diren gametoak sortzea ahalbidetzen du. Jakinaenez, meiosia zelula jakin batzuek soilik (hozi-zelulek) jasaten duten nukleo-zatiketa berezia da, bi zatiketa jarraiez osatuta dagoena. Kromosomak aldi bakarrean soilik bikoizten dira, baina zelula bitan zatitzen da; horrela, ama-zelularen dotazio kromosomikoaren erdia -haploideak- duten lau zelula sortzen dira. Meiosiari jarraituko dion urratsa bi zelula haploide batzen direnako eta zelula diploide bat sortzen duteneko **ernalketa** da. Sortutako zelula berriak edo **zigotoak**, mitosiz zatitzen hasiko denak, guraso-zelulen kromosoma kopuru bera izango du, baina konbinazio genetiko bakarra eta bereizgarria izango du, berea, bi guraso horien konbinazioz sortutako multzo genetiko berezkoa hain zuzen.

Meiosian sortzen den aniztasun genetikoak oinarrituko bi jatorri ditu: kromosomen arteko elkargurutzamendua edo errekonbinazioa eta kromosomen lerrokadura independentea edo kokapen aleatorioa. Sexuaren izaerak berak ere aniztasuna sortzen du: banako beraren gametoen arteko aniztasunak eta bi banako ezberdinen gametoen konbinazioak izugarritzko aldakortasuna dakar.

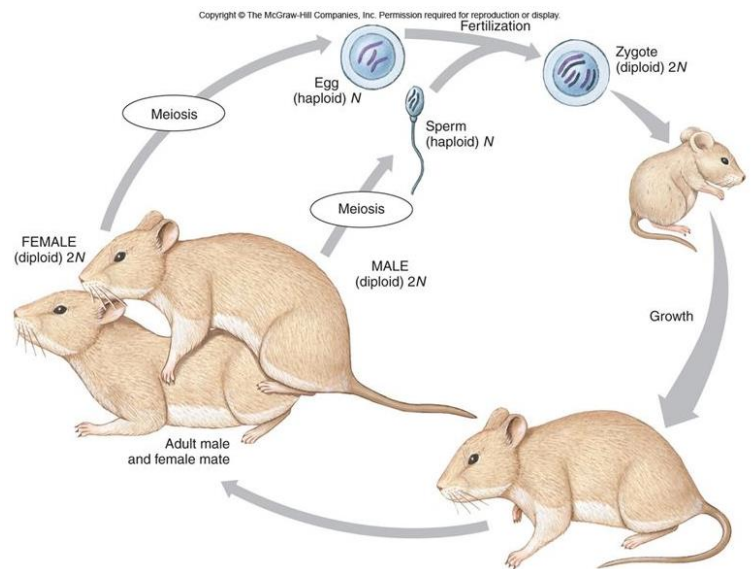
Banako arren eta emen arteko ezberdintasunak, arrazoi morfologikoetan ez ezik (tamaina, itxura, forma, ...), gametoen mugikortasunean eta izaeran ere oinarritzen dira. **Obulua edo arrautza** emeak sortutako gametoa da, handia -biteloa gordetzeaz eta garraiatzeaz arduratzen delako-, mugiezina eta kopuru txikietan ekoiztutakoa. **Espermatozoidea**, ordea, arrak sortutako zelula sexuala dugu, eta obulua ez bezala, mugikorra, txikia eta kopuru handietan ekoiztutakoa da.

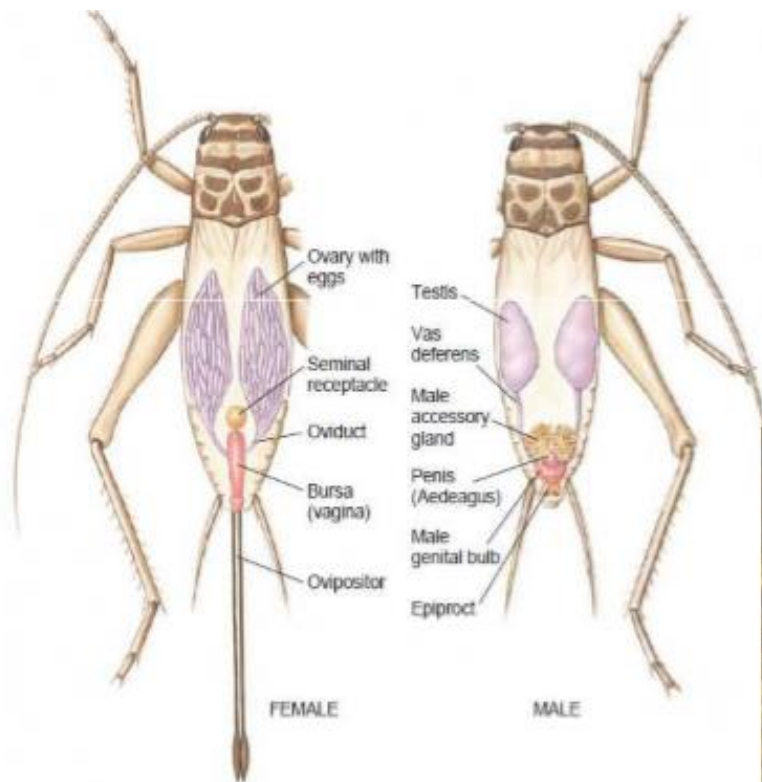
Ugalketa sexualean, oro har, hiru urrats eman behar dira:

- **Gametogenesia**, edo gametoen sorrera.
- **"Spawning" delakoa edo estalaldia**; hau da, gametoak elkartzea edo gametoak elkarrekin jartzea.
- **Ernalketa edo singamia**, gametoek bat egitea eta fusionatzea.

UGAL-APARATUAK ETA ERNALKETA

Gametogenesia burutzeaz arduratzen diren zelulak gonaden epitelio germinatiboan biltzen dira; hau da, gonadak dira gametoen produkzioaz arduratzen diren organoak -obulutegiak emeetan eta barrabilak arretan-. Gonadak, normalean, ugalketa-sistema konplexuago baten parte dira eta, horrela, bestelako egitura batzuei lotuta ager daitezke: gametoak kanporatzea ahalbidetuko duten gonoduktuak -espermiduktu eta obiduktuak-, organo jariatzaile gehigarriak -bitelo-guruinak edota guruin kalkareoak-, eta egitura kopulatzaileak. Alabaina, sistema hauen konplexutasuna organismo bakoitzak jarraitutako garapen-estrategiaren araberakoa da. Horrela, aniztasuna izugarri handia suertatzen da.





KILKERREN UGAL-APARATUA. Bi barrabiletatik sortutako esperma baso deferente izeneko espermiduktuetatik garratzen da, zakilean gordeta dagoen tutu eiakulatzaile batera heldu arte. Emeetan, obulutegietan ekoiztutako obuluak obiduktuetan zehar garratzen dira bagina moduko poltsatxo -bursa- batera heldu arte. Jariapen-guruin batzuei esker sortutako espermatofoeroan bildutako espermatozoideak emearen baginara transferitu eta errezeptakulu seminalean biltegitratzen dira denbora batez. Errezeptakuluari esker, emeak bere obuluen gainera askatutako espermatozoideen kantitatea erregulatuko du. Behin barne-ernalketa eman dela, emeak *ovipositor* izeneko luzakin berezia erabiliko du arrautzak substratuan erruteko.



Animalia ezberdinetan, gametoen fusioak edo ernalketak oso izaera ezberdina du. Horren arabera, kanpo- edo barne-ernalketa ezberdindu daitezke eta, ikusten denez, ernalketa bat edo bestea izanda, egitura anatomiko batzuk edo besteak agertzen dira.



Barrel Sponge spawning

Kanpo-ernalketa gametoei kanpo-ingurunean -hots, ugal-organoetatik at- bat egiten duteneko ernalketa da. Zenbait ornogabe eta ornodunetan, gametoak uretara askatu egiten dira, bateragarria izango den espezie bereko gameto bat aurkitzeko eta kanpo-ernalketa gertatzeko asmoz. Prozesu honi "**broadcast spawning**" edo **difusio-errunaldia** deritzen. Joera hura aurkeztutako animalietan, gonadak sinpleak izaten dira, askotan iragankorrak, gorputzetik espermatozoideak eta obuluak kanporatzeko mekanismo ezberdinak erakusten dituztenak. Jariatze edo kanporaketa hura tutu sistema diskretu bati esker (zelomoduktuek, metanefridioak edo gonoduktuek -espermiduktuek eta obiduktuek-), ugalketarako soilik agertutako poro tenporal batzuei esker edota gorputzeko paretaren apurketari esker gertatzen da. Gametoak askatzeko modu honek eboluzioan zehar desagertzeko joera erakusten du; izan ere, gametoen askapen masiboak energia-gastu ikaragarria dakar, eta gameto gehienak hil egiten dira ernaltzea lortzen ez dutelako.

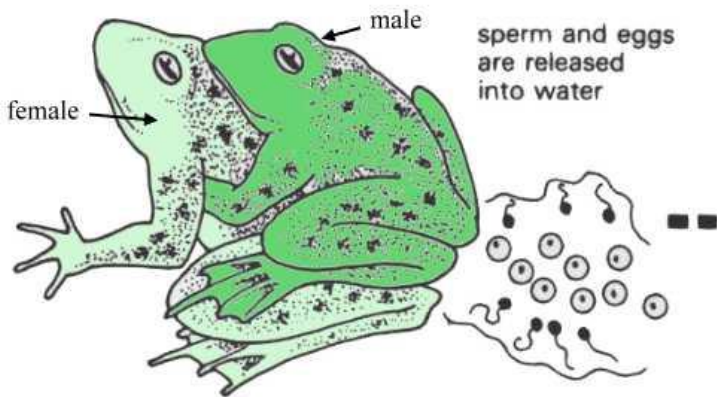
Kanpo-ernalketari jarraitzen dioten animalietan, gametoen **difusioa sinkronikoa** izateak berebiziko garrantzia du, eta animalia itsastarrak sinkronia hura eta itsas-korronteak dituzte oinarri bezala beraien ugalketa arrakastatsua suerta dadin. Uraren tenperatura, argia, fitoplanktonaren ugartasuna, ilargi-zikloa eta espezie bereko aleen presentzia difusio-errunaldi sinkronikoa gertatzeko

baldintza espezifikoak direla ikusi da zenbait ornogabeetan; hau da, faktore abiotiko horien balio edo egoera zehatz batek ekartzen du gametoak aldi berean askatzea eta kanpo-ernalketa eraginkorra izatea.

Kanpo-ernalketa ornogabeen esleitutako ernalketa-metodoa izan arren, arrainek eta anfibioek ere halako mekanismoa erakusten dute. Animalia hauek ebolutiboki konplexuagoak izanda, jokabideak gametoak elkarrekin jartzeko funtzio garrantzitsua betetzen du, ernalketa kanpokoa izan arren; hau da, kanpo-ernalketan ere jokabidea oso faktore garrantzitsua da, banakoak gametoak askatzeko prest



daudelaren seinale izaten delako. Esate baterako, espezie ugari distantzia handiak betetzen dituzte ugaltalde izugarriak osatzeko eta guztiak batera kanpo-ernalketa gertatzeko egokia den ingurune batean gametoak askatzeko -*spawning* sinkronikoa-. Izokinak honen adibide argia dira. Ura gezako inguruneetan eklosionatu eta garatu ostean, ozeanoetara abiatzen dira, non urteak eta urteak igaroko dituzte heldutasun sexuala eskuratu arte. Jada ugalketarako prest daudela, jai zireneko korrontera heltzeko eta bertan gametoak askatzeko milaka kilometro betetzen dituzte. Bai arrek zein emeek, beraz, izugarriko energia kantitateak kontsumitzen dituzte ozeanoetatik jai zireneko eremura ur-korrontearen aurka igerian abiatzeko. Elkarrekin daudela, zulo edo depresio bat prestatzen dute ibai-hondoko are-sedimentuetan. Zuloa prest, arrak eta emeak gametoak uretara askatzen dituzte. Hauek substratura heldu bitartean, fusionatu eta kanpo-ernalketa gertatzen da. Igeletan emandako kanpo-ernalketak ere jokabide konplexuen beharra dauka. Honen adibide dira, besteak beste, arrek emeak erakartzeko egiten dituzten kantu eta oihuak edota arren arteko borrokak. Arrak eta emeak bat egin dutela, besarkada moduko bat emanez kokatu eta espermatozoideak eta obuluak kanpo ingurunera askatzen dituzte ernalduta daitezela. Besarkada horrek intriga handia sortu du zientzialarien artean, eta **igelen anplexu** gisa ezagutzen da.

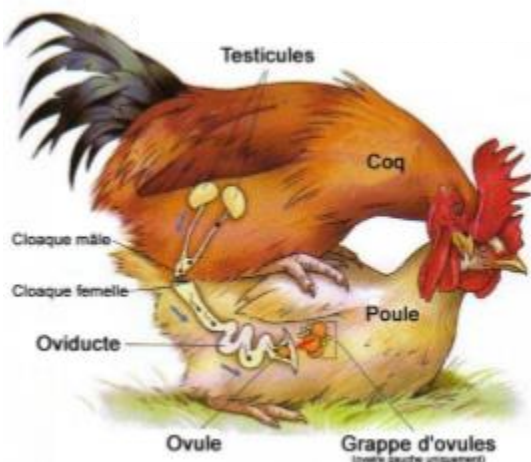


Animalia lehortarretan, ordea, gametoak ingurunera askatzea ez du bideragarritasunik. Izan ere, espermatozoideak likidoan zehar soilik mugitzeko gai dira eta, gainera, sentikortasun handiko gametoak kanporatuta, sikatu eta hil egingo lirarteke. Arazo horri aurre egitearren, lehorreko animaliek **barne-ernalketa** garatu dute, hau da, espermatozoideak askatzea emearen ugaltzaren barnean. Urtarrak diren zenbait animalietan ere ikusi da, baina lehorrekoetan ezinbestekoa bihurtu da.



Espermatozoideak zuzenean banako arratik emera transferitzen dituzten animaliek (barne-ernalketa duten horiek hain zuzen) zenbait egitura garatu behar izan dituzte horretarako.

Espermatozoideak **barrabiletan** ekoizten edo eratzen dira eta, ondoren, **espermiduktuen** bitartez garraiatzen dira kopula-aurreko **semen- edo hazi-besikula** izeneko biltegi batera. Emeetan, ordea, obuluak obulutegietan eratzen dira eta, ondoren, obiduktuetara eramaten dira. Orokorrean, barne-ernalketak **kopulazioaren** beharra du, hau da, emearen eta arraren organo sexualen bat egite fisikoa eman behar da. Horretarako, batzuetan, natura eta mota ezberdineko arraren **organo intromitente edo kopulatorioa** (zakila, kirrua, gonopodia) emearen gonoporotik txertatu eta **baginara** -arraren kopulazio-organoen hartzaile- sartzen da. Espermatozoideen transferentzia, beraz, bi modutara eman daiteke: arraren eiakulazio-konduktuan zehar zuzenean edota organo kopulatu baten bitartez.



Hegazti gehienetan, arrek ez dute inolako organo kopulatuailerik edo intromitenterik aurkezten. Kopulan, beraz, arraren eta emearen kloakak -ugal- eta irazketa-sistemek bat egiten duteneko organo-batzen dira, **KLOAKA-MUSUA** deritzen kopulazio bereizgarrian.

Jada espermatozoideak jaso dituela, emearen obiduktuetan gametoen bat egitea ematen da; hau da, barne-ernalketa gertatzen da. Kasu batzuetan, ordea, kopulazioa eta ernalketa sinkronikoa izaten dira: ez dira zertan batera edo bata bestearen jarraian gertatu behar. Halakoa gertatzen da, esate baterako, emeak semen-errezektakulu bat aurkezten duenean (horren xede baita espermatozoidek biltegitratzea eta

momentu egokian obuluena gainera askatzea). Ornogabeen artean, espermatozoideak flageloen edota mugimendu ameboideen bitartez mugitzen dira eta, batzuetan, emearen ugaltza-organoko zilioek laguntzen dituzte.

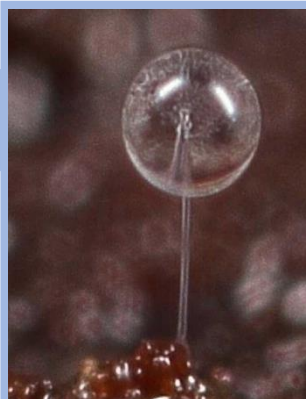
Zenbaitetan, barne-ernalketarako organo bereizgarriekin batera, hainbat **guruin gehigarri** agertzen dira, bai arretan -espermatofoeroak edota hazirako likidoak ekoizten dituztenak- zein emeetan -biteloa, oskola edota kapsulak sortzeko balio dutenak-.

Barne-ernalketa gehienetan zuzen den arren -hau da, kopula bat existitzen den arren-, badago barne-ernalketarako mekanismo ez-zuzena. Horretarako, ugalketa eman aurretik, zenbait ornogabeek zelula espermatozoiden bilkurak edo multzoak osatu eta espermatozoide paketeak eratzen dituzte, **espermatoforo** izenekoak. Espermatoforo hauek espermatozoideak sikatzetik babesteko kapsula moduko bat eskaintzen dute eta, horrela, zeharkako transferentzia ahalbidetzen dute espermatozoide kopururik handiena mantenduz; hau da, ahalik eta espermatozoide gutxien galduz. Ez hori bakarrik, zenbait espermatoforok mugitzeko gaitasuna dute eta, horrela, espermatozoiden garraiatzaile independente gisa jokatzen dute. Espermatoforoen bidezko ugalketa hau ornogabeetan (lakastak, eskorpioiak, ...) ematen da bereziki, baina uhandre batzuetan ere ikusi da.



Ugaztunetan, benetako zakila ikusten da. Hura, kopulazioan, emearen baginara txertatu eta, eiakulatzean, espermatozoideak askatu eta barne-ernalketa baimentzen du.

Irudian: lehoi afrikarra -*Panthera leo*-



Alboko irudiek kolenboloek -intsektu batzuek- utzitako orratz-formako espermatoforoak erakusten dituzte.

Arrek utzitako espermatoforo hauek emeak erakartzeko feromona ezberdinak askatuko dituzte.

Emeak espermatofororen bat aurkitzekotan, espermatoforo hura bere gonoporoan sar dadin kokapen egokia hartu eta barne-ernalketa gertatu ahal izango da.

GONOKORISMOA ETA HERMAFRODITISMOA

Ugalketa sexualak, aurretik azaldu bezala, gameto ezberdinen eta bateragarrien beharra du. Gameto horien sorrera, beraz, bestelakoa izan beharko da gameto-mota bat edo beste sor dadin, eta horrek gonada ezberdinen agerpena ekarriko du. Gonada



hauek, ordea, batera ager daitezke banako bakarrean, edo bestela banako ezberdinetan ageriko dira, sexuak emanez -arrak eta emeak-.

Sexuak bereizita agertzen direneko animaliei -arrak eta emeak argi banatuta dituzten horiei- gonokoristiko edo dioiko esaten zaie; hau da, obuluak edo espermatozoideak banako ezberdinek sortzen dituzte. Ornodun gehienak eta ornogabe batzuek aurkezten dute gonokorismoa. Sexu biei dagozkien ugaltza-organok dituzten banakoei, ordea, hermafrodita edo monoiko deritze (*monos*: bakarra, *oikos*: etxea); hau da, ale bakarrik obulutegiak eta barrabilak garatzen du eta, horrela, espermatozoideak eta obuluak sortzeko gai da -alde berean ez bada ere-.

