



Departament de Biologia Animal

Assignatura: Zoologia 1er. curs

Curs: 1994-95

Professor/a: Marta Goula

---

Tema 13 i 14. Els Artròpodes: Característiques bàsiques.



Marta Goula

De cara a l'any que ve, modifican aquesta presentació.  
és una bona idea. Fotocòpia amb els diferents ~~caràcters~~ grups  
750.000 sp.  
començar amb la defini-  
ció

## ELS ARTRÒPODES: CARACTERÍSTIQUES BÀSIQUES.

Els Artròpodes són eumetazous bilaterals, amb ous de segmentació en espiral, celomats esquizocèlics, protòstoms i hiponeures. Ademés d'aquests caràcters bàsics, en presenten uns altres que en conjunt s'anomenen característiques d'artropodització:

- 48 - Tenen una cutícula quitinosa, gairebé sempre esclerotitzada, que forma un exoesquelet.
- 1 - Segmentació: el seu cos està format per segments o metàmers que es distribueixen seriadament al llarg de l'eix cefalo-caudal.
- 2 - Tagmatització: els segments s'agrupen i formen regions o tagmes especialitzats en una o diverses funcions.
- 3 - Apèndixs articulats: d'entre els elements metamèrics destaquen els apèndixs, els quals estan constituïts per una sèrie d'unitats o artells articulats entre si. *1 parell / segment*
- 5 - Les cavitats celòmiques es redueixen en el procés d'organogènesi fins a desaparèixer llevat d'alguns segments on constitueixen els òrgans celòmics o segmentaris de funció excretora.
- 6 - A partir del mesoderma es diferencia la musculatura, estriada i formant feixos independents, l'aparell circulatori i les gònades.

Tendència a mobilització

## AFINITATS DELS ARTRÒPODES AMB ALTRES GRUPS ANIMALS.

Els Artròpodes comparteixen una sèrie de caràcters amb els Anèl·lids per la qual cosa es consideren pròxims a ells. Les principals similituds i diferències entre ambdós grups són les següents:

- Els dos grups són protòstoms, hiponeures, tenen simetria bilateral i estan segmentats.
- En el seu desenvolupament embrionari apareixen compartiments celòmics parells, encara que en els Artròpodes desapareixen a la majoria de segments durant l'organogènesi.
- Tenen estructures locomotores repetides seriadament al llarg del cos.
- El seu cor és dorsal, encara que el sistema circulatori en els Artròpodes és obert i en els Anèl·lids tancat.
- El sistema esquelètic als Anèl·lids és hidrostàtic degut a que tenen el celoma ben desenvolupat, mentres que els Artròpodes tenen un exoesquelet esclerotitzat, el celoma molt reduït i la cavitat del cos és hemocèlica.
- Els Anèl·lids tenen un creixement continu, sense mudes.
- Els Anèl·lids no presenten tagmatització i per tant la seva segmentació és homònoma.
- Els apèndixs dels Anèl·lids no estan articulats.
- La musculatura dels Anèl·lids és de tipus llis, el seu cor no presenta ostíols i tenen epiteli ciliat.
- Les gònades en els Anèl·lids s'originen a partir de l'epiteli peritoneal i en els Artròpodes es forma a partir de vesícules celòmiques. ?

Contràriament el creixement en pes és més o menys continu, amb petits decrements a l'inici de la postecdisi. *Als líquids inferiors a l'adisi són substituïts per nous líquids a l'inici de l'intermuda.*  
*Fisiologia de la muda → a través d'un complex sistema d'hormones.*