Hermafroditak diren animalietan autoernalketa abantaila bat dirudien arren, ez da halakorik gertatzen normalean. Are gehiago, salbuespenak-salbuespen, gehienetan, hermafroditismoa erakusten duten animaliek autoernalketa ekiditen dute. Izan ere, ernalketa metodo horrek endogamia ikaragarria dakar -horrek sor ditzakeen arazoekin batera- eta, gainera, ugalketa sexualaren xede nabarmena den aldakortasun genetikaren eta heterozigosiarenekin sorrera nabarmen murrizten du.



Goiko irudian ageri den untxi europarra gonokoristikoa da; hau da, banako arrak eta banako emeak ezberdinu daitezke. Azpiko irudian, *Taenia* generoko plathelminthe bizkarroia ageri da. Animalia hau hermafroditikoa da, eta ernalketa gurutzatua nahiago duen arren, bikotea aurkitzeko zailtasunak direla eta -ornodunen endoparasitioa delako-, autoernalketara jotzen du maiztasun handiz

Hermafrodita gehienetan ematen den ernalketa, beraz, **elkarrekiko ernalketa gurutzatua** da: bi banakok kopulatzean, batak besteari espermatozoiden transferitzen dizkio, eta gero, banako bakoitzak besteari espermatozoiden darabil bere obuluak ernaltzeko. Horra hor

hermafroditismoaren abantaila ebolutiboa: bi banakoen arteko bat-egite bakarrak bi banakoen ernalketa dakar, eta ez bakarren ernalketa gonokoristikoak diren espezieetan bezalaxe. Horren ondorioz, hermafroditismoa oso populazio txikiko edo bananeko espezieetan ikusten da bereziki: populazioak oso isolatuta badaude edo oso txikiak badira, abantaila ebolutibo argia da estaldari bakarrean bi banakoak "haurdun" geratzea.

Oro har, bi motatako hermafroditismo ikusten dira: simultaneoa eta sekuentziala.

Hermafroditismo simultaneoa

Hermafroditismo simultaneoan, ugal-organo edo gonada arrak eta emeak aldi berean dira funtzionalak; hau da, banako batek espermatozoideak eta obuluak sortuko ditu aldi berean. Honen adibide dira barraskiloak edota lur-zizarea.



Hermafroditismo sekuentziala edo dikogamia

Hermafroditismo sekuentziala ematen da organo sexual ar eta emeak bizitzan momentu ezberdinetan garatzen direnean; hau da, banakoak bere sexua aldatzen du bizitzaren momentu batean. Ikaragarri arrunta dugu arrainen artean. Lehendabizi garatutako sexua zein den kontuan hartuta, hiru motetakoa da dikogamia:

- **PROTANDRIA.** Alea ar moduan jaiotzen da, eta ondoren bilakatzen da eme. Honen adibide dira zenbait arrain, pailaso arraina edota urraburua besteak beste.



PAILASO ARRAINA. Pailaso arrainen familietan, banako handiena emea izanen da; gainerakoak, berriz, arrak dira. Honen arrazoia biteloari lotuta dago: emeen zeregina da obuluak ekoiztea, baina obuluak energia-gastu handia dakar, gameto handia delako eta biteloa garraiatu behar duelako. Emea hil egiten denean, familian handiena den arra sexuaz aldatu eta eme bilakatzen da, familiak ugalketarekin jarrai dezan. Pailaso arraina arra da lehendabizi, eta gero eme: protandria.



URRABURUA. Pailaso arrainean bezalaxe, urraburuak, jaiotzez, arrak dira. Ar izaten jarraitzen dute lehenengo bi urteetan zehar, eta eme bilakatzen dira 30cm inguruko tamaina eskuratu ostean. Ar-faseak iraun bitartean, banakoak barrabila funtzionalak dituzte, eta espermatozoideak eratzen dituzte modu asinkronikoan. Horrez gain, arrek funtzionalak ez diren obulutegiak dituzte. Eme bilakatzean, ordea, obulutegi hauek garatu eta barrabilak atrofiatzen dira. Horrela, banakoak obuluak sortzen hasiko da, eta egunero 20.000-80.000 arrautza inguru erruteko gai izango da ugalketa-garaia irauten duen hiru hilabetetan zehar. Mediterraneo itsasoan, ugalketa-garaia urria eta abendu bitartean ematen da.

- **PROTOGINIA.** Alea eme gisa jaioko da, eta gero ar bilakatuko da. Arrainetan ematen den hermafroditismo arruntena da poliginia. Izan ere, ezagutzen diren 500 arrain hermafrodita sekuentzialen artean, %75-a protoginikoa da. Adibide famatuena *Labridae* familiako arrainak dira, arrezifetako arrainen familia handienetako baten parte diren espezieak hain zuzen ere. Ingurune itsastar oso anitzetan aurkitzen dira labridoak, eta gauean zehar edota arrisku baten aurrean lurperatzeko joera erakusten dutelako dira bitxiak. Protoginikoak ere badira *Scaridae* familiako arrezife arrainak, papagaia arrain gisa ezagututakoak hain zuzen.



LABRIDAE



SCARIDAE

Protoginiaren adibidea argia dugu ere *Crepidula fornicata* itsas gastropodoa.

Animalia honek inguruneak ezarritako sexu determinazioa dauka: ezartzen den lehenengo larba emea izango da, eta bere gainean arrak soilik garatuko dira.

- **BI NORABIDETARAKO SEXU ALDAKETA.** Kasu honetan, banakoak gonada arrak eta emeak erakusten ditu, baina ar edo eme gisara jokatu du bizitzaren etaparen arabera; hau da, etapa batean ar izango da, hurrengoan eme, baina beranduago ar gisa jokatzeko ahalmena izango du berriz ere. Adibide gisara dugu *Lythrypnus dalli* (*Gobiidae* familia) arraina. Behin familia batean jerarkia soziala ezarrita dagoela, banakoak egitura sozial horretara egokituko du bere sexua, hasierako sexua edozein izanda ere. Hura gertatzea printzipio bakarrari esleitzen zaio: arrainak jokabide otzana erakusten badu, eme bilakatuko da. Jokabide otzanik erakutsi ezean edota jarrera dominantea erakustekotan, ordea, banakoa ar bilakatuko da. Jerarkia aldatzekotan, gerta liteke jarrera otzana edo dominantea modu ezberdinean ematea eta, beraz, banako batzuk sexuz aldatzea berriro ere.



Lythrypnus dalli

Intersex fenomenoak, gizakiak eragile

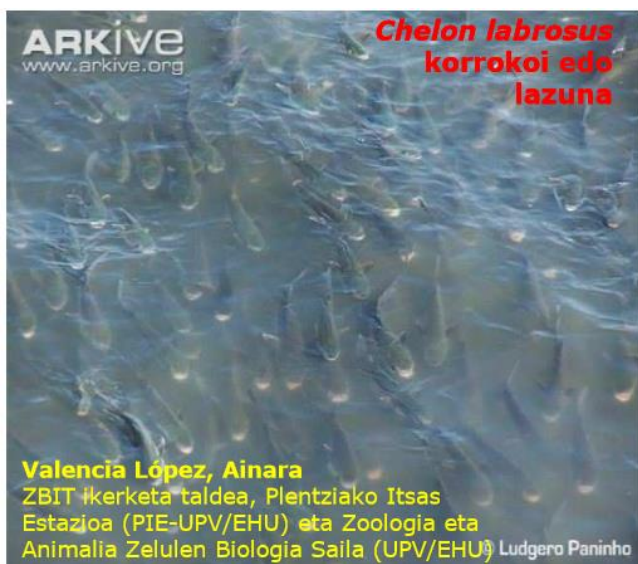
Mota askotako substantzia kutsatzaileak iristen dira gure ibaietara. Horien artean, substantzia feminizatzaileak daude, xenoestrogeno deritzenak. Substantzia horiek arrain arren sexu-aldaketa eragin dezakete. Substantzia xenoestrogeno horienpean egondako arrain arren testikuluetan obozitoen agerpena deskribatu da; intersex deritzo fenomeno horri. Hainbat ikerketa egin dira azken urteotan fenomeno horren mekanismoak ulertu eta euskal kostaldeko arrain-populazioetan zenbateko

eragina duen jakiteko. Euskal Herrian, Gernikako araztegiaren inguruan bizi den *Chelon labrosus* korroko-populazioan atzeman ziren lehenengo efektu xenoestrogenikoak, 2007an. Aztertu ziren arretatik % 30 intersexak ziren, eta arrenodol-plasman bitelogenina detektatu zen, espezifikoki emeena den arren. Korrokoien behazunean, berriz, EDC aztarnak aurkitu ziren, batez ere garbigarrien eta pinturen deribatu diren alkilfenolak (konposatu disruptore endokrino: EDC, ingelesez). Geroago, euskal kostaldeko toki gehiagotan ere atzeman dira feminizaturiko arrainak: Abran, Ondarroan, Deban eta Pasaian, besteak beste.

Kutsatzaileen nahasketa konplexuak detektatu ziren arrain-populazio horietan, hala nola lindanoa, ftalatoak, alkilfenolak, bisfenol A eta farmako estrogenikoak. Ur-araztegiatiko emariak dira konposatu horien isurketa-iturri nagusiak. Euskal kostaldean agertzen diren EDCen jatorria eta haien eraginaren bilakaera ikertzeko, Gernikako eta Galindoko araztegien isurketetatik

behetik bizi diren korroko populazioak aztertu dira berriki. 2013ko ekainean eta 2014ko otsailean harrapatu ziren arrainak bi toki horietan, eta azterketa histologikoak eta molekularrak egin zitzaizkien, intersex- eta feminizazio-prozesuen aztarnarik ba ote zuten jakiteko.

Bi populazio horietan aurkitu ziren intersex arrainak, eta askoz altuagoak izan ziren Gernikako mailak: hango arren % 90 ziren intersexak otsaileko laginketan. Aldiz, Galindoko arrainetatatik % 9 ziren intersexak. Dena dela, larritasun handiagoa zuen Galindoko arrainen feminizazio mailak, ugariak baitziren obozitoak testikuluetan. Gernikan, aitzitik, obozito bakan batzuk agertu ziren.



Chelon labrosus
korroko edo
lazuna

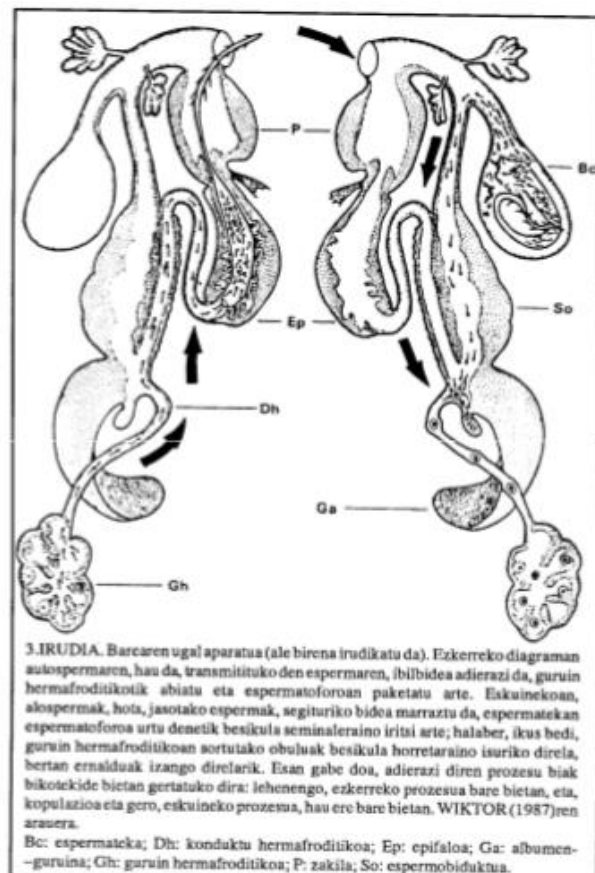
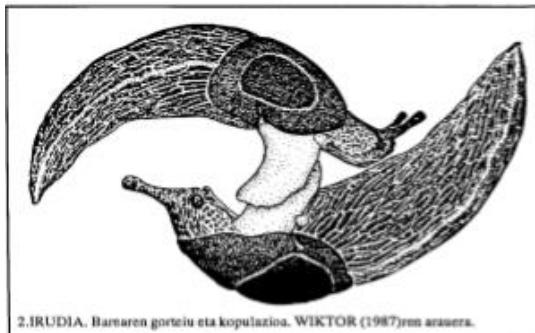
Valenciá López, Ainara
ZBIT ikerketa taldea, Plentziako Itsas
Estazioa (PIE-UPV/EHU) eta Zoologia eta
Animalia Zelulen Biologia Saila (UPV/EHU) Ludgero Paninho

Hermafroditismoaren azalpen ebolutiboaren froga

Aurretik azaldu bezala, hermafroditismoak azalpen ebolutibo argia du: populazioaren bat txikia denean edo isolatuta dagoenean, hermafrodita izateak bi banakoren arteko bat-egitea askoz ere arrakastatsuagoa egiten du. Hura frogatzeko, bi molusku gasteropodoen ugalketa aztertuko ditugu adibide gisa.

Hasteko, bare arruntaren -*Arion ater*- ugalketa da nabarmentzekoa. Espezie honetako banakoak hermafrodita simultaneoak dira, hau da, espermatozoideak eta obuluak aldi berean ekoizteko ahalmena dute, nahiz eta obuluek eta espermatozoideek heldutasuna eskuratzeko denbora ezberdina behar duten -izan ere, obuluek denbora gehiago behar dute-. Animalia hauek bakanak dira, indibidualak, taldeetan bizi ez direnak hain zuzen.

Udaberria heltzen denean, guruin hermafroditikoak -bi gametoak sortzeko gai den horrek- jada prestatuta ditu espermatozoideak. Guruinak epifalora bideratuko ditu espermatozoide horiek eta, bertan, espermatoforo bat osatuko da. Gorteilua emanda bi banakoek bateragarriak direla ikustean, kopulazioa ematen da. Daukaten zakilaren maitasun-azkona baliatuz, batak besteari bere espermatoforoa transferituko dio, eta besteak honi; hau da, elkarrekiko ernalketa gurutzatua ematen da. Ale bakoitzak bestearen espermatoforoa bere semen-errezptakuluan edo espermatekan gordeko du, guruin hermafroditikoak obuluaren heltze-prozesua amaitu arte. Obuluak heldu direnean, espermatoforotik gameto arrak askatu eta ernalketa ematen da alearen tutu edo konduktuetan -barne-ernalketa asinkronikoa dugu, beraz-. Zigotoa kanporatu aurretik biteloz eta biziraupenerako beharrezkoak diren bestelako gaiez hornituko da. Horrela, kanpo ingurunean bizirik irauteko gaitasuna izango duen arrautza erruten da. Bat-egite bakarra gertatu da, baina bi banakoek ernaldutako arrautzak jartzeko gaitasuna dutenez, oso arrakastatsua izan da bat-egite hura.

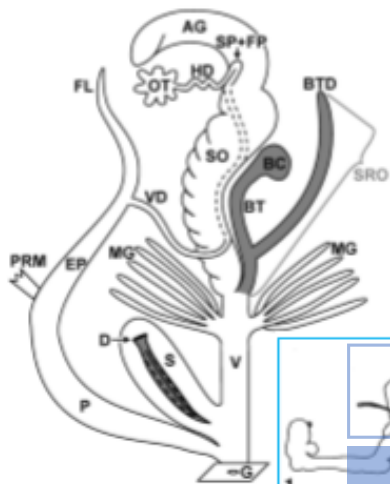


Bigarrenik, barraskilo zonitidoaren -*Zonitoides nitidus*- ugalketa nabarmenduko dugu. Barraskilo espezie honetako aleak, bare arruntan antzera, hermafrodita simultaneoak dira. Alabaina, bareak ez bezala, barraskilo zonitidoak animalia gregarioak dira; hau da, talde sozialetan bizi dira, eta horrek eragin handia izan du berauen izaera hermafroditikoan. Ikusi denez, animalia hauen populazioetan bi banako ezberdinu daitezke: ugalketa aparatu eufalikoa duten banakoak eta ugalketa aparatu hemifalikoa

duinak. Bi ugalek bakoaren ezberdintasuna zakilaren luzera da: eufalikoek hemifalikoek baino askoz ere zakila luzeagoa dute; izan ere, hemifalikoek zakila afuntzionala da. Hori horrela izanda, bi banako eufalikoren arteko gurutzamendua bi animalien ernalketa ekartzen du, bare arruntean bezalaxe. Halere, banako eufaliko bat eta hemifaliko bat gurutzatzen direnean, eufalikoak bere espermatoforoa transferituko dio hemifalikoari, baina hemifalikoak ez da horretarako gai izango, bere zakila motzegia delako. Horrela, banako bakarraren ernalketa gertatuko da soilik, banako hemifalikoaren ernalketa hain zuzen. Bi banako hemifalikoren gurutzamendutik ez da ernalketarik emango.

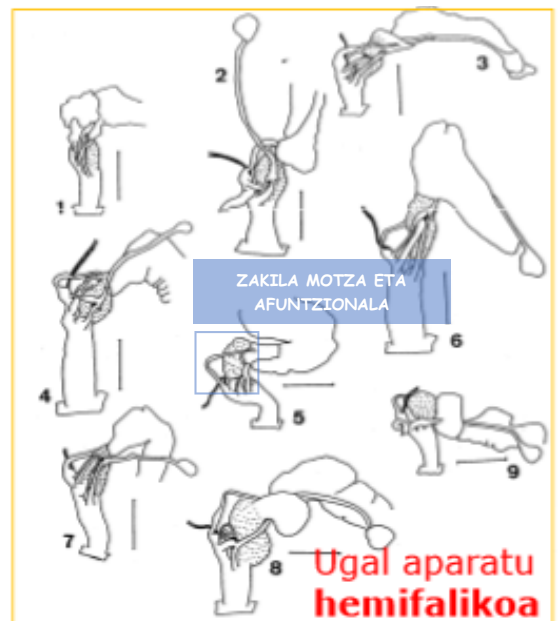
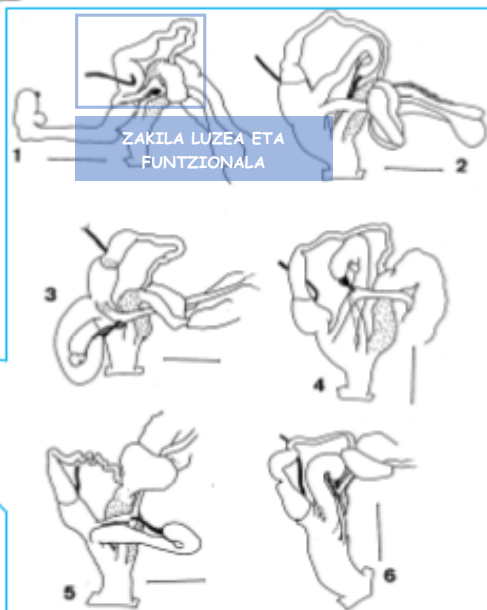


Atera daitezkeen ondorioak, beraz, ondokoa da: gregarismoak -taldean bizitzeak- hermafroditismoaren murrizketa dakar, bi gametoak batera sortzea gastu-energetiko handiegia delako bikotea erraz bilatzeko gaitasuna duten espezieetan. Hau da, animalia hauek hermafroditikoak dira teoriarik, baina praktikan gonkoristikoak dira -ugalek bakoaren arabera, batak arraren funtzioa izango du, eta besteak emearena-.