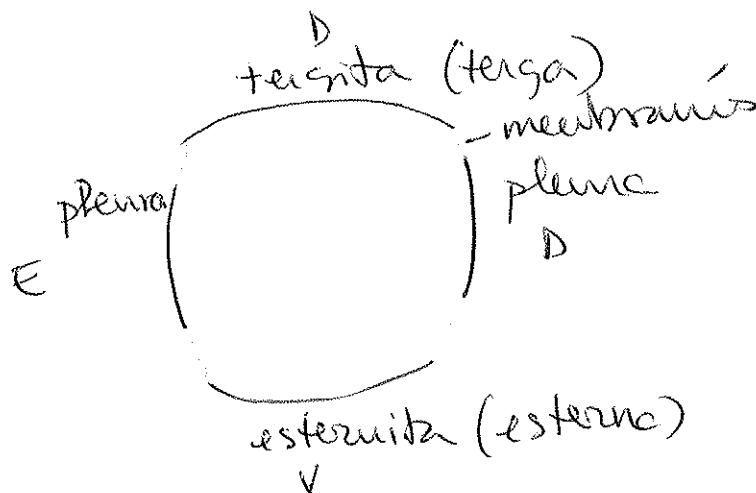
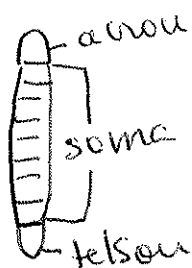
### LA METAMERITZACIÓ.

Una de les característiques que defineixen els Artròpodes és tenir el cos segmentat, és a dir, format per una successió de segments o metàmers. La metamerització és una organització estructural que ha tingut un gran èxit biològic ja que la presenten els dos grups que l'han tingut d'una manera més destacada: els Artròpodes i els Vertebrats.

Tal com passa als Anèl·lids, al cos dels Artròpodes s'hi pot distingir en principi tres zones, de les quals només la del mig, anomenada soma, és metamèrica. Les altres dues zones es denominen àcron, l'anterior, i telson la posterior i són homòlogues, respectivament, del prostomi i del pigidi dels Anèl·lids Poliquets; no tenen ganglis nerviosos, ni apèndixs, ni sacs celòmics durant el desenvolupament embrionari i si tenen mesoderma és d'inmigració a partir del soma.

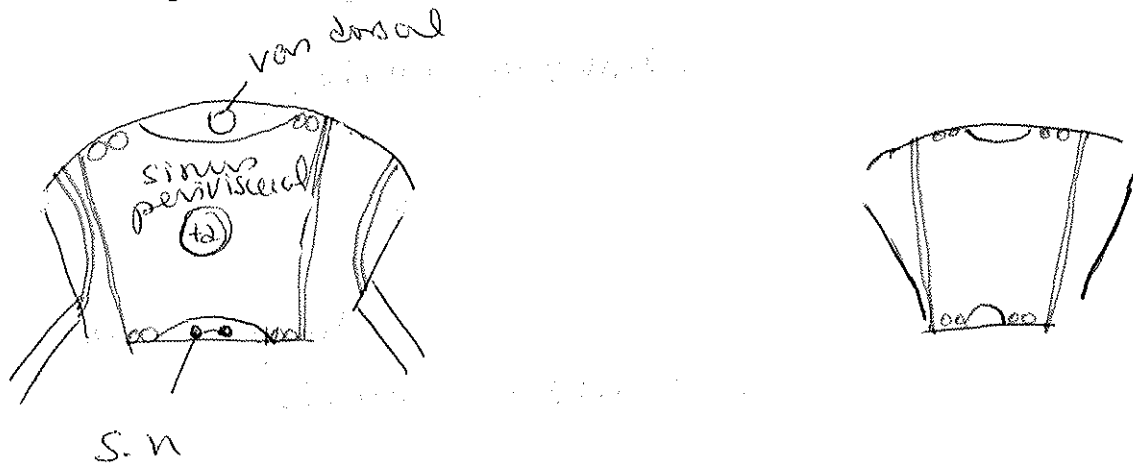
Els metàmers del soma tenen una estructura bàsica constant i s'hi poden distingir regions topogràfiques segons llur posició respecte de la inserció dels apèndixs o respecte del substracte en la posició espacial normal de l'artròpode. D'aquesta forma hi ha una regió dorsal anomenada terga que es localitza entre els apèndixs i per sobre; una regió ventral, l'esterna, situada entre els apèndixs i per sota; dues regions laterals que comprenen la base dels apèndixs, simètriques entre sí, que es diuen pleures. *, 4 esclerites*

Per tal d'evitar la rigidesa que resultaria d'una esclerotització cuticular segmentaria total, entre cada una d'aquestes regions, típicament esclerotitzades, hi ha zones membranoses o bé línies de sutura tergopleurals i esternopleurals. Les zones esclerotitzades s'anomenen esclerites i les no esclerotitzades membranes. *(per falta d'espai)*



Aquestes quatre regions topogràfiques poden estar uniformement esclerotitzades o bé que cadascuna d'elles estigui recoberta per vàries esclerites separades entre si per membranes o sutures; aquestes petites esclerites es denominen tergites, esternites i pleurites, segons la regió on pertanyen.