Maitasun-azkuna eta dibertikulua duten barraskilo lurtarren ugalek bakoaren diagrama sinplifikatua. AG: albumina guruina; BC: espermateka; BT: espermatekarako konduktua; BTD: espermatekako konduktuaren dibertikulua; D: maitasun-azkuna; EP: epifalioa; FL: flageloa; FP: ernalketarako poltsa; G: gonoporoa; HD: konduktu hermafroditikoa; MG: muki-guruina; OT: ovotestis edo guruin hermafroditikoa; P: zakila; PRM: zakila uzkuertzeko giharra; S: estiloforoa edo azkonaren zakua; SP: spermobiduktua; SRO: espermatoforoa jasotzeko organoa; V: bagina; VD: baso deferenteak.

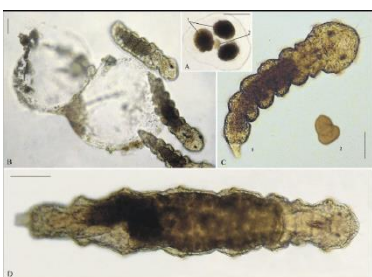
Ugalek bakoaren eufalikoak



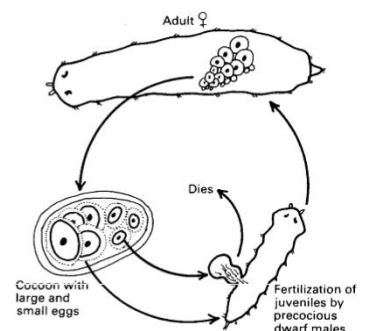
SEXUAREN DETERMINAZIORAKO MEKANISMOAK

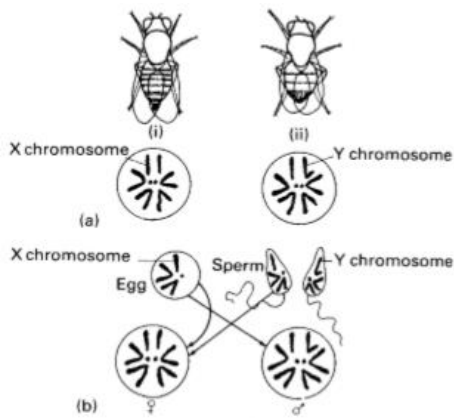
Sexua determinatzeko mekanismoak oso anitzak dira. Hona hemen:

- **SEXU-DETERMINAZIO AMAKOIA.** Amak ekoiztutako arrautzen tamainak zehaztuko du sexua. Honen adibide dugu *Dinophilus gyrocolitatus* poliketoa. Emeen obulutegietan, bi motatako arrautza sortzen dira, handiak eta txikiak. Handiek emeak emango dituzte, eta txikiak, berriz, gonada hutsak diren arrak. Ernalketa arrautzak biltzen dituen kapsulan edo kokoan bertan ematen da. Hori dela eta, kapsula horretatik askatutako banako heldu guztiak ernaldutako emeak izango dira, arrak ernalketarako soilik balio dutelako.



Espezie honetako aleak ipar itsasoan, Ipar Amerikako kostetan eta mediterraneoaan aurkitzen dira. Emea arra baino askoz ere handiagoa da, eta kolore ilunagoa du -arra gardena da-.

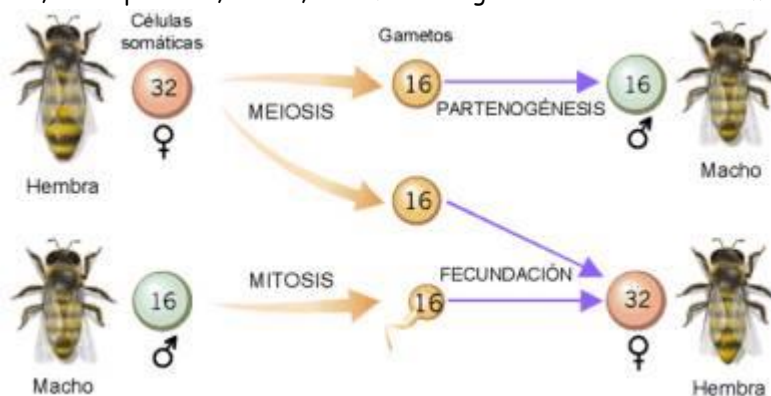
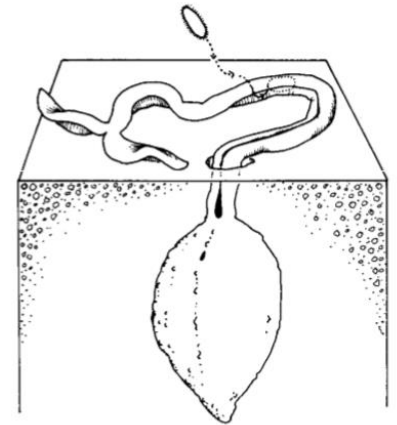




- **SEXU-DETERMINAZIO GENETIKOA EDO KROMOSOMIKOA.** Sexu bat edo bestea garatzea gene edo kromosoma jakin batzuek zehazten dute. Honen adibide argia dugu *Drosophila* generoko eulien edota gizakion XY sistema. Bai gizakietan zein *Drosophila* eulietan, banako emeek X kromosoma sexual bikoitza aurkezten dute. Arrek, ordea, X kromosoma bat eta Y kromosoma bat izango dute. Meiosiz, emeek X kromosomadun obuluak emango dituzte beti, baina arrek sortutako espermatozoideak X edo Y izango dira. Hartara, Y kromosomadun espermatozoideak arrak agerraraziko dituzte ernalketan, eta X kromosomadunek, ordea, emeak. Ondorengoen sexua, beraz, espermatozoideek zehazten dute. Halako sexu-determinazioan, eme eta arren ratioa 1:1-ekoa izaten da -egoera normalak kaltetzen dituen aldaketarik ez badago noski-. Bestelako determinazio

kromosomiko sistema batzuk daude, ZW sistema delakoa esate baterako.

- **INGURUNE-BALDINTZEN MENPEKO SEXU-DETERMINAZIOA.** Zenbait kasuetan, sexuaren determinazioa ernalketa eman ostean gertatzen da; hau da, gametoen genetikak ez du sexua baldintzatuko edo auresango. Honen adibide dugu *Bonellia viridis* zizare ekiuroa. Ziliatutako larba planktonikoak eme zein ar modura garatzeko aukera berdinak ditu. Oro har, itsas-hondoaren eremu huts batera heltzen den larba eme gisa garatuko da -tamaina handiko alea-. Jada hazitako eme batetik gertu jarritako larba batetik abiatuta, ordea, emeak jariatutako zenbait konposatuk arra den banako txiki eta garden bat agerraraziko dute. Inguruneak zehazten du, beraz, larbaren sexua. Inguruneak duen eraginaren beste adibide argia dugu narrasti askoren temperaturarekiko menpekotasuna. Izan ere, zenbait narrastietan, sexua arrautzen kabiaren temperaturak zehazten du. Honen adibide dugu krokodilo eta dortoka asko.
- **HAPLODIPLOIDIA.** Banakoaren dotazio kromosomikoak zehazten du sexua. Halakoa da, esate baterako, intsektu himenopteroetan -erleetan, liztorretan eta inurrietan- ematen den sexuaren determinazioa. Oro har, arrautza diploideek emeak emango dituzte, eta haploideek, berriz, arrak. Partenogenesiari lotutako determinazioa da.



UGALKETAREN ETOLOGIA: ENBRIOIAREN BABESA ETA UGAL ZIKLOAK

Obiparoak diren animaliak ingurunera erruten dituzte berauen arrautzak eta, modu horretara, enbrioak amaren gorputzatik at garatzen dira. Lehorreko obiparoek -intsektuek, narrastiek edota hegaztiek- sikatetik babesten dituzte berauen arrautzak oskola edota mintza iragazgaitz ezberdinak garatuz. **Obiparitatea** posiblea egiten duena enbrioaren garapenerako beharrezkoak diren eta arrautzan bilduta dauden elikagaien kantitate handia edo nahikoa egotea da. Zenbait obiparoek berauen arrautzak babesteko jokabide bortitzak garatu dituzte, baina arrautzak eklosionatu gabe mantendu bitartean, enbrioak arrautza horietan bildutako elikagai horien menpe daude guztiz.

Animalia **biparoek** enbrioia amaren gorputzaren barnean mantentzen dute garapeneraren hasierako faseetan zehar gutxienez. Beste animalia batzuetan gorputz barruan garatzen dira arrautzak, oro har obiduktuan; enbrioia hazten den bitartean, elikagaiak arrautzaren bitelotik jasotzen ditu. Animalia horiei **obobiparo** esaten zaie. **Obobiparismoa** ornogabe-talde batzuetan behatu da: anelido, brakiopodo, intsektu eta molusku gastropodoetan, eta arrunta da ere zenbait arrain eta narrastitan. Azken posibilitatea **biparismoa** da. Animalia biparoetan, "arrautza" obiduktu edo utero barruan garatzen da, baina, elikagaia amarengandik zuzenean jasotzen du enbrioak. Biparismoa ohikoa da ugaltun gehienetan eta elasmobrancio (arrain kondrikzio) batzuetan, eta ezaguna da anfibio, narrasti eta ornogabe batzuetan (kasurako eskorpioietan). Bai

obobiparismoan eta bai biparismoan ere derrigorrezkoa da barne-ernalketa, eta jaiotzen diren kumeak nahikoa garatuta egoten dira.

Ugal aldia behin gertatzen da bizitza osoan

Izena: Semelparitatea/monotelia

Adjektiboa: Semelparoa/monotelikoa

- Izatez, sinonimoak dira termino biak; monotelia anelidoen biologoek erabiltzen dute batez ere.
- Intsektu guztiak dira multzo honetakoak; euron bizi-zikloak honelaxe karakterizatzen dira:

Uniboltinoa belaunaldi bat urteko, hau da, urterokoak dira

Multiboltinoa hainbat belaunaldi urteko

Biboltinoa bi belaunaldi urteko

Semiboltinoa belaunaldi bat bigarren urte bakoitzeko

Ugal aldia hainbatetan gertatzen da bizitza osoan

Izena: Iteroparitatea/politelia

Adjektiboa: Iteroparoa/politelikoa

Urteroko iteroparitatea (politelia): Ugal aldia episodio diskretuetan gertatzen da, eta alditik aldira normalean urtebeteko tarteak egon ohi dira.

Iteroparitate jarraia (politelia): Ugal aldiak etenik gabe irauten du denboraldi luze batean. Bizitza osoa urtebetekoa edo laburragoa denean, iteroparitate jarraitua eta semelparitate uniboltinoa ezin dira elkarrengandik bereizi.

Ugal patroien sailkapenerako sistemak (Barnes *et al.*, 2001etik hartua).

Ugalketa asexuala urteko edozein sasoi faboragarritan gerta daiteke, baina ugalketa sexuala urte-sasoi jakin batzuei lotuta agertzen da. Sasoi horiei **kumatze-garai** deritze, eta gehienetan udaberrian edo udazkenean izaten dira. Udaberrian kumatzen diren animalietan (arrain, hegazti eta ugaztun gehienak), kumeak udaberrian bertan edo udan jaiotzen dira, baina, ostera, udazkenean kumatzen diren animalietan (kasurako ardiak eta oreinak) kumeak hurrengo udaberrian munduratuko dira. Zenbait animaliak kumatze-garai bi dauzkate urtero, eta beste batzuek bi baino gehiago.

Kumatze-garaiaren iraupena oso aldakorra da. Horrela, poliketo eta ornogabe itsastar askotan egun batekoa da. Beste muturrean, tximino eta gizakian urte osokoa da.

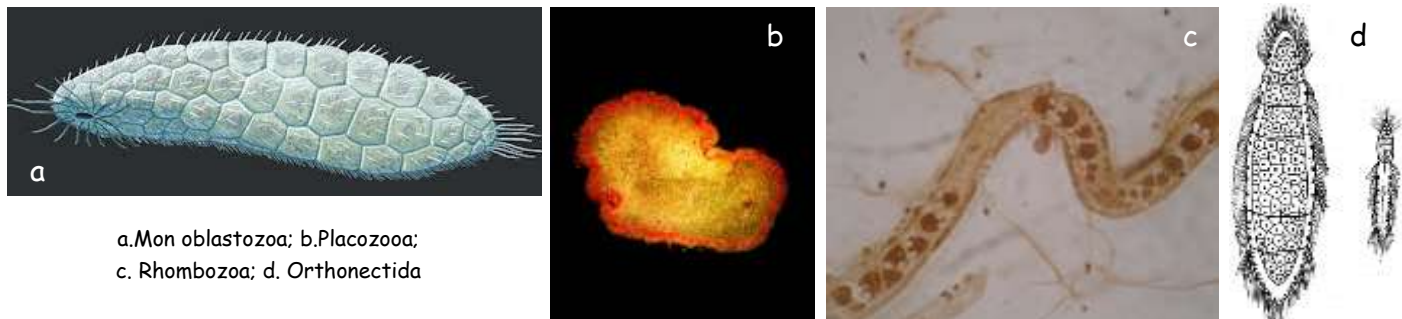
Kumatze-garaia abiarazten duen kinada kanpo-ingurunetik etortzen da normalean. Zentzu honetan, bai argiak eta bai tenperaturak izugarritzko garrantzia daukate. Esate baterako, udaberrian kumatzen diren animalietan, tenperatura-emendio graduala eta batik bat argi-orduen eguneko emendioa dira kumatze-portaera desarratzen dutenak. Udazkenean tenperatura-jaitsiera eta egunen laburpena dira kumatzea hasteko estimulua. Batzuetan, kumatze-garaia eta kopulazioa hasteko, kinada biologiko edo psikosomatiko batzuk behar dira. Esate baterako, arratoi emeen araldia determinatzen duen faktorea arren usaina da. Arrain eta hegazti askok gorteiuerritua instintuzko eta korapilotsuak egiten dituzte; kasu hauetan, ikusmen-efektua da kopulazioa hasteko estimulua.

Kumatze-garaian, arrek espermatozoideak etengabeki ekoizten dituzten bitartean, emeek ez dute etengabeki erruten. Hau da, errutaldi bakoitzerako obulu kopuru jakin bat heltzen da. Oro har, kumatze-garai bakoitzean errutaldi bat besterik ez dago. Ugaztunetan, obulu-heltzearen garaiari **estru-ziklo** deritzen. Araldian estru-ziklo bat edo gehiago egon daiteke. Lehenengo kasuaren adibidea txakurra da, eta bigarrenarena zaldia. Edozelan ere, obuluak ernaltzen badira, hurrengo araldi arte ez da obulazio gehiagorik gertatuko.

ZOOLOGIA

9. GAIA: LAU PHYLUM AHAIDETASUN ZALANTZAZKODUNAK

Egungo zenbait metazoo **gradu mesozooa** erakusten dute gorpuzkerari dagokionez, eta berauen ahaidetasuna edo filogenia zalantzazkoduna izaten jarraitzen du. Halakoak dira animalien lau filum ezezagunenak: **monoblastozooak**, **plakozooak**, **erronbozooak** eta **ortonektidoak**. Batera, 100 espezie soilik sailkatzen dira lau filum hauetan. Aurretiaz esan bezala, animalia hauen arteko harreman filogenetikoak oso ezezagunak dira oraindik ere eta, uste denez, ezezagunak izaten jarraituko dute denbora luzez.



a. Monoblastozoa; b. Plakozooa;
c. Rhombozoa; d. Orthonectida

Orain dela zenbait urte, **Mesozoa** (Beneden, 1876) **phylum** kategoriako taxon bat zen. Gaur egun, ordea, biologia molekularrean egindako azterketek erakutsi bezala, taxon horrek ez du berezko izaerarik eta, beraz, modu informal batean erabiltzen dugu gaur egun. Halako azterketak gauzatu aurretik, ordea, bestelako zenbait ikerlariak mesozooen filuma hartu eta **Agnathozoa suberreinuko** ordezkari bakarra zela proposatu zuten -"ezagutza gabeko" animaliak, Moore et al. 1952-.

MESOOZEN BAUPLAN-A

Metazooen konplexutasun-maila handia zehazteko ezaugarri nagusietako bat multizelularitatea da. Mesozooek multizelularitatea erakusten duten arren, ez dute animalia modernoek aurkeztutako geruzapen tipikorik aurkezten, eta, gainera, berauen garapenean zehar ez dute gastrulazioaren antzeko prozesurik pairatzen. Ez dute benetako ehunik edota organorik aurkezten. Bizi-estrategia anitzeko animaliak dira, ordea, eta, ondorioz, banako helduen morfologiak estrategia horren arabera aldaketak ere erakutsiko ditu -zelulen espezializazio nabaria, besteak beste-.

a. Phylum Monoblastozoa (Blackwelder, 1963). Monoblastozooak

Frenzel-ek 1892an plazaratu zuen **Salinella salve** espeziea, Argentinako gatzaga batzutan aurkitutakoa, baina harrez gero ez da egundo birtopatu. Izan ere, jatorrizko ingurunea erabat aldatuta dago gaur egun, nekazaritza eta abeltzaintza dela-eta. Hainbat adituk dudatan jarri dute espeziearen existentzia, eta uste dute Frenzel-ek txarto interpretatu zituela bere behaketak; iruzur zientifikotzat ere jo izan da inoiz, nahiz eta Frenzel-ek ekarpen baliotsuak egin ei zituen anatomian, protozoologian eta ornitologian.

Deskribapenaren arabera, **Salinella salve** bizidun nahikoa konplexua litzateke bere sinpletasunean: **hodi bat**, **aho eta uzkiduna**, eta **zelula-geruza bakar batez** osotua -hortik filumaren izena-, zeina **ziliatua** baita barrutik eta kanpotik -lokomozioa ahalbidetuz-. Ahoak **zilio espezializatuak** ditu, eta pentsatzekoa da janari-kiziak bideratuko lituzkeela hodi barrurantz. **Ugalketa asexuala**



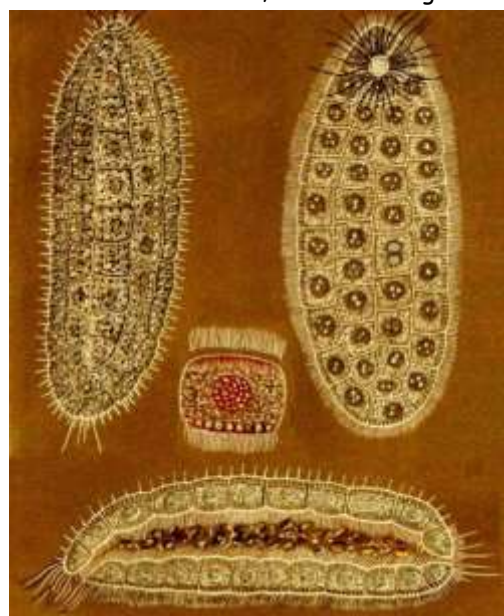
RHINOGRADENTIA

gorputzaren fisioz emango zen, eta ugalketa sexualerako mekanismoak ere izan ditzaketela uste da.

Zientzialari askoren ustetan, monoblastozooak barne biltzen dituen filuma ez da benetan existitzen eta, ondorioz, taxon horren baitan bildutako espezieak animalien testu liburuetan definitzen

diren animalia mitologiko bakarrak dira. Alabaina, baieztapen hura egiazkoa izanda ere, ez lirateke testu zientifikoetan agertzen diren animalia mitologiko edo ez-erreal bakarrak izango.

Errinogradentioen adibidea dugu honen argibide egokia. **Rhinogradentia** Gerolf Steiner zoologo alemaniarrek asmatutako taxon fiktizioa da, ugaztunen ordena bat hain zuzen. Animalia hauek, Steinerren hitzetan, **nasorio izeneko egitura** bat aurkezten zuten, espeziearen arabera ere funtzioz eta morfologiaz aldatu egiten zena. Bere liburua argitaratu ostean, ehundaka zientzialarik idatzi dute errinogradentioen inguruan, batzuk benetan existitzen direla pentsatzen dutela



gainera. Steiner eta Stumpk-ek egindako baieztapenetatik at, berauek planteatutako generoetan bi espezie bildu dira. Ez dira, noski, errinogradentioak, baina berauen generoa eman zaizkie broma modura edo: *Hyorhinomys stumpei* eta *Rhinogradentia steineri*.

b. Phylum Placozoa (Grell, 1971). Plakozooak

Talde honetako **espezie deskribatu bakarra**-edo -azterketa genetikoek erakutsi baitute espezie bat baino gehiago egon daitezkeela-, *Trichoplax adharens*, Schulze zoologoak topatu zuen Graz-eko (Austria) Zoologia institutuko akuarioko itsas uretan, 1883. urtean. Grell protozoologoak Mediterraneoan eta Itsaso Gorrian antzeman zuen joan den mendeko 70. hamarkadan eta, momentu horretan, filum bezala deskribatu zuen. Ezaugarri diagnostikotzat jo daitezke ondokoak:



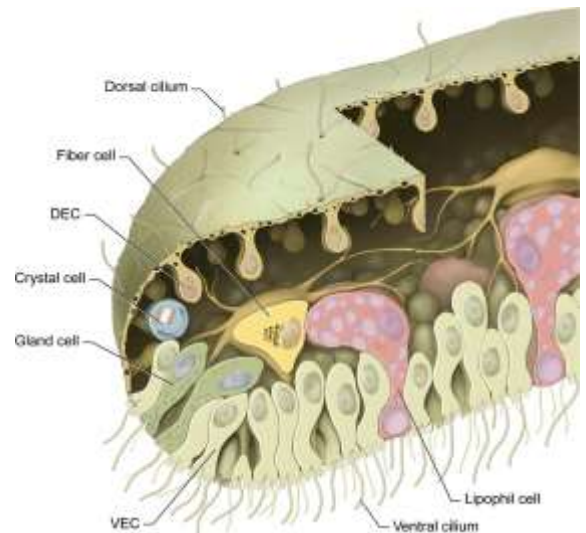
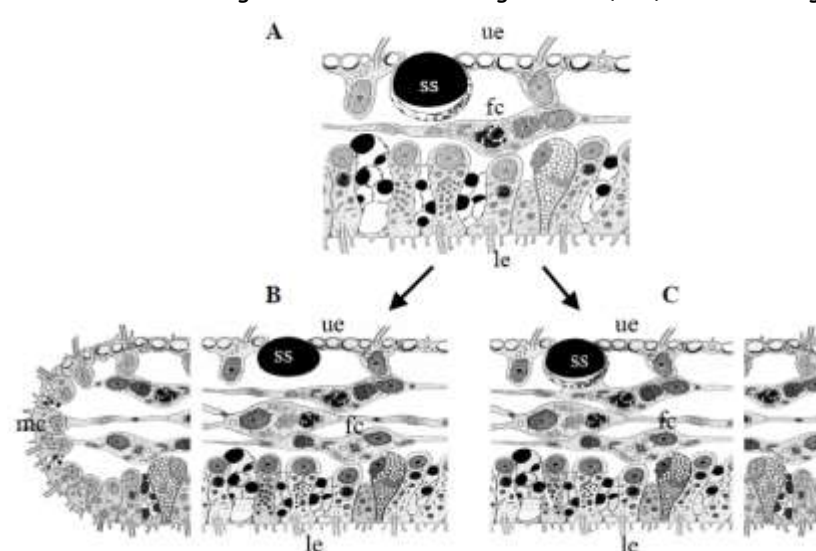
- **Simetria-sistematik gabeko** animaliak dira, eta gai dira era ameboideoan formaz aldatzeko.
- Ez dute ehunik ez benetako organorik.
- Ez dute gorputz-barrunberik, ezta liseri-barrunberik ere ez.
- Ez dute nerbio-koordinaziorako inolako sistematik.
- **Plaka zapal baten formako** gorputza dute, gorputz-planoko edozein norantzatan higi daitezkena.
- **Zelula flagelatuzko kanpo-geruza** bakarrak -alde apikala eta basala duenak- likidoz beteriko **mesohiloa edo mesenkima** biltzen du, zuntz-zelula edo zelula fibrotsu estelatuzko sarea duelarik.
- Animalia **itsastarrak** dira, bentonikoak -gehienak- edo pelagikoak.

Bestelako gai batzuetan azaldu bezala, plakozooak izan dira metazoon historia ebolutiboa azaltzen duen plakularen teoria proposatzeko bide eman duten animaliak. Izan ere, animalia hauek alde apikala eta basala dituen geruza batez osatuta daude -bi geruzaz, azken batean-, eta geruzaren alde basalak barrunbe moduko bat osatzen du animaliak elikagaia aurkitzen duen bakoitzean; hau da, modu batera edo bestera, plakula delakoaren lerro ebolutiboaren katebegi bizia da *Trichoplax adharens* espeziea.

MORFOLOGIA, GORPUTZAREN ANTOLAKUNTZA ETA EZAUGARRI BIOLOGIKOAK

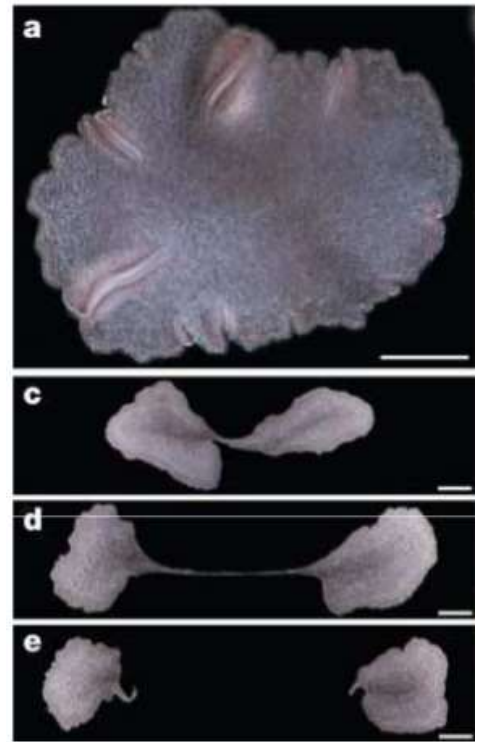
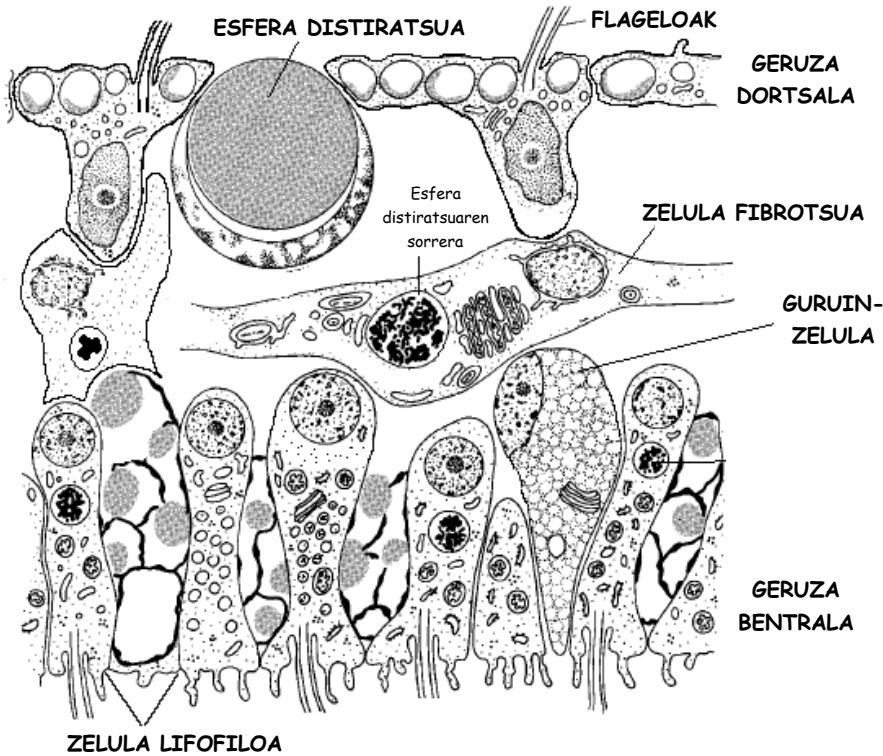
Aurretiaz azaldu bezala, plakozooek bi alde dituen geruza bakarra edo **bi geruza** aurkezten dituzte. Bi geruza hauen izaera, ikusi denez, ez da guztiz berdina. Goiko geruza, **geruza apikala edo "epitelio" dortsala** urari begira kokatzen da espezie bentonikoetan, eta **esfera distiratsuk** tartekatuta dituzten zenbait **zelula flagelodun zapalez** osatuta dago. **Geruza basalak edo "epitelio" bentralak**, ordea, elikadurarako eta lokomoziorako funtzioa duten zenbait **guruin-zelula eta zelula-flagelodun kolumnar** aurkezten ditu hurrenez hurren, substratuari finkatzen den animaliaaren aldea delako.

Erdiko mesenkima bi modu ezberdinetara planteatu izan da ikerketek aurrera egin ahala. Ikuspegi tradizionalaren arabera, bi geruzek erdian kokatutako **zelula fibrotsuen geruza** bat biltzen dute (A). Beranduago egindako ikerketa batzuen arabera, ordea, zelula fibrotsu hauek hiru geruzatan antolatuta ageri dira (B-C). Plakozooen goiko "epitelioan" esfera distiratsu deritzen egitura bereizgarriak agertzen dira. Hauek bi modutara era daitezke; alde batetik, zelula fibrotsuek mesenkiman barrena sortu eta ondoren epitelio dortsalerantz migratzen dute (B), edo, bestela, epitelio horren azpi-azpian dagoen zelula fibrotsuren batean sortu eta zelula fibrotsuari eta epitelioari lotuta mantentzen dira aldi berean (C). Zelulen arteko loturak existitzen badira ere, plakozooek **ez dute inolako zelulaz kanpoko matrizerik** edota xafla basalik aurkezten.



Normallean, **ugalketa asexuala** erakusten dute, **fisio sinplez** gertatzen dena.

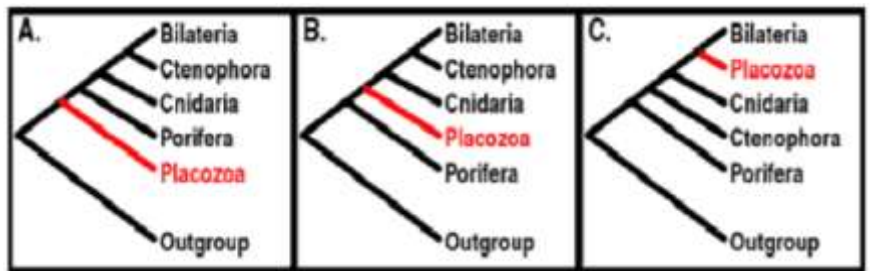
Alabaina, enbrioien antza duten gorputzak sortzen dituztela ikusi da kasu batzuetan eta, ondorioz, ikertzaile batzuen ustetan, ugalketa sexualerako mekanismoak ere badituzte.



PLAKOZOZEN KOKAPEN ETA AHAIDETASUN FILOGENETIKOAK

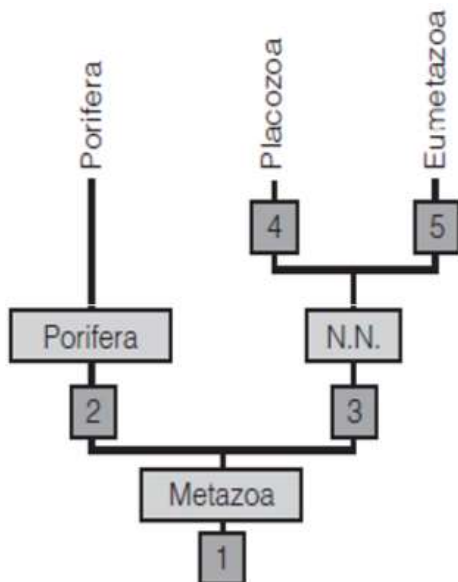
Plakozooen ahaidetasun ebolutibo eta filogenetikoak zalantzazkodunak izaten jarraitzen dute oraindik ere. Zientzialari batzuen ustetan, plakozooak animalia guztion adar ebolutiboaren oinari-oinarrian daude, oso animalia sinpleak direlako (A).

Alabaina, plakozooen zelulen artean proteinaz osatutako loturak sortzen direla ikusita -desmosomak besteak beste-, bestelako zientzialari askok animalia modernoagoak direla proposatu izan dute, lotura horiek aurkezten ez dituzten animalia bakarrak belakiak baitira (B).



Azken urteotan egindako azterketa molekularrek -18S RNAr-arekin egindakoek, hain zuzen- emandako informaziotik abiatuta, eboluzioan askoz ere dibergentzia berantiarra emana zaie plakozooei; hau da, are gorago kokatu dira zuhaitz filogenetikoan (C). Azkeneko ikuspegi hau zuzena izatekotan, plakozooak nerbio-sistema garatu ostean hura galtzeko sinplifikatu ziren animalia askoz ere konplexuagoetatik abiatuta sortu behar izan ziren. Honi lotuta, plakozooek knidarioen nerbio-sisteman aurkitzen den neuropeptido baten aurkako antigorputzak sortzen dituzten zelulak erakusten dituzte.

Hipotesiak hipotesi, plakozooen filogenia zehatzak misterio bat izaten jarraitzen du.



METAZOO SINPLEENEN FILOGENIA. *Metazoa*: aurre-atze polarizazio korporala, zilio bakarreko zelula-eraztunak, ehun konektiboa, ehun epiteliala zeinean zelulek etengabe bat egiten duten; *Porifera*: suspentsiboroak, sistema akuifero bat aurkezten dutenak; *N.N.*: Ziliodun bakarreko zelula mikrobiloskadunak edo mikrobiloskarik gabekoak, ehun epiteliala zeinean zelulak zelulen-arteko barne-lotura proteiniko baten bidez lotuta geratzen diren (desmosoma gerrikoak), gorputzati kanpoko liseriketa -extrakorporea-; *Placozoa*: Gorputz oso zapala, zelula fibrotsu ugariduna, aurre-atze polarizazioaren galera nabarmena; *Eumetazoa*: Polarizatutako zelulek osatutako benetako epiteliola zeinean zelulak konplexutasun handiko loturen bitartez batuta mantentzen diren, xafla basal bati atxikita, gorputz barneko epitelio liseritzailea.

c. Phylum Rhombozoa (van Beneden, 1876). Erronbozoak

Erronbozoak moluskuen eta arrainen -bereziki zefalopodoen- ornogabe **bizkarroi txikiak** dira. Oso animalia bereziak dira alde horretatik, barne ingurune batean bizitzeak dakarren egoera anaerobikoari aurre egiteko gaitasuna garatu dutelako. Talde hau definitzen duten ezaugarri gakoak honako hauek dira:

- **Animalia bilateralak** dira hein handi batean. Alabaina, oro har, **simetria helikoidala** aurkezten dutela esaten da -zelulek kokapen helikoidala hartzen dutelako-; aurre-atze polarizazioa erakusten dute, eta tamaina txikikoak dira (0,5-7 mm luze).
- Oso **zelula gutxiko gorputza** dute (30 edo gutxiago), eta zelula kopuru hura espezifiko da espezie bakoitzarentzat; hau da, erronbozoak animalia **eutelikoak** dira -zelula kopuru zehatzeko animaliak dira, garapen determinatuaren seinale-. Zelula hauetatik, handiena erdialdean kokatutako **zelula axiala** da, eta besteek zelula zentral hura inguratzen duen zelula geruza sinplea -gehienetan- osatzen dute.
- Ez dute benetako organorik ezta ehunik osatzen.
- Ez dute nerbio- edota muskulu-zelularik.
- Ez dute liseriketa hodirik, ezta edozein motatako barrunberik edota sistema eskeletikorik ere ez.
- Ugal-zelulak eta berauen ekoizkinak zelula axialaren baitan garatzen dira.
- Bizi-ziklo konplexua dute, fase sexual, asexual eta larbario ugarirekin.
- Molusku zefalopodoen irazketa-aparatuko -giltzurrunak, duktuak, ...- endoparasitoak dira.
- Itsastarrak.



Sailkapenari dagokionez, erronbozoak bi klasetan banatzen dira: **Dicyemida** -100 bat espezie- eta **Hterocyemida** -espezie bi-. Diziemidoak dira ezagunenak eta, ondorioz, guztiz zuzena ez bada ere, diziemido eta erronbozo hitzak sinonimo gisa erabiltzen dira askotan.

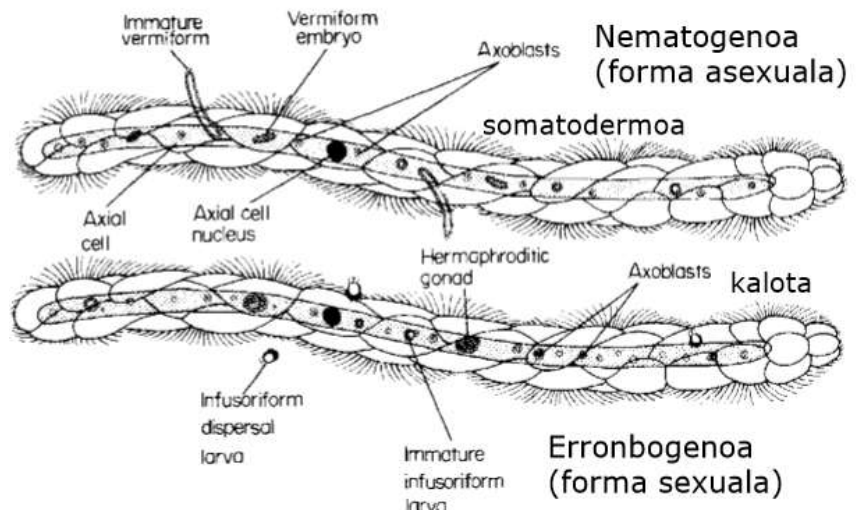
MORFOLOGIA, GORPUTZAREN ANTOLAKUNTZA ETA EZAUGARRI BIOLOGIKOAK

Erronbozoen artean, bi motetako banakoak gerta daitezke: **nematogenoa** edo **forma asexuala** eta **erronbogenoa** edo **forma sexuala**. Bi ereduak antzeko morfologia erakusten dute. Izan ere, biek ardatz modura dute **zelula axiala**. Zelula hura inguratzen, modu helikoidalean kokatutako hanbat zelula ziliatu zapal ageri dira, eta batera, **somatodermoa** deritzon estalkia osatzen dute. Animaliaaren aurrealdean edo, ostalarira heltzeko funtzioa duten lau zelulek **kalota** izeneko egitura bereizgarria osatzen dute. Zelula axialak **axoblasto** deritzen zelula bereziak gordetzen ditu, bai ugalketa asexualean zein sexualean berebiziko garrantzia izango dutenak.