L'estructura interna dels metàmers també respon a un model general. En les fases embrionàries cada metàmer presenta esbossos mesodèrmics de dues cavitats celomàtiques, de les quals en els individus adults només en queden les restes. Ventralment cada metàmer està travessat per la doble cadena nerviosa i s'hi diferencia un parell de ganglis, els neuròmers, dels quals neixen nervis que van als diferents òrgans i estructures metamèriques. En posició central hi ha el tub digestiu i per damunt d'aquest el vas dorsal o cor, que diferencia un parell d'orificis (els ostíols) a cada metàmer. Cada metàmer té una musculatura pròpia formada, en principi, per quatre feixos longitudinals de fibres estriades, dos de dorsals i dos de ventrals i per músculs dorsiventrals disposats simètricament.



### La tagmatització

Els artròpodes tenen una marcada tendència a la tagmatització, pel procés de tagmosi. Normalment hi ha sempre un tagma cefàlic, on comença el processament de l'aliment i on s'acumulen els òrgans dels sentits. Però darrera del cap, el nombre de tagmas i el nombre de segments implicat en la formació de cadascun d'ells varia en els diferents grups d'artròpodes. Els tagmes postcefàlics s'encarreguen normalment de la locomoció de l'animal i d'allotjar la major part de la massa visceral.

Donat que la composició tagmàtica dels artròpode és precisament un dels criteris de classificació, ho veurem al presentar la diversitat del grup.

## ELS APÈNDIXS.

*formatos per arrels, i amb musculatura intrínseca*

Els apèndixs dels Artròpodes són prominències externes del cos situades a les zones pleurals. Són formacions metamèriques; en principi n'hi ha un parell per segment però poden faltar en algun o alguns segments, fins i tot a un tagma sencer, i excepcionalment poden presentar-se multiplicats, és a dir més d'un parell per segment.

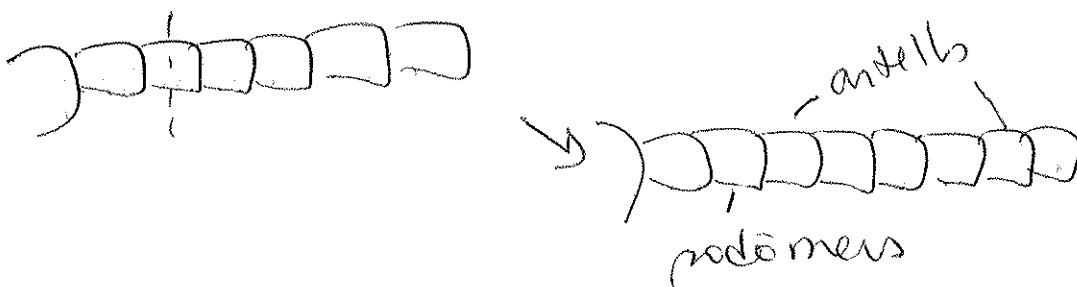
Per considerar a un apèndix com a tal cal que hi hagi musculatura intrínseca, és a dir músculs que insereixin els seus dos extrems en l'apèndix, además de musculatura extrínseca, que per un extrem s'insereix fora de l'apèndix i és corporal, no apendicular.