Antzekotasunak aparte, nematogenoak eta erronbogenoak zenbait ezberdintasun morfologiko aurkeztuko dituzte. **Nematogenoa ugalketa asexualaz** -agian partenogenesisiaz- arduratzen den banakoari deritzo. Hori horrela izanda, axoblastoek, mitosiz, **bermiforme haurrideak** edo **gazteak** sortuko dituzte, gurasoaren klonak hain zuzen ere.

Nematogenoaren xedea, beraz, ingurune faboragarrietan oso egokia suertatu den genotipoa mantentzea izanen da. Bermiforme gazteen berezitasuna zera da: ostalariaren bertan mantendu egiten dira beti eta, ingurune baldintzen arabera, nematogeno berriak edo erronbogenoak emango dituzte. **Erronbogenoak**, bere aldetik, **ugalketa sexuala** bideratzen du. Horretarako, axoblastoetatik garatutako **gonada hermafroditiko** bat, **infusorigenoa**, aurkezten du; hau da, erronbozoak animalia **hermafroditiko simultaneoak** dira, **autoernalketarako** joera handia dutenak -bizimodu parasitikoak bultzatuta-. Infusorigenon ernalketa sexuala ematen da, **infusoriformea** deritzon **bizitza askeko larba** bat emanez, itsasora askatu eta ostalari berri bat infektatzeko helburua izango duena.

Erronbozo diziemidoen kasuan beraz, **bizi-zikloan fase bi** deskribatu dira, morfologikoki oso desberdinak direnak: **fase bermiformea**, ostalariaren gorputz barruan gertatzen da, eta nematogeno esaten zaio asexualki ugaltzen den bitartean, eta erronbogeno sexualki ugaltzean; eta **larba infusoriformea**, zeina garatzen baita arrautza ernalduta batetik abiatuta. Ugaltzen dena, beraz, bermiformea da, eta hedatzen edo zabaltzen dena, ordea, infusoriformea.



BIZI-ZIKLOA

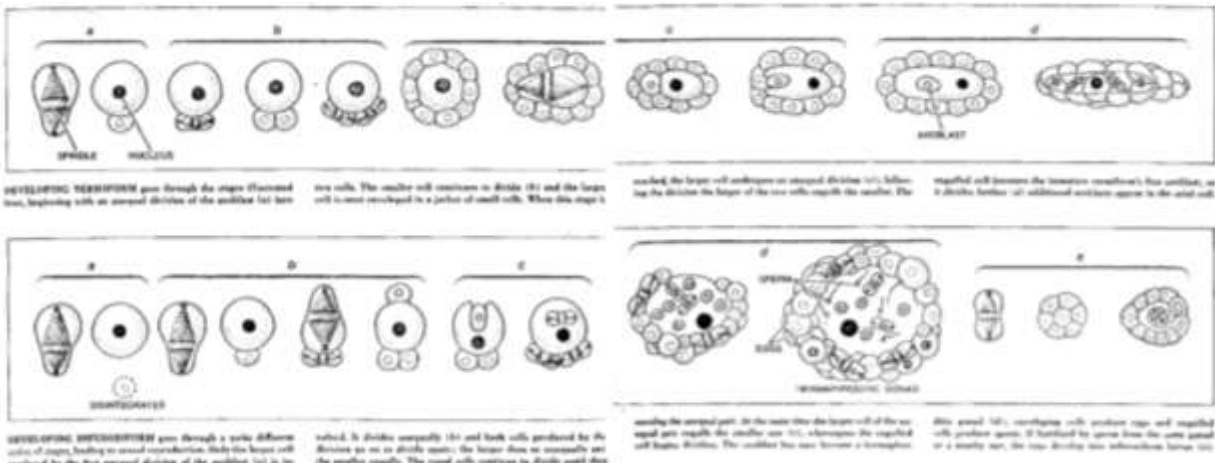
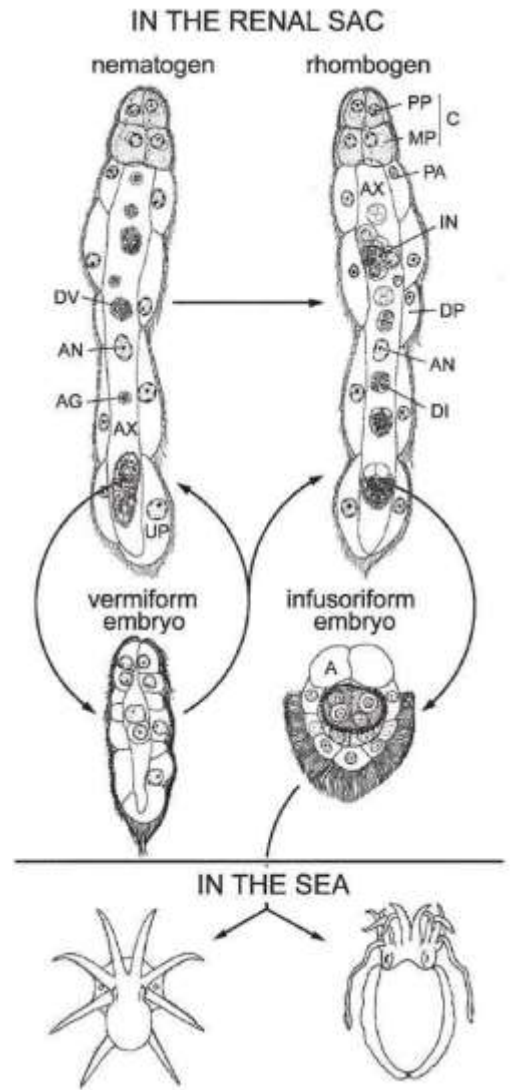
Aurretik azaldu bezala, bizi-zikloan zehar bi etapa ezberdinu daitezke: **asexuala eta sexuala**. Erronbozoaren bizitzarako baldintza faboragarriak suertatzen direnean (populazioaren dentsitate egokia), ugalketa asexuala ematen da. Horrela, **nematogenoak**, axoblastoek pairatutako mitosi baten bitartez, zelula axialaren barnean, **bermiforme gazteak** sortzen ditu. Horiek askatu eta, konduktuan bertan atxikitu ostean, bakoitzak nematogeno berri bat osatuko du. Egoera ez-faboragarriko garaietan (konduktuen alterazioak, dentsitate handiko populazioa, ...), ugalketa sexuala bideratzen da. Horretarako, bermiforme gazte batek, nematogenoaren ordez, **erronbogeno** bat emango du. Horrek, axoblasto batetik abiatuta, **gonada hermafrodita** bat garatuko du, infusorigenoa. Gonada horren baitan meiosis eta ernalketa gertatzen dira, **zigoto** bat osatuz. Zigoto horren garapenez -lakainketa espirala-, aldi berean, **larba infusoriforme** bat garatuko da. Hura, ostalaria utzi eta itsasora bideratzen da. Jada itsasoan, zefalopodo berri baten bila hasiko da. Bai laborategietan zein ingurune naturalean, ez dira ikusi larba hauek bateragarria den ostalari batean sartzen. Hartara, bitarteko ostalari bat dagoela uste dute zientzialariek, oraindik ezagutzen ez dena. Behin zefalopodora heldu dela, infusoriformea giltzurrunetara atxikitu, garatu eta nematogeno berri bat emango du, zikloari beriz ere hasiera emanez.

Bermiformearen garapena eta formazioa

Bermiformea osatzeko, lehendabizi, axoblasto batek mitosi ezberdin bat jasaten du; horrela, sortutako zelula kumeak ezberdinak dira tamainaz: **makromero eta mikromero** bana sortzen dira. Mikromeroak mitosiarekin jarraituko du eta, horrela mikromero gehiago sortuko dira. Behin mikromeroak sortuta daudela, makromeroa inguratuz kokatuko dira. Behin guztiz estalita dagoela, makromeroa, berriro ere, zelulak txiki bat eta beste handi bat emanez banatzen da. Makromeroak, kasu honetan, mikromeroa fagozitatuta eta bere barnean gordeko du. Momentu honetan, inguruko zelulek somatodermoa osatuko dute. Makromero zentralak zelula axiala emango du, eta fagozitatutako mikromeroa lehendabiziko axoblastoia izango da. Lehendabiziko axoblasto horretatik abiatuta, bermiformea osatzen da. Axoblasto horren dibisioz, gainera, axoblasto gehiago sortuko dira. Behin bermiformea osatuta dagoela, nematogenoaren mintza zeharkatu eta konduktuetako batera atxikituko da, nematogeno berri bat edo erronbogeno bat emanez -egoeren arabera-.

Infusoriformearen garapena eta formazioa

Hasteko, axoblasto baten zatiketaz makromero bat eta mikromero bat sortzen dira. Behin eratuta, mikromeroa degradatu eta deuseztatu egiten da. Bestalde, makromeroa berriro zatitu eta mikromero eta makromero bana ematen ditu. Makromeroa eta mikromeroa berriz zatitu egiten dira. Lehenengoak bi mikromero emango ditu, eta bigarrenak makromero bat eta beste mikromeroa. Makromeroak mikromeroa fagozitatzen du eta, bitartean, mikromeroak zatitzen hasten dira makromeroa inguratu nahian. Mikromero hauek makromeroa estaltzen duten heinean, meiosis jasan eta obulu bilakatzen dira. Aldi berean, fagozitatutako mikromeroak eta ondoren sortutako batzuek gameto arrak emango dituzte -meiosis ere-. Horrela, infusorigenoa edo gonada hermafrodita sortzen da. Horren baitan, gameto arrek gameto emeak ernaldu eta zigotoak sortzen dira. Horien garapenez larba infusoriformea sortuko da.



d. Phylum Orthonectida (Giard, 1877). Ortonektidoak

Ortonektidoak oso phylum ezezaguna eta txikia (20 espezie inguru) osatzen duten itsastar ornogabeen (zizare zapalak, poliketokak, bibalbioak eta ekinodermoak) derrigorrezko endoparasitoak dira, organismo zelulariztunen artean sinpleenen artean daudenak. Banako helduak animalia bermiformeak dira (0,05-0,08mm).

MORFOLOGIA, GORPUTZAREN ANTOLAKUNTZA, EZAUGARRI BIOLOGIKOAK ETA BIZI-ZIKLOA

Bizi-zikloan zehar belaunaldi bi bereizten dira (**heterogonia**), sexuala eta asexuala, zeintzuak diferenteak baitira bai morfologikoki eta bai biologikoki ere.

Belaunaldi asexualaren gorputza asimetrikoa da, ameboide eta sintzitiala, eta **estaia plasmodiala edo plasmodio** deritzo. Plasmotomiaz edo fragmentazioz ikaragarriro ugaritzen da plasmodio berriak eratuz, eta **"irentze parasitiko"** sor diezaiokete ostalariari. Plasmodioek, halaber, ale sexualak ekoitz ditzakete, arrak eta emeak:

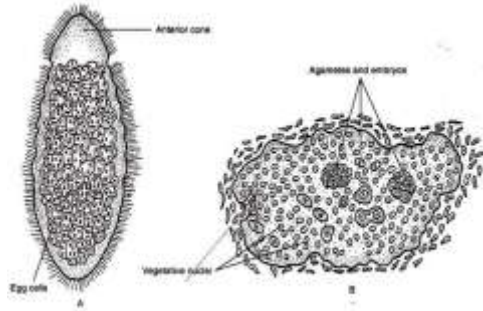
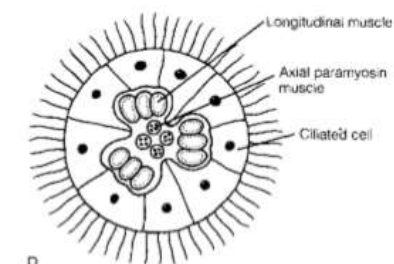


Fig. 14.39: A, Diagram of *Rhopalura phosocoma* female. B, Male plasmodium of *Rhopalura*.

agameto izeneko nukleoak zelularizatu egiten dira, eta zatiketa prozesua jasaten dute. Espezie batzuetan, plasmodioak soilik ekoizten ditu arrak ala emeak; beste batzuetan sexu biak. Bizimodu

askekoak dira, behin eta plasmodio parentala eta ostalariaren gorputza abandonatuta.

Belaunaldi sexualeko gorputz-planean aurre-atzerako **polaritatea** eta **simetria bilateral**a behatzen dira: organismo horietan **kanpo-geruza epitelial** bat dago **zelula somatiko ziliatuez** osotua, eta **gametoz beteriko barnea**; bien artean **zelula uzkurkorrak** agertzen dira, muskulu zirkularrak eta muskulu longitudinalak itxuratuz. Muskuluen presentzia



D

Rhopalura ophiocomae ortonektido arraren atze-aldeko zehartebaketa sinplifikatua.

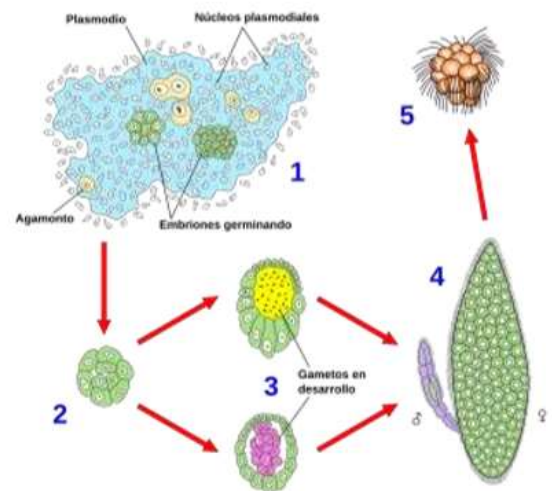
honek izugarriko eztabaida bat sortu du: nola da posible animalia xume hauek mesoderma baten arrastoak izatea? Uste denez, ortonektidoak sinplifikatutako animalia konplexuago batzuetatik datoz, animalia horiek mesoderma garatzen zutelakoan.

Ortonektidoak **gonokoristikoak** eta **dimorfikoak** dira, arrak emeak baino askoz txikiagoak direlarik. Kopulan zehar, arra emeari atxikitzen zaio eta esperma transferitzen dio. Obulu ernalduak larba ziliatua izateraino garatzen dira, eta, amaren gorputza utzita, noizbait ostalari berriaren poltsa genitaleraino iritsiko dira,

zeintzuetan plasmodio sintzitial bilakatuko baitira, zilioak-eta desagertuta. Hurrengo belaunaldiari ekingo zaio orduan.

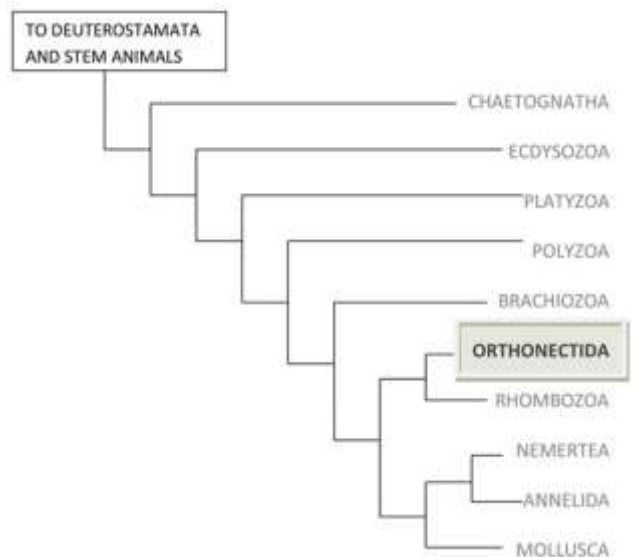
ORTONEKTIDOEN AHAIDETASUN FILOGENETIKOAK

Ortonektidoen kokapen filogenetikoa enigma bat izaten jarraitzen du. Ikuspuntu klasikoaren arabera, erronbozoak eta ortonektidoak mesozooen phylumean batera klasifikatu egiten dira. Oro har, **ortonektidoak animalia sinpletzat** hartu dira, sistema digestiborik edota nerbio-sistematik gabeko organismo xumetzat hain zuzen. Azken urteotan egindako analisi neuronal eta muskularrek, ordea, ortonektidoak erronbozoetatik aldendu eta **lofotrokozoetatik** -moluskuak, lofoforatuak eta anelidoak- **gertuago** kokatu dituzte. RNAr mota ezberdinekin burututako analisi hauek erakutsi dutenez, mesozooak -erronbozo eta ortonektidoak- dibergentzia ebolutibo nabaria jasan dute lofotrokozooen aldean. Egun, erronbozoen kokapen filogenetikoa eztabaidatsua suertatzen den arren, azterketek argi eta garbi utzi dute ortonektidoak anelidoen filumeko parte izan zitezela.



CICLO BIOLÓGICO DE LOS ORTONECTIDOS

1) plasmodio 2-3) las células plasmodiales dan lugar a adultos con capacidad sexual, 4) adultos en unión sexual, 5) larva.



ZOOLOGIA

10. GAIA: PORIFEROAK EDO BELAKIAK (PORIFERA/GRANT, 1836)

Poriferoak **parazooa** gradua erakusten duten animalia bakarrak dira -benetako geruza germinatiborik aurkezten ez duten metazooak-. **Benetako ehunak falta** dira, baina **zelulek totipotentzia** erakusten dute; hau da, beste edozein zelula mota bilakatzeko gaitasuna dute. Belakiak tamaina handiko animalia multizelularrak badira ere, berauen funtzionamenduak **organismo unizelularren antzera** du. Izan ere, belakien nutrizioa, zelulen kokapena, gas trukea eta ingurunekeo estimuluei erantzuteko modua protistoen antzekoak dira.

Ezaugarri diagnostikoak eta espezialak honako hauek dira:

- **Simetriarik gabeko** gorputza dute, nahiz eta 'koloniek' batzuetan forma karakteristikoak eduki.
- Gorputzak funtsean **zelula-geruza bi** ditu, bana matrize gelatinatsu eta proteinotsu baten alde bakoitzean, **mesohilo** deritzona, zeinak zelula askeak edukitzen baititu; **amebozito totipotenteak**, besteak beste; organorik edo ehunik gabe -ez baita **xafila basalik** agertzen-.
- **Liseri-aparaturik ez**, baina barne-geruzak (koanodermoa) janari-kiziak harrapatu eta ingeritzen ditu.
- **Masa solidoaren itxurako gorputza**, erdiko **atria** edo kanal eta ganbaren sistema duena, zeinera ura bideratzen baita poro fin askoren bitartez (**ostioak, porozitoetan**), eta zeinetik kanporatzen baita irekigune handitxoago batzuen bidez (**oskuluak**), **miozitoen** uzkurduraz itxi daitezkeenak.
- Koanozitoen **flageloen astinketa deskoordinatuak** generatzen du indarra ura sisteman barrena higiarazteko, eta **mikrobilozkoko ilareak** biltzen ditu janari-kiziak.
- Zenbait espezie dultzikolek **bakuolo uzkurkorrak**, protistoenen modukoak, dituzte.
- **Ez dute muskulu-ez nerbio-zelularik.**
- **Hermafroditikoak** gehienbat; esperma-harrapaketa janari-kizien erara; **larba planktonikoak**; **ugalketa asexuala** sarri askotan.
- Zelula-mota gutxikoak.
- Animalia **sesilak**, **higiezinak**, **barne-eskeleto fibrilarra dutenak**, kolagenozkoa, sarritan zurrundu ahala espikula inorganikoez nola esponjina-zuntzez; egitura kontsolidatzeaz gainera, eskeleto horrek belaki-kontsumotik disuaditzen du.
- Bentikoak, nagusiki **itsastarrak**; **iragazketa bidezko** elikadura; gas-trukea difusioz.