Els apèndixs dels Artròpodes s'originen a partir d'evaginacions de la paret del cos, en les quals penetren diversos elements: expansions mesodèrmiques, que després degeneren; músculs derivats de la musculatura corporal, però independitzats d'ella; nervis, originats a partir dels ganglis segmentaris corresponents.

de baix

Externament estan recoberts per cutícula, amb un grau d'esclerotització que varia segons els grups i les funcions de l'apèndix. A tots els apèndixs amb esclerotització hi ha membranes articulars ben definides que permeten distingir artells; els artells són peces o parts de l'apèndix que s'articulen entre ells i amb la paret del cos. Es poden anomenar podòmers si al seu interior hi ha insercions proximals i distals (o només d'una d'elles si és un podòmer extrem) de músculs intrínsecs. És relativament freqüent que els podòmers es fragmentin, originant artells sense musculatura intrínseca o recorreguts per ella però sense que s'hi insereixi (tars d'Insectes per exemple). També es poden produir fusions de podòmers amb les coseqüents reorganitzacions musculars.

*artells = podòmers (amb insercions proximals i distals)*



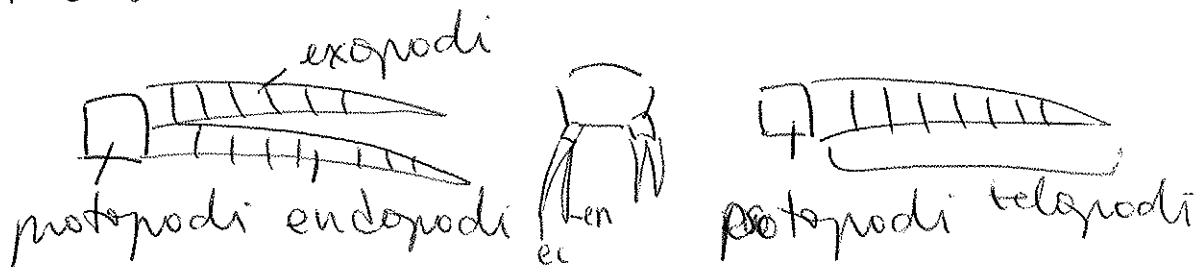
#### TIPUS MORFOLÒGICS D'APÈNDIXS.

La morfologia dels apèndixs dels Artròpodes és molt variada però es poden establir dos tipus bàsics: els unirramis i els birramis.

Si un apèndix té tots els seus artells organitzats al voltant d'un sol eix, o un eix no ramificat, l'apèndix és monorrami i si aquesta és la seva disposició primària és unirrami. Els apèndixs dels Insectes i dels Miriàpodes són monorramis i ademés es consideren unirramis, mentres que els apèndixs marxadors del perèion dels Crustacis Decàpodes són monorramis (caràcter anatòmic) però no són unirramis (caràcter morfològic) com ho demostra el fet que els apèndixs nadadors del plèon del mateix animal són birramis i també com ho són els del perèion d'altres Crustacis Malacostracis.

La part proximal dels apèndixs unirramis (en relitat el primer artell) constitueix el protopodi (o coxopodi) i la resta d'artells configuren el telopodi.

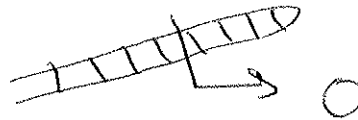
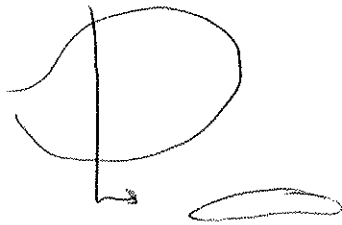
Els apèndixs que tenen els artells organitzats al voltant de dos eixos, o d'un eix ramificat, són birramis tant morfològicament com anatòmica ja que aquesta ramificació es pot considerar primària. Excepcionalment hi ha apèndixs unirramis bifurcats però es poden identificar perfectament com unirramis i es denominen bifurcats.



Els apèndixs birramis tenen una part proximal anomenada protopodi (o simpodi), que pot estar formada per un a tres podòmers, i dues parts distals, una amb podòmers ben constituïts, interna respecte de l'altra, que es diu endopodi i l'altra amb podòmers mal caracteritzats, subdividits i petits, de posició externa, anomenada exopodi. La desaparició d'una de les branques, normalment l'exopodi, origina un apèndix monorrami.