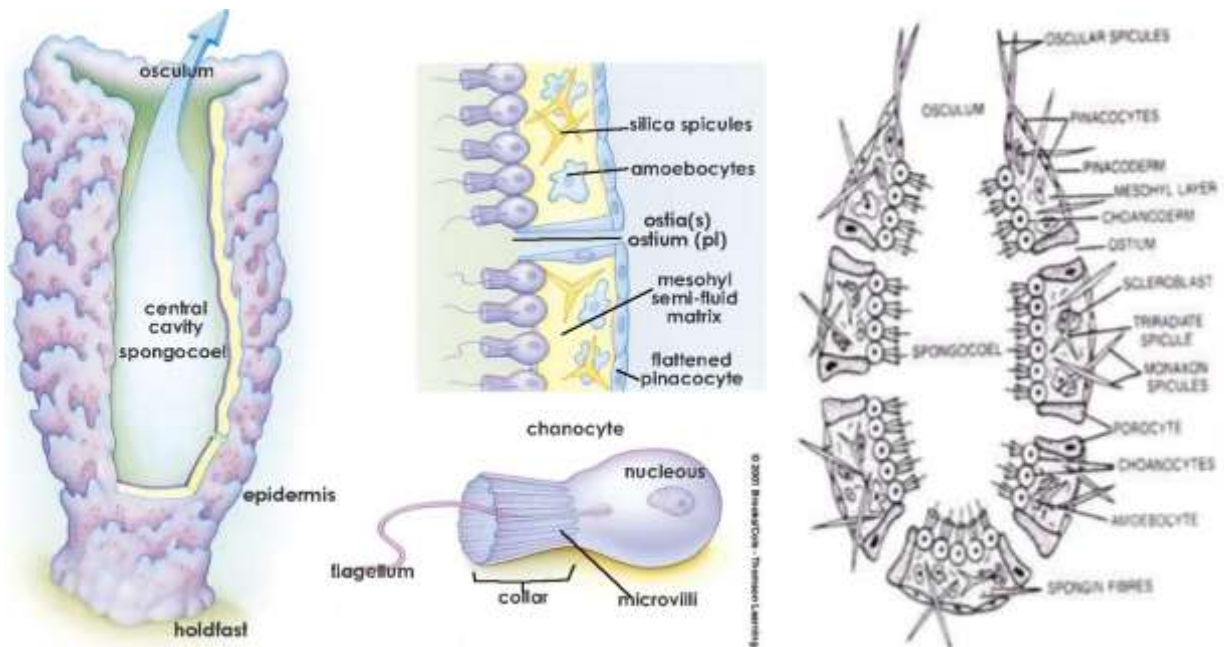


Aurretik aipatutako ezaugarri guzti hauetatik, bi dira talde honen bereizgarriak: **sistema akuifero** baten presentzia eta **zelulen totipotentzia**.

a. Xehetasun morfologiko eta anatomikoak

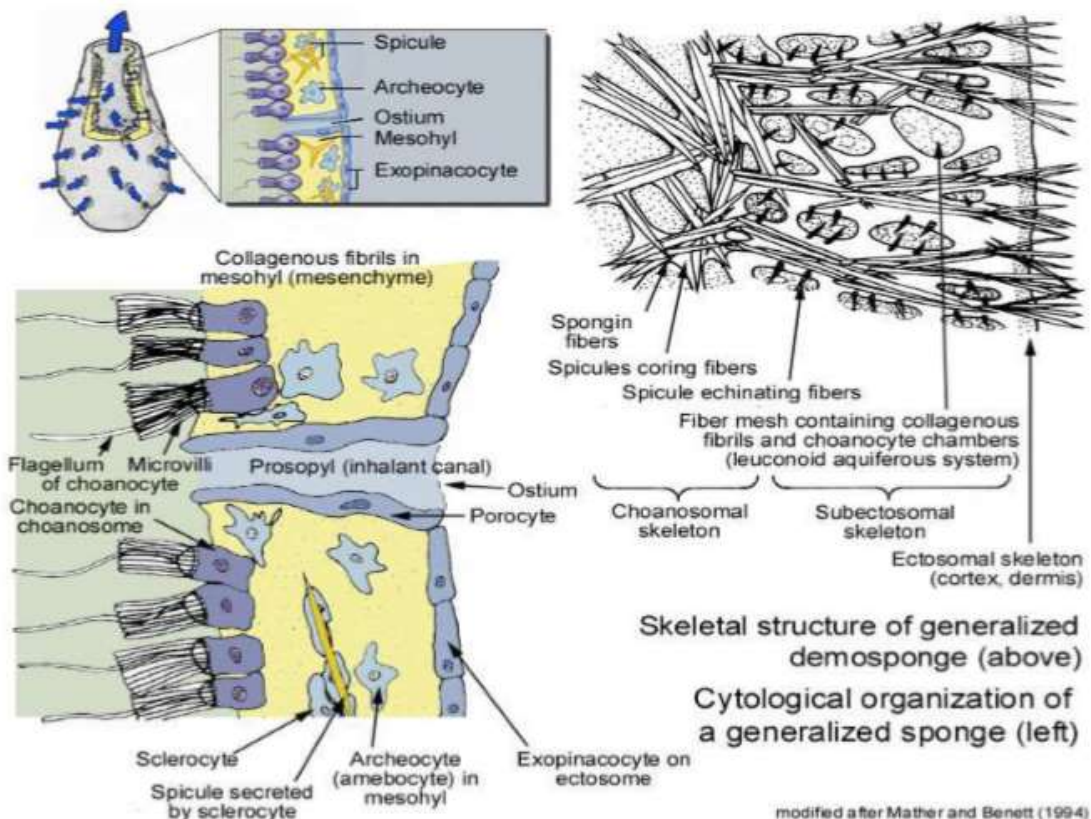
Belakiek oinarrizko bi geruza aurkezten dituzte. Geruza hauek osatuz ageri diren zelulek ez dute inolako xafila basalik eta, ondorioz, ezinezkoa da esatea bi geruza hauek benetako epitelioak direnik. Belakien gainazaleko zelulek **pinakodermo** izeneko kanpo-geruza osatzen dute eta, horren ondorioz, **pinakozito** deritze. Barruko geruzari, ordea, **koanodermo** esaten zaio, eta **koanozito** izeneko zelula flagelodunek osatzen dute. Bi geruza hauen artean **mesohiloa** edo **mesenkima** ageri da, proteinazko matrize gelatinakara. Honek lodiera ezberdina izango du espeziearen eta eredu morfologikoaren arabera.

PINAKOZITOAK	KOANOZITOAK
Pinakozitoak belakiaren gainazala estaltzen duen pinakodermoa eratzen duten zelula zapalak dira. Gainazalean ageri badira ere (exopinakozitoak), eredu morfologiko konplexuenetan pinakozitoek animalia berrunbe exhalatzaile eta inhalatzaileak ere estaltzen dituzte. Horrelakoetan, forma fusiformea eskuratzen dute eta endopinakozito deritze. Substratuari atxikitzen zaion belakiaren aldean basopinakozito deritzen pinakozito bereziak ageri dira, eta animalia substratura atxikitua mantentzeko beharrezkoak diren konposatuak jariatzeko dituzte.	Sistema akuiferoan zehar ematen diren ur korranteak sortzen dituzten zelula flagelodunak dira, eta ezinbesteko garrantzia dute belakien ekonomia metabolikoan. Ur-korranteak bideratzen dituzte belakian zehar, batik batik ur geldoetan, flageloak astinduz, eta korrantean doazen janari-kizi finak harrapatzen dituzte, ura mikrobilozkoko ilaran edo eraztunean bahetzean -mikrobiloskek osatutako sareak, beraz, janari-kiziak eskuratzea du helburu-. Janari-kizi handiak amebozitoek irents ditzakete. Bai koanozitoek eta bai amebozitoek transferi diezazkizkete barneraturiko kiziak bestelako zelula batzuei; itxuraz, koanozitoak barik amebozitoak dira liseri-gune nagusia .



Meshoiloan berebiziko garrantzia duten zenbait zelula ageri dira. Horien artean, bi dira nabarmentzekoak: eskleroblastoak edo esklerozitoak eta amebozitoak. **Esklerozitoak edo eskleroblastoak** belakien barne-euskarria eta zelulen babesa osatzen duten **espikula** silizeo edo kalkareoak ekoizten dituzten zelulak dira, behin euskarri-egitura horiek sortuta degradatu eta desagertu egiten direnak. Euskarri funtzioa betetzen duen bigarren elementu esanguratsua **espongina** izeneko konposatu proteinikoa bat da, **espongozitoek** ekoiztu eta jariatutakoa. **Amebozitoak**, ordea, oso funtzio-kopuru zabal batez arduratzen diren zelulak dira, horien zereginak baitira liseriketa, kolagenoaren jariaketa edota gainerako zelula guztien eraketa -baita aurretiaz azaldutako esklerozitoak ere-; hau da, **amebozitoak ditugu zelula totipotente nagusiak** poriferoetan.

Pinakodermoa, mesohiloa eta koanodermoa zeharkatuz, hainbat poro ageri dira, **ostio** edo **ostio** izenekoak. Ostioak **poro inkurrenteak** dira; hau da, inguruko ura poro horietatik sartzen da belakiaren barnealderantz. Poro horien agerpena hainbat zelulei esker gerta daiteke, baina, oro har, **porozito** izeneko zelulek osatzen dituzte. Porozitoak, garapen enbrionarioan sortu bezain laster, luzatu, tolestu eta tutu itxura hartzen dute. Poro guzti hauek **atrio** edo **espongozele** izeneko barrunbe batera ematen dute -ez da zeloma, eta ez da arkonterontik sortzen-. Barrunbe hura koanodermoak tapizatzen du, eta **oskulu** izeneko **poro exkurrentearen** bidez -ura askatzen duen poroaren bidez- mantentzen du kontaktua ingurunearekin.



Skeletal structure of generalized demosponge (above)
Cytoplasmic organization of a generalized sponge (left)

modified after Mather and Benett (1994)

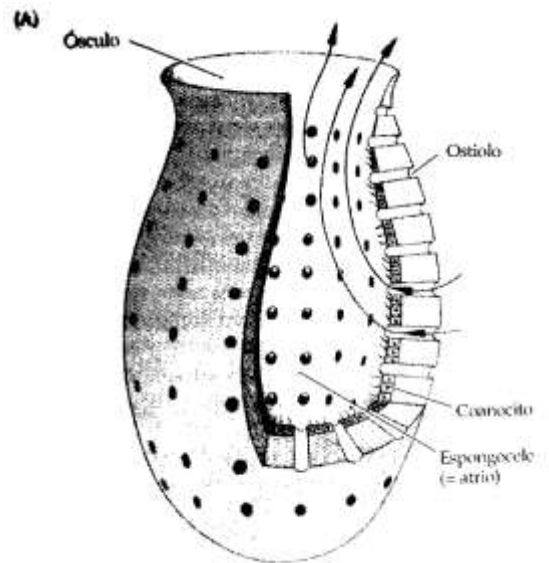
Belakien funtzionamenduan ezaugarri estruktural bat nabarmendu da, eta da **zelulen antolaketa ganbara-eta kanal-sistemaren inguruan**, halatan non ura zirkularazten baita koanozitoen flageloen astinketaz. Horrenbestez, **ingurunea organismoaren baitatik mugitzen da** alderantziz bainoago, eta ia ekidinezin bihurtu da iragazketa bidezko elikadura -hau da, belaki gehienak **animalia suspentsiboroak** dira-.

BELAKIEN EREDU MORFOLOGIKOAK

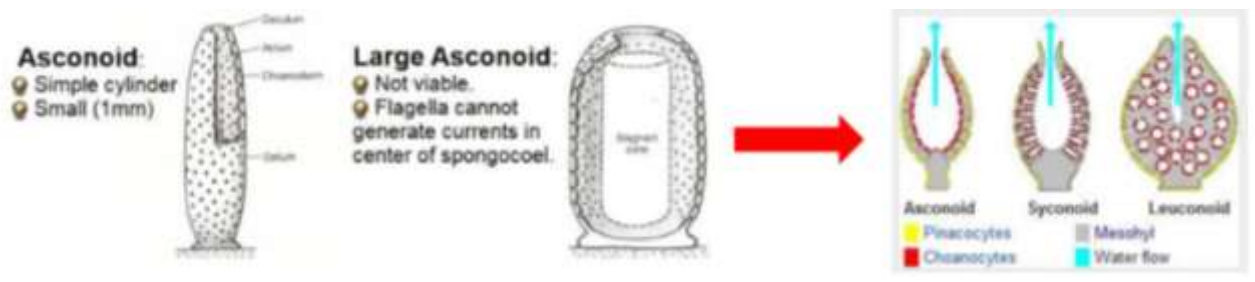
Eboluzioak aurrera egin ahala, belakien eredu morfologikoak ahalik eta eraginkortasun handiagoa lortzeko eboluzionatu du eta, horrela, koanodermoak geruza bakarreko egitura galduz joan da tolestura ezberdinak aurkezten dituen geruzapen bati lekua utziz.

Orain arte deskribatutakoa belakien **eredu morfologikoa primitiboena** eta arketipikoa da, **antolakuntza askonoidea** hain zuzen. Askonoideak diren belakiek **tutu forma xumea** izanzen dute, jarroi itxura hain zuzen ere. Porifero hauetan, beraz, **koanodermoa oso sinplea** da, ez du inolako tolesturarik aurkezten, eta exopinakozitoak soilik ageri dira. **Espongozelea edo atrioa zabala** da, oskulu baten bitartez lotzen da kanpo ingurunearekin, eta **porozitoek sortutako ostioloen** edo kanal inkurrenteen bitartez jasotzen du ura. Urak jarraitzen duen bidea, beraz, honako hau da: **ostioloa - atrioa - oskulua**.

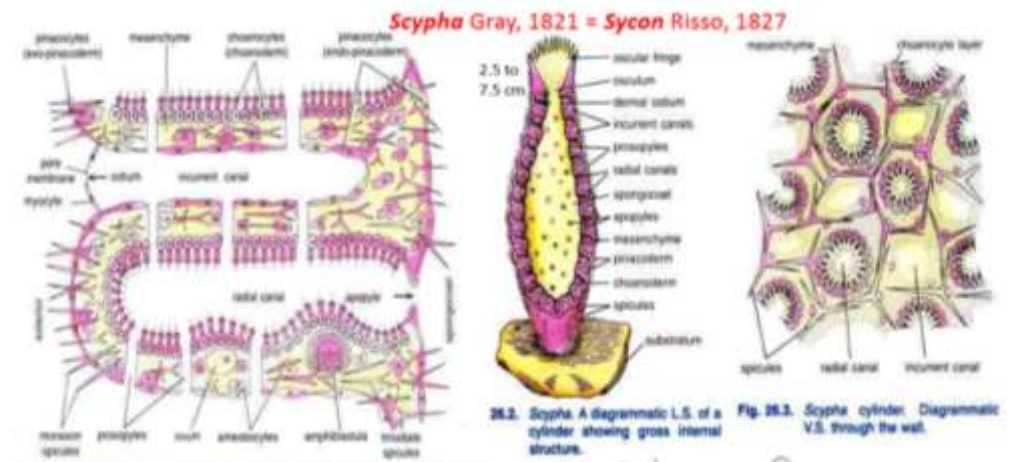
Antolakuntza askonoideak, ordea, **badu muga bat tamainaren aldetik**, zeren, espongozeleko ur-bolumena emendatzen baita gorputz-luzeraren kuboaz, eta, ostera, karratuaz flageloen azalera. Hori dela eta, antolakuntza askonoidea aurkezten duten belakiak **nahiko txikiak** dira. Limitazio hori gainditu dute zenbait belakiek gorputz-horma tolestuz eta atrioa murriztuz, eta horrela itxuratu da antolakuntza sikonoidea eta, azkenik, leukonoidea.



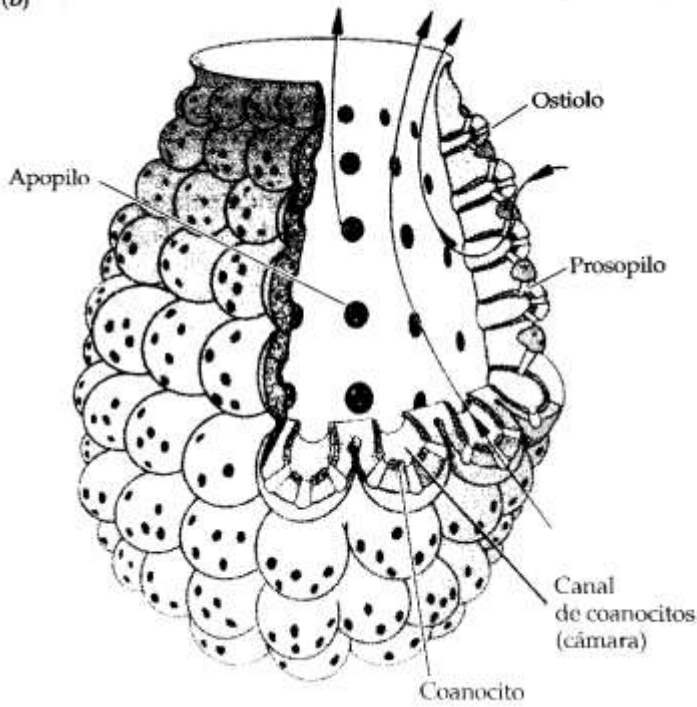
ANTOLAKUNTZA ASKONOIDEA



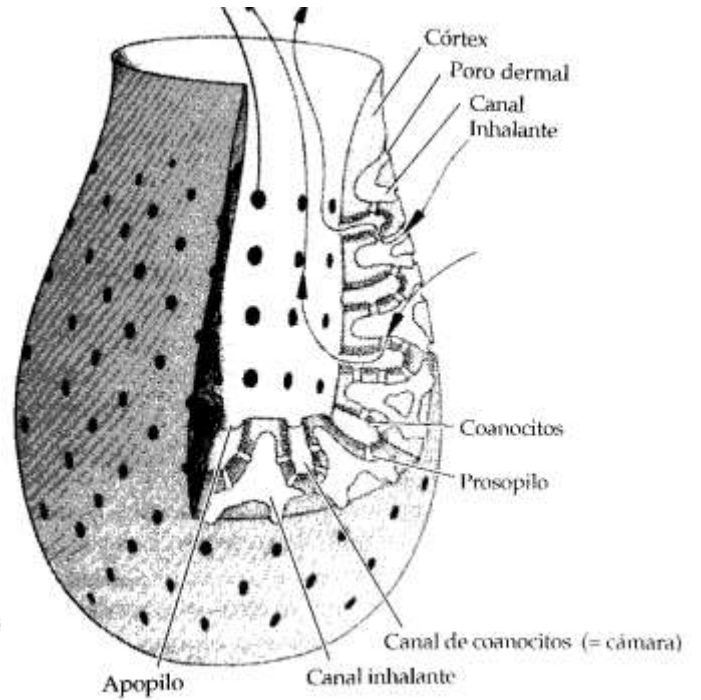
Antolakuntza sikonoidea aurkezten duten belakietan, **koanodermoak eta pinakodermoak tolestura** prozesu bat jasan dute. Tolestura horrek azalera-bolumen arazoari aurre egitea ahalbidetzen du eta, horrela **tamainaren emendioa** ikusten da halako belakietan. Eredu sikonoidean, koanodermoak atrioaren tolesturaren bitartez sortutako zenbait ganbara estaltzen ditu, **koanozito ganbarak** hain zuzen ere. Ganbara horiek atrioarekin lotzen dituen kanalari **apopilo** esaten zaio. Sikonoide konplexuenetan, **kortexa** deritzon mesohilo lodia sortzen da; kortex horrek koanodermoaren tolesturaz sortutako ganbarak batzen ditu, eta belakiaren gorputzari egonkortasun handiagoa ematen dio. Halakoetan, **endopinakozitoak** agertzen dira, horiek hainbat **kanal inhalatzaile** tapizatzen dituztela. Kanal hauek **poro dermaletan** hasi -hainbat zelulek, eta ez soilik porozito batek, sortutako ostiolo bereizgarrietan- hasi eta koanozito-ganbarekin konektatzen dira. Ganbara hauen eta kanal inhalatzailearen arteko lotura **prosopilo** izeneko kanal bati esker gertatzen da. Belakia sikonoide konplexu hauetan, uraren jariora honako hau da: **poro dermala - kanal inhalatzailea - prosopiloa - koanozito-ganbara - apopiloa - atrioa - oskulua**.



(B)

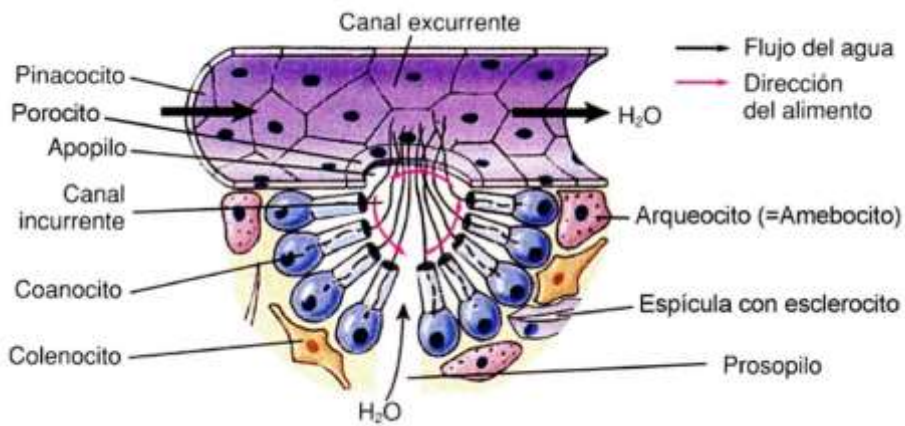


ANTOLAKUNTZA SIKONOIDE SINPLEA



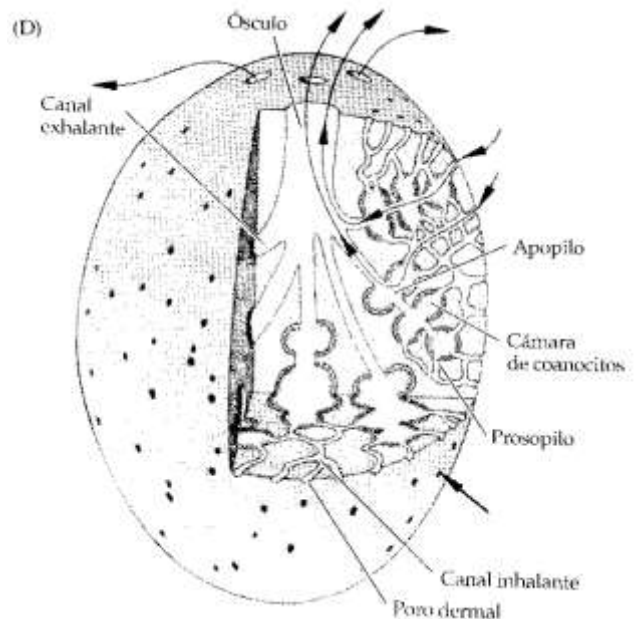
ANTOLAKUNTZA SIKONOIDE KONPLEXUA

-kortexarekin eta kanal inhalatzaileekin-



Antolakuntza sikonoideak ekarritako abantaila ebolutiboetatik abiatuta, belakia gehienek **antolakuntza leukonoidea** garatu dute, horrek duen eraginkortasunaren seinale. Leukonoidearen garapena **koanodermoaren tolestura bortitz** batez eta **mesohiloaren hazkuntza kortikal-kortexa osatuz-gogor** baten bidez ematen da. Eraldaketa hauen ondorioz, koanodermoa guztiz banandu egiten da, zelda moduko **koanozito-ganbara obalatuak eta independenteak** emanez. Leukonoidearen eraginkortasunaren oinarrian ganbaren tamainaren murrizketa eta kopuruaren emendioa daude, ganbara hauek mesohilo lodian zehar banandutako mordo batzuen antzera antolatzen direla. Eredu leukonoideko belakietan, **atria edo espongozelea oso murriztuta** ageri da eta, oro har, ganbaretatik oskulura ura garraiatzeaz arduratzen diren hainbat **kanal exhalatzailek** osatzen dutela esan ohi da. Urak honako bide hau jarraituko du beraz: **poro dermala - kanal inhalatzailea - prosopiloa - koanozito ganbara - apopiloa - kanal exhalatzailea - oskulua**.

Belaki leukonoide gehienak edo **solidoak** dira, bata bestearekiko paraleloki eta elkarren aldamenean doazen kanal inkurrente eta exkurrenteekin eta ostioz horniturik. Batzuetan, gorputz-azalean

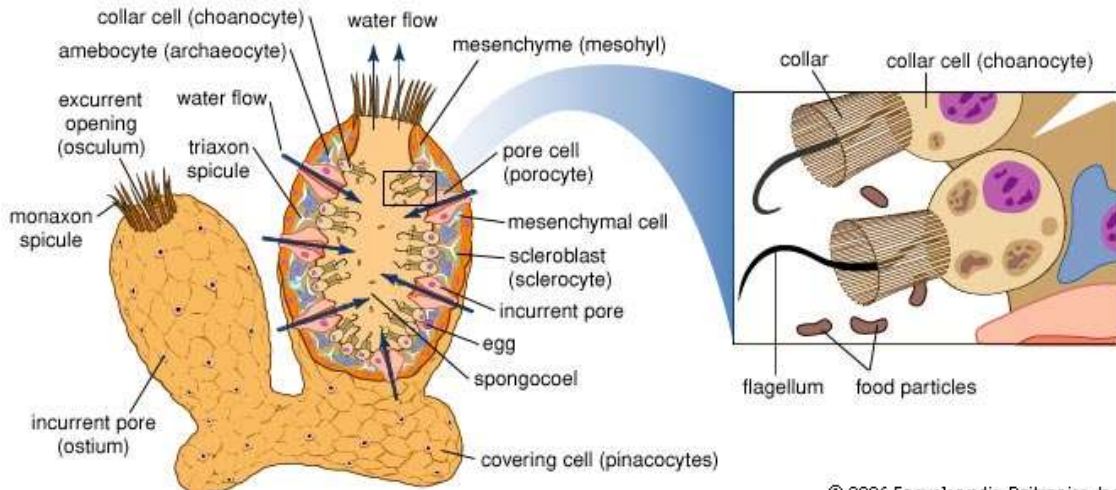
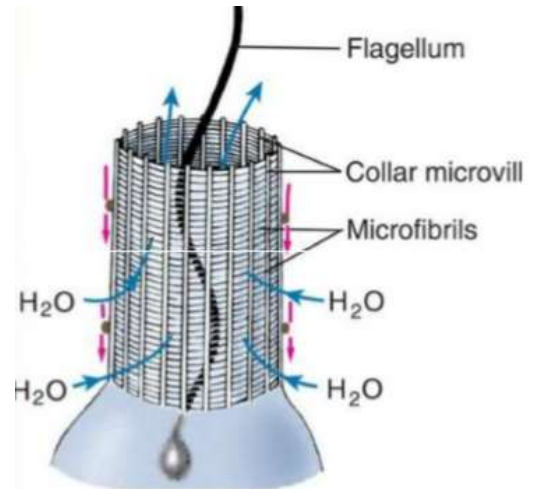


ANTOLAKUNTZA LEUKONOIDEA

barreiaturiko zenbait oskulu ere agertzen dira. Hainbat kasuetan, **hutsak eta hodikarak** izanen dira, halatan non kanal exkurrenteak ez baitoaz gorputz-azalera, baizik eta barne-barrunbe batera irekitzen dira, zeinak ura bideratzen baitu oskulu distalera. Gorputz-formaren **sailkapen horrek taldearen sailkapen sistematikoa transzenditzen** du; hau da, talde bakarrean aurretiaz azaldutako edozein eredu ageri ahal izango da.

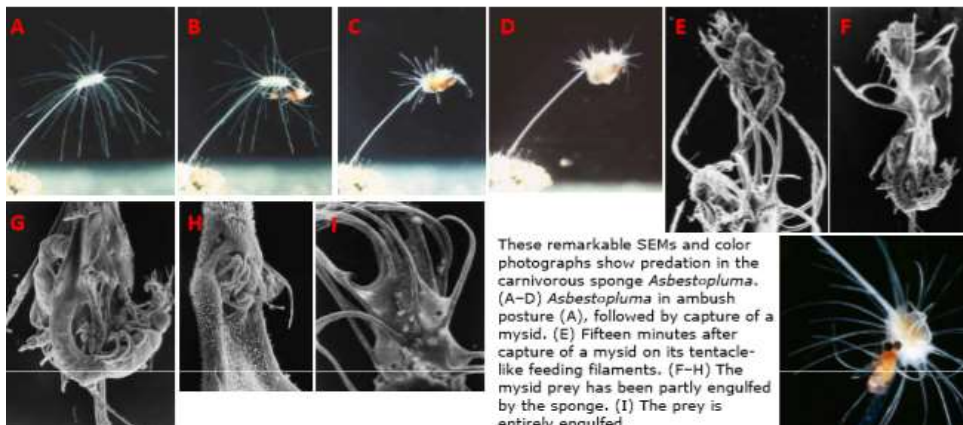
b. Nutrizioa, irazketa eta gasen trukaketa

Ohiko metazooetan gertatzen ez den bezala, poriferoek **digestio intrazelularra** burutzen dute eta, hartara, fagozitosi eta pinakozitosi edo pinozitosi prozesuek berebiziko garrantzia izanen dute. Aurretiaz ikusi bezala, **sistema akuiferoan** zehar koanozitoen flageloek eragindako ur-korronteak ageri dira eta, horrela, barneratzen den urarekin batera esekiduran dauden janari-kiziak ere barneratzen dira. Elikagaien harrapaketa **koanozitoen mikrobiloskek** osotutako **sareak edo eraztunak** arduratzen dira. Eraztun horiek osatzeko, koanozitoen mikrobilosken artean mukosa batez osotutako sare erretikular bat osatzen da. Ura mikrobiloska-sare horretan zehar igarotzen da, eta tamaina interesgarriko kiziak edo partikulak -bakterioak, molekula organiko handiak, ...- mukosan harrapatuta geratzen dira. Horrela, eraztunaren mugimenduen bitartez, partikula edo kizi horiek koanozitoaren gorputzeraino heldu eta pinozitosiz edo fagozitosiz barneratuko dira zelulara. Zelularen barnean, **bakuolo** batzuek materiala liseritzen dute. Batzuetan, koanozitoek amebozitoei transferitzen dizkiete bakuolo hauek eta, horrela, amebozitoek egiten dute digestio-lan gehiena.



© 2006 Encyclopædia Britannica, Inc.

Belaki gehienak, beraz, **suspentsiboroak** dira, **iragazleak**. Alabaina, badaude **karniboroak** diren espezieak ere, **harrapakari zelatariak** hain zuzen. Honen adibide dugu *Asbestopluma hypogea*, Vacelet & Boury-Esnault, 1996, espeziea. Porifero harrigarri honek bere albotik igarotzen diren krustazeo txikiak harrapatzen ditu, horretarako **kako itxurako espikulak** dituzten hainbat apendiz-filamendu erabiltzen dituela. Harrapakina barneratzeko, espezie honek arkeozitoak -amebozito berezi batzuk- eta bakteriozitoak erabiltzen ditu, digestio-barrunberik ez duelako, aurretiaz kanpo-liseriketa bat eman dela -harrapakina zatitu egiten da-. Animalia hauek **sakonera handiko guneetan** bizi dira, oligotrofikoak diren eremuetan hain zuzen -elikagai gutxi-, eta, moldapen bezala, ohiko poriferoen hainbat ezaugarri diagnostiko galdu dituzte: **ez dute sistema akuiferorik, ezta koanozitorik ere ez.**



These remarkable SEMs and color photographs show predation in the carnivorous sponge *Asbestopluma*. (A-D) *Asbestopluma* in ambush posture (A), followed by capture of a mysid. (E) Fifteen minutes after capture of a mysid on its tentacle-like feeding filaments. (F-H) The mysid prey has been partly engulfed by the sponge. (I) The prey is entirely engulfed.

Hondakinen -bereziki amoniakoaren- **iraizketa eta gas-trukea difusio-sinplez** ematen da poriferoetan, koanodermoan zehar bereziki. Ur gezako espezieetan **bakuolo uzkurkorrak** ageri dira; izan ere, ur gezako ingurunea hipotonikoa da poriferoaren gorputzarekin konparatuta eta, beraz, urak poriferoan sartzeko joera du. Horrek dakartzan arazoak ekiditearren, bakuolo honek gehiegizko ura bildu eta, noizean behin, zelulatik kanporatzen du, osmoerregulazioan esku hartzen duela ere.

c. Ugalketa

Poriferoek **ugalketa sexualerako zein asexualerako** mekanismoak aurkezten dituzte.

UGALKETA ASEXUALA

Belakiak asexualki ugaltzen dira maiztasun handiz, dela **fragmentuak** askatuz, dela zelula-agregatuak ekoitziz, bereziki amebozitozkoak. Espongilidoen (*Spongillidae*) familiako banakoak ditugu honen adibide. Belaki hauek ur gezako belakiak dira, eta, neguaren hasieran, **gemula izeneko egitura esferiko erresistente txikiak** osatzen dituzte. Neguari eusteko gaitasuna duten egitura jarkikor hauek inguratzen espikula silizeoek eta kolagenozko geruza gogora batek osotutako estalki edo kapsula moduko bat ageri da.

Gemula hauen formazioak poriferoen zelulen totipotentzia argi islatzen du. Negua hasteko denean, mesohiloa taldekatzen hasten diren amebozito elikatuen edo arkeozitoen multzoz betetzen hasten da. Amebozitoak arkeozito bilakatzen dira trofozito izeneko zelula batzuk fagozitatzerakoan, eta zelula horiek arkeozitoetan metatuko diren elikagaiak ematen dituzte. Masa zelular hauek inguratzeko, **esponginazko zorro** bat eratzen da. Ondoren, eskleroblasto edo esklerozitoek esponginazko zorro honetara hurbildu eta **espikula silizeo batzuk** jariatzen dituzte, esponginara batzen direnak. Behin gemula banako heldutik askatzen denean, askatze-gunea esponginaz estaltzen da, baina ez espikulaz. Gune bereizgarri honek **mikropilo** izena hartzen du. Behin askatuta, gemula neguan zehar garatu gabe mantentzen da, hibernazio moduko egoera batean. Egoerak faboragarri bilakatzen direnean, mikropiloa ireki eta barneko arkeozitoak ingurunera askatzen dira. Arkeozito hauek substratura heldu eta belakiaren armazoa osatzen dute, pinakodermo eta koanodermoa barne. Behin armazoa osatuta dagoela, arkeozito gehiago kanporatu eta aurretik sortutako armazoa kolonizatzen dute. Garapenaren bidez, banako heldu berri bat sortuko da horrela.

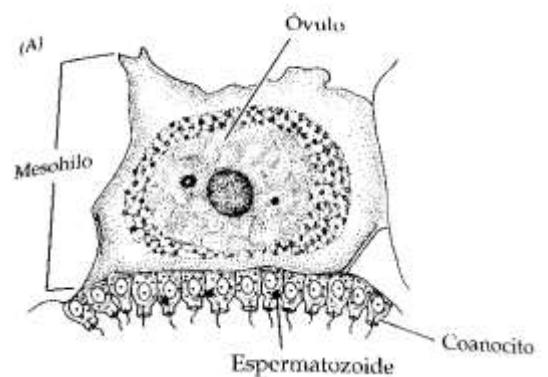
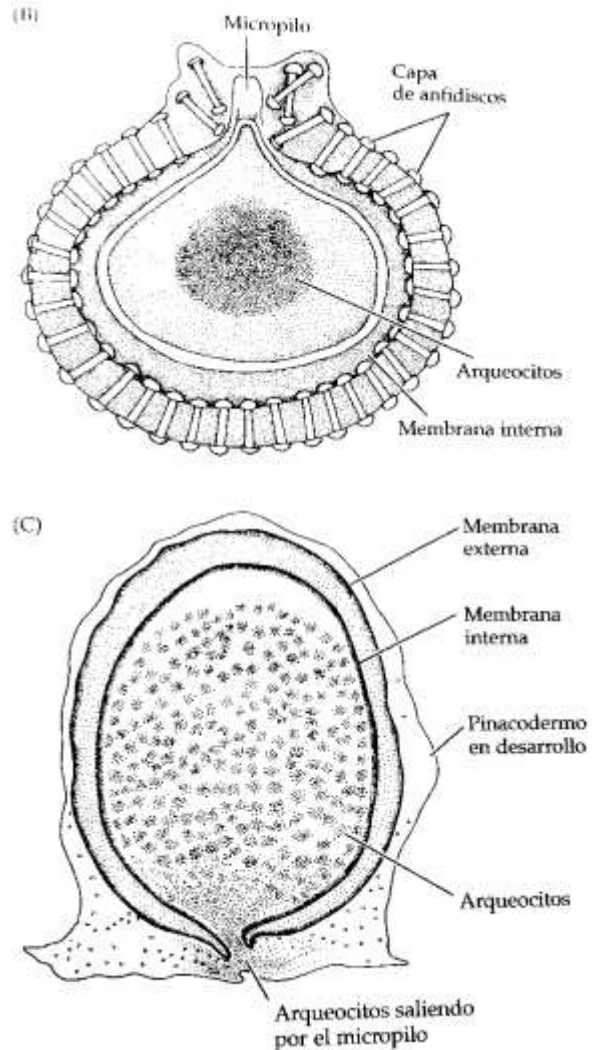
Belakiek, gainera, **erregenerazio-ahalmen handia dute**, eta zelulabakarretik abiatuta ere gorputz heldu bat sor dezakete.

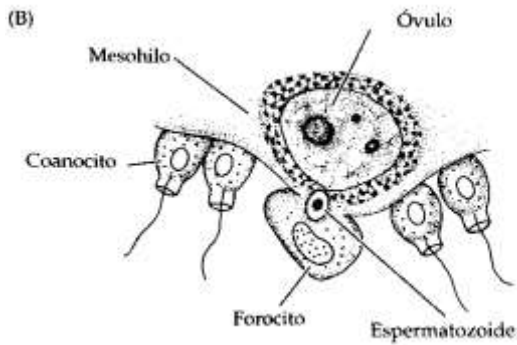
UGALKETA SEXUALA

Ugalketa sexuala askotan **hermafroditikoa** izaten den arren (bizimodu sesilarekin korrelazionaturik-edo), **ernalketa gurutzatu bidezkoa** izan ohi da, espermatozoideek oskulutik lekutzen direlarik ale batetik eta ostioetatik sartzen beste batera, zeinean koanozitoek ezagutuko baituzte eta harrapatu, ondoren obuluetaraino garraiatzeko. Batzuetan, obulua da espermatozoideen bila doana eta, beraz, **oozinet**o izena hartzen dute. Fase larbarioen garapena gurasoen barruan jazotzen da oso maiz, baina kanpo ernalketarako mekanismoak ere ikusi dira.

Oro har, gametoen garapena mesohiloan ematen da. Morfologia konplexuagoko belakietan, ordea, gameto arrak ekoizteko, **koanozito-ganbarak enkistatu eta espermatogonia bilakatzen** dira, hots, gonada arrak. Obuluak, berriz, mesenkimaren barnean sortutako eta zelula folikular eta elikatzailez -trofozitoz- inguratutako kistetan garatzen dira.

Ernalketa kanpokoa zein barnekoa izan daiteke. Kanpo-ernalketa burutzen duten espezieetan, banako ezberdinek espermatozoideak eta obuluak ingurunera askatu eta organismotik at fusionatzen dira. Barne-ernalketa burutzekotan, banakoek espermatozoideak askatzen dituzte ingurunera. Horiek oskuluan zehar barneratzen dira beste banako

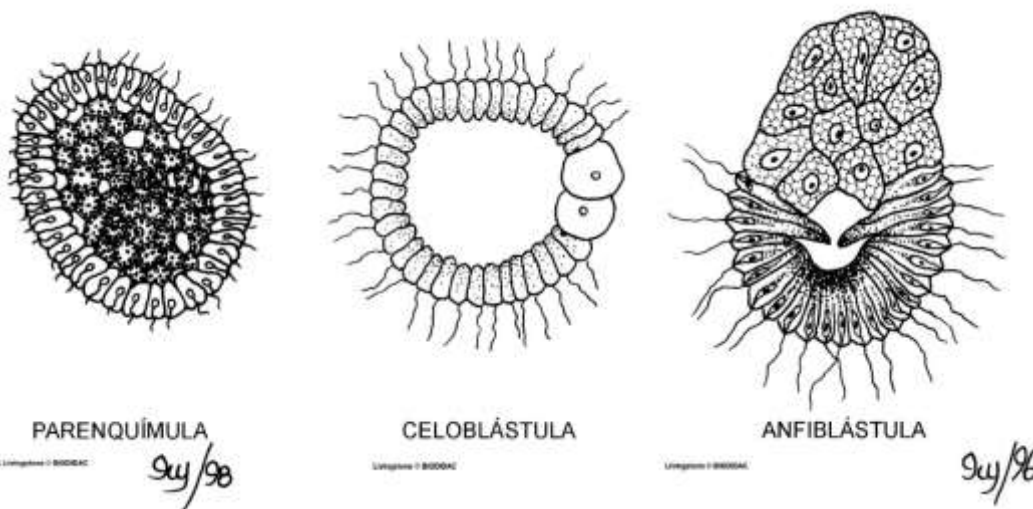




batean, eta koanodermorantz abiatzen dira. Kasu batzuetan, koanodermora helduta, hura zeharkatu, mesohilora bideratu eta zelula folikularrek inguratutako oozito bat ernaltzen dute. Beste kasu batzuetan, ordea, koanozitoak espermatozoidea fagozitzatu eta besikula garraiatzaile modura jarduten du: flageloa eta eraztuna galdu eta obulurantz abiatzen da, ernalketa eman dadin. Koanozito berezi horiei **forozito** deritze. Hanbatetan, obulua da espermatozoidea bilatzen duena eta ez alderantziz. Halakoetan, obuluek oozineto izena hartzen dute.

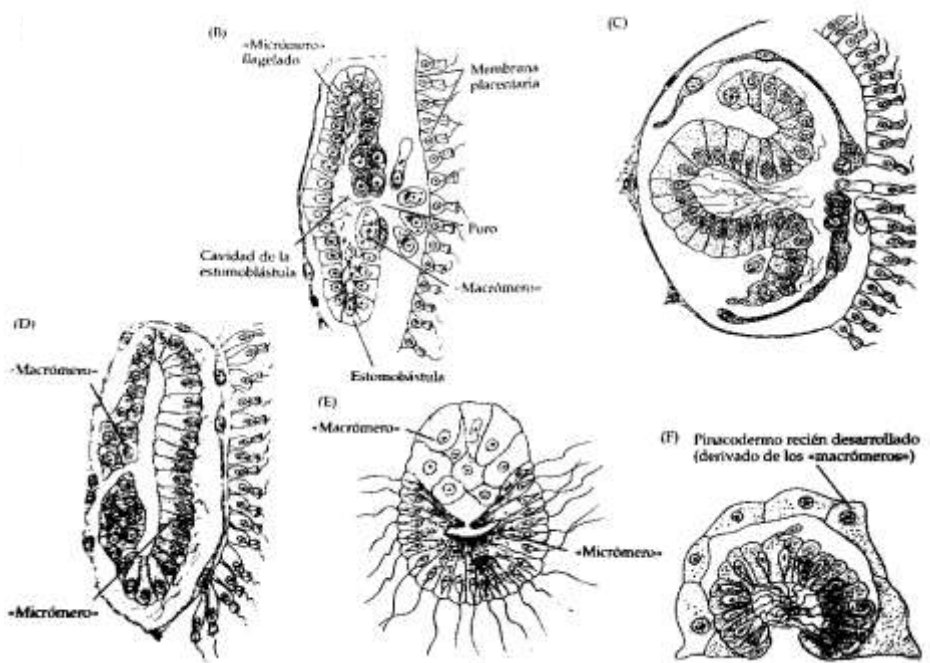
Behin ernalketa eman dela zigoto bat sortzen da, eta horrek lakainketa prozesu bat jasango du larba bilakatzeko. Lakainketa hura nolako, halako larba bat sortzen da. Normalean **larba parenkimula** den arren, hots, gorputz

solidokoa eta polo batetik izan ezik flageloz estalia, zenbaitetan **anfibrastula larba** garatzen da. Larba hura gorputz hutsekoa da -zeloblastula batetik dator-, eta zelula txiki flagelodun osatutako hemisferio bat du, bestea makromero flagelobakoez osatuta dagoen bitartean. Espezie batzuek ere **zeloblastularen antzeko larba** bat aurkezten dute, esteroblastula bilakatu eta gorputz solido bat garatzen duena. Larba hauek gurasoetatik ateratzen dira guztiz garatutakoan, eta **bizialdi planktoniko laburra** dute substratuan ezarri aurretik.



Anfibrastula larbaren garapena

Ernalketa gertatu bezain laster, bi zelulak mota garatuko dituen zeloblastula bereizgarri bat sortzen da: zeloblastula horrek **zortzi makromero** ditu poloetako batean, eta beste **zortzi mikromero** kontrako polan. Makromeroetatik abiatuta, mesohiloa eta pinakoderma sortuko dira, eta mikromeroek koanodermoa emango dute. Mikromeroak azkar zatitzen hasten dira gero, eta blastozelerantz bideratzen diren flageloak garatzen dituzte -blastularen erdialderantz-. Makromeroak zatitu gabe mantentzen dira. Hauek osotutako eremuaren erdialdean poro bat ageri da, **estomoblastula** izenekoa. Mesohiloen mantendu bitartean, blastula bizirik mantentzen da bertan aurkitzen diren gurasoaren amebozitoz elikatzen delako. Garapenak aurrera egin ahala, blastula horrek **inbertsio-prozesu bitxi** bat jasaten du. Estomoblastotik



abiatuta, blastula galtzerdi baten modura buleta eman eta barrukoa kanpora begira geratzen da. Horrela, barruko flageloak kanpora atera eta barrunbedun eta flagelodun anfiblastula larba sortzen da. Larba hau ingurunera askatu eta banako heldu berri bat sortzeko gai izango da.



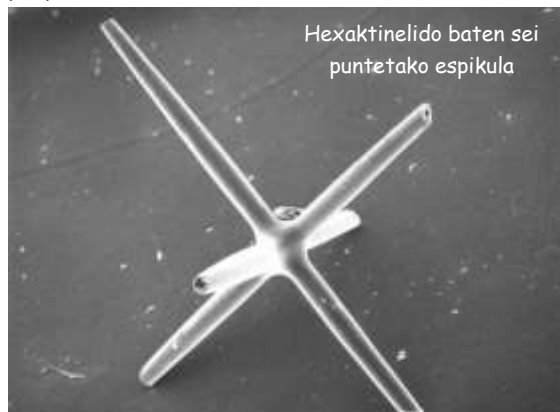
BELAKIA, SPAWNING DELAKOIA BURUTZEN
Spawning prozesuaren bitartez, belakiek euren gametoak askatzen dituzte ingurunera.

d. Sistematika: belakien edo poriferoen sailkapena

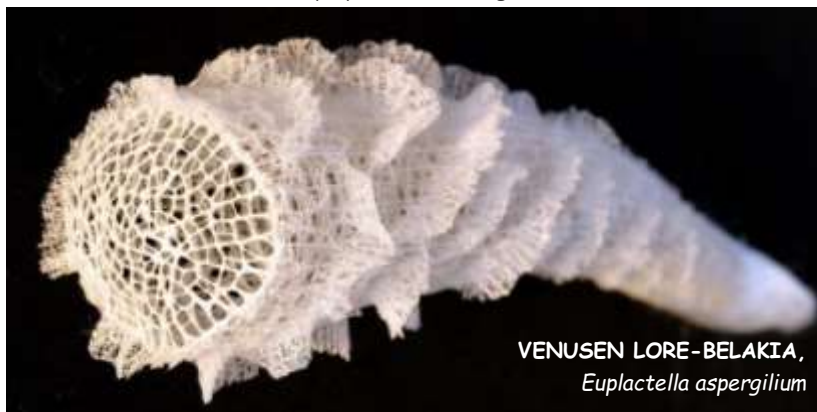
Lau klase ezberdintzen dira:

HEXACTINELLIDA KLASEA: HEXAKTINELIDOAK

Belaki hexaktinelidoei beira-belaki esaten zaie batzuetan. **Sei-puntako espikula** silizeozko eskeletoa dute -hortik datorkie izena-, lorontzi-itxurako egitura osotuz, eta 10-13 cm bitarteko altuera izan dezakete. **Sikonoidea** da antolakuntza arruntena. **Ez dute pinakozitorik** eta, beraz, pinakodermorik ere ez, eta horren ordez **sintzitio bat** dute, sarekara, amebozitoen pseudopodioen interkonexio zeratua. Hexaktinelidoak **itsastarrak** dira denak, eta **sakoneko habitatetan** aurkitzen dira nagusiki. Aipa dezagun zenbait adituren iritzi klase honen ezaugarrien apartekotasunak subphyluma edo, areago ere, phylum propioa mereziko lukeela, bestelako antolakuntza plana bisualizatzen baitute (Symplasma Reiswig and Mackie, 1983).



Hexaktinelido baten sei puntetako espikula



VENUSEN LORE-BELAKIA,
Euplectella aspergilium

CALCAREA KLAEEA: KALKAREOAK

Izen taxonomikoak berak adierazi bezala, belaki kalkareoen **espikulak kalkareoak** dira, dela kaltzio karbonatozkoak, dela aragonitozkoak. **Hiru antolakuntza-mailak** aurkitzen dira klase honetan, askonoidea, sikonoidea eta leukonoidea. **Txikarrak** ohi dira, 10 cm-raino iritsi barik. Denak **itsastarrak**.



Leucosolenia sp.



Sycon ciliatum



Leucandra heathi

- a. Askonoidea
- b. Sikonoidea
- c. Leukonoidea

DEMOSPONGIAE KLASEA: DEMOSPONGIOAK

Demospongioena da **belaki-klaserik handiena**, deskribaturiko espezieen% 90a biltzen duelarik. Eskeletoa bai espikula silizeoz, bai esponginaz edo mota biotariko konbinazio batez eratua da; familia bat, *Spongiidae*, bainu-belaki arruntez osotua da, zeintzuen eskeletoa soilik esponginaz baitago eratuta. Demospongio guztiak **leukonoideak** dira, eta zenbaitek **tamaina galanta** lor dezakete. Kolorazioa distiratsua da maiz. Klase honetan **belaki barrenariak** aurki daitezke, koral eta moluskuen egitura karekizkoak zulatzen direnak. Halaber, badaude **ur gezetako espezieak**, *Spongillidae* familian bereziki. Klase honetan sailkatu dira **belaki karniboroak** ere.



Ur gezetako belakia

The freshwater sponge, *Spongilla lacustris* Linnaeus, 1758, in the Hanford Reach of the Columbia River in Washington State, USA.

Bainu-belakia

Éponge oreille d'éléphant de Méditerranée (*Spongia lamella*) près de La Ciota.

SCLEROSPONGIAE KLASEA: ESKLEROSPONGIOAK

Esklerospongioena **belaki-klase txiki** bat da, espezie **itsastar** espezializatu gutxi batzuek osotua, zeintzuak, mundu zabaleko koral-arrezifeetara asoziatu leize eta tuneletan aurkitu diren. Esklerospongioak demospongioen oso antzekoak dira, baina espikula silizeoz eta espongina-zuntzez osaturiko eskeletoa oso murriztuta dago, **geruza superfizial bizi** ñimiño bateraino, zeinari eusten baitio kaltzio karbonatozko geruza basal masibo batek. Guztiak dira **leukonoideak**.



Close-up of the sclerosponge *Ceratoporella nicholsoni*. (underwater photograph by Helmut Lehnert, Göttingen).

Specimen of *Ceratoporella nicholsoni* from Jamaica. Sample is about 10 cm x 20 cm in size [Photograph from Willenz].

Ceratoporella generoko esklerospongioa, Bahama irletakoa.

This image was obtained from the Smithsonian Institution. The image or its contents may be protected by international copyright laws.

Mike Grammer (left) and Peter Swart with large specimen of the sclerosponge (*Calcifibrospongia*). Sample measured 50 cm from top to bottom. Peter K. Swart, Miami September 23, 1998.

e. Belakien filogenia

Belakien filogeniaren inguruan zenbait kontrobertsia sortu dira. **Sailkapen tradizionalaren** arabera, espikula silizeoak garatzen dituzten esklerozitoen agerpena eta parenkimula motatako larba poriferoen eboluzioan berandu agertutako bi ezaugarri dira, eta demospongioak eta hexaktinelidoak banatzen dituzte kalkareoetatik. **Beste sailkapen** baten arabera, ordea, espikulen jariatzen eta koanozitoen agerpena poriferoen eboluzioa eman aurretik agertutako bi ezaugarri dira; hots, poriferoek oraindik ezezaguna den taxon batekin zuten amankomunean koanozitoen eta espikulen presentzia. Aldi berean, sailkapen honek **bi taxon** berri proposatzen ditu: **Cellularia** edo ezaugarri zaharra (plesiomorfia) mantentzen duen taxona: pinakodermoaren presentzia (kalkareoak eta demospongioak); eta **Symplesma**, eboluzioan zehar plakoderma galdu duten belakiak (hexaktinelidoak).

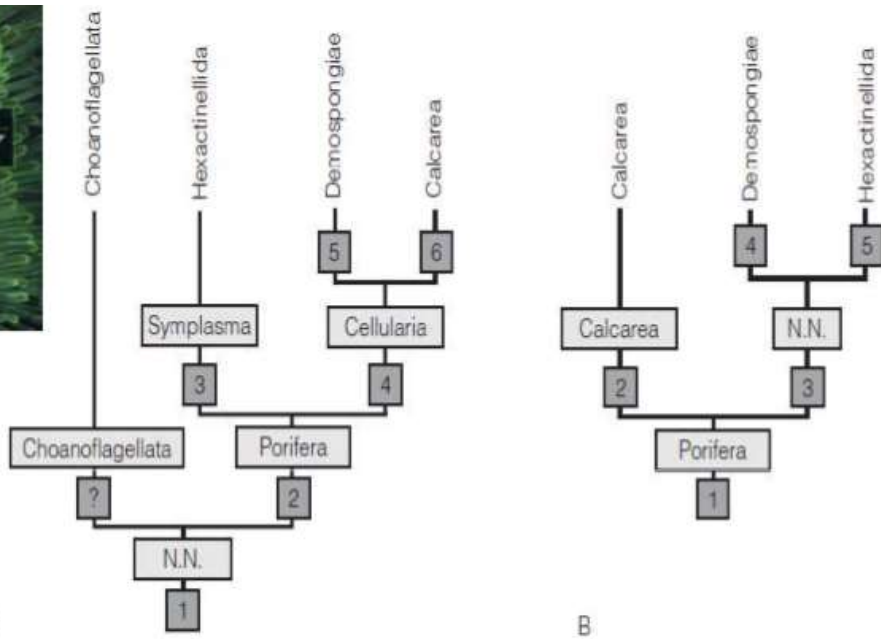
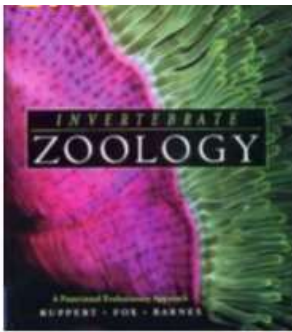


FIGURE 5-17 Porifera: competing phylogenies. **A,** Phylogeny adopted in this book. **1, N.N.:** Small choanocytes with flagellar vane; microtubular flagellar root; intracellular secretion of siliceous spicules; archeocytes. **2, Porifera:** Sessile adult; pinacoderm, mesohyl, and internal aquiferous system; dynamic tissue remodeling; archeocytes; sclerocytes; siliceous spicules secreted intracellularly around organic axial filament; stereoblastula larva. **3, Symplasma (Hexactinellida):** Syncytial trabecular network, choanosyncytium; siliceous hexactines; secondary silicification. **4, Cellularia:** Cellular tissues (possible plesiomorphy); porocytes; extracellular calcification. **5, Demospongiae:** Siliceous tetraxons;

spongocytes and spongin. **6, Calcarea:** Large choanocytes; calcareous spicules; loss of siliceous spicules; coeloblastula larva. **B,** A traditional phylogeny. **1, Porifera:** As in A, above, plus porocytes in pinacoderm; contractile cells; blastula larva. **2, Calcarea:** Calcareous spicules secreted extracellularly by sclerocytes. **3, N.N.:** Siliceous spicules secreted by sclerocytes intracellularly around organic axial filament; parenchymella larva. **4, Demospongiae:** Spongocytes; tetraxon spicules. **5, Hexactinellida:** Syncytial pinacoderm, choanoderm; loss of porocytes. (B, *Redrawn after Böger from Ax, P. 1996. Multicellular Animals. Vol. 1. A New Approach to the Phylogenetic Order in Nature. Springer, Berlin. 225 pp.*)