Tots els artells del protopodi, tant dels apèndixs birramis com dels unirramis, i els proximals de l'endopodi dels Crustacis primitius poden originar protuberàncies membranoses o esclerotitzades que s'anomenen exites o endites, segons que es situïn a la part externa o interna de l'apèndix. Cal esmentar l'epipodi dels Crustacis que és una llarga exita del segon artell del protopodi.

morfològia: fil. lepodial / estenopodial



### Articulacions apendiculars

Les articulacions de l'apèndix amb el cos, i dels artells entre si poden ser de bàsicament de dos tipus:

- Membranosa
- Condilar

A l'articulació membranosa, la vora dels artells és més o menys sencera i hi ha un anell membranós continu tot al seu voltant. És el tipus d'articulació més primitiva, però poc eficaç precisament perquè és tan toba.

A les articulacions condilars es diferencien regions prominents rígides que fan contacte amb zones específiques d'encaix de l'artell contigu. Varia el nombre de còndils i la forma de disposar-se. L'articulació és accionada per dos músculs antagònics, o bé per un únic múscul; en aquest segon cas el retorn a la posició inicial s'aconsegueix per elasticitat de la membrana articular i per pressió interna de l'hemolimfa.

aquest múscul és flexor i el moviment antagònic s'aconsegueix per acció de la membrana articular que és elàstica i/o per injecció d'hemolinfa.

- Articulacions bidesmàtiques que tenen dos músculs que són antagonistes.

*elasticitat articular es deu a la presència de resilina.*  
*Molt escurçat*

### ESPECIALITZACIONS APENDICULARS.

Els apèndixs són bàsicament locomotors, en principi marxadors o nadadors i per modificacions secundàries presenten una gran quantitat d'especialitzacions, algunes de les quals coincideixen al mateix apèndix.

**Apèndixs marxadors.** Són els més ben representats en els Artròpodes. En el caminar o correr el moviment de cada apèndix depèn de la seva pròpia musculatura i la del cos, però el moviment regular i ordenat de tot el conjunt dels apèndixs depèn de mecanismes de coordinació entre els metàmers. Aquesta coordinació és especialment important en els grups que tenen un elevat nombre de potes, com ara els miriàpodes; el desplaçament que efectuen, anomenat metacrònic, és característic perquè aparentment les potes fan un moviment semblan a una ona que recorre el cos del darrera cap endavant degut a que cada pota es mou una desfasada respecte de les seves veïnes i el valor d'aquest desfasament és el que determina la velocitat de desplaçament.

Els Miriàpodes i els Crustacis es comporten com a unguilats ja que quan es desplacen damunt el substrat només hi recolzen l'extrem apical de l'apèndix. Els Insectes i els Aràcnids hi posen el darrer artell de l'apèndix (tarsòmers) i per això es poden tenir com a plantígrads o digitígrads.

Alguns Insectes (Heteròpters, Collèmbols, Dípters) caminen per la superfície de l'aigua gràcies a la presència de pèls hidròfugs al darrer artell de les potes.

**Apèndixs nedadors.** Són característics dels Crustacis i normalment són amples i laminats. Alguns grups utilitzen pràcticament tots els apèndixs del cos per nedar i el seu moviment és metacrònic; d'altres només n'utilitzen alguns i s'ajuden mitjançant la furca caudal o amb moviments bruscs de l'extrem posterior del cos. Alguns Crustacis realitzen un moviment isocrònic (simultani) d'alguns apèndixs per desplaçar-se dins de l'aigua (Cladòcers, que utilitzen les antenes i Copèpodes, que fan servir alguns pereïopodis).

Alguns Insectes (Heteròpters, Coleòpters) són aquàtics en estat adult i neden activament utilitzant el darrer parell de potes, on porten determinades estructures especialitzades.

**Apèndixs minadors i excavadors.** Generalment són apèndixs locomotors especialitzats i, en alguns casos, apèndixs bucals modificats. Els utilitzen per excavar galeries, tubs, nius, etc; els Insectes xilòfags fan servir les peces bucals per a triturar la fusta de la qual s'alimenten i al mateix temps van perforant galeries.

**Apèndixs saltadors.** Generalment s'utilitzen com a complement dels apèndixs caminadors. Aquests apèndixs corresponen al darrer parell de potes (Ortòpters, Sifonàpters) o a apèndixs abdominals especia-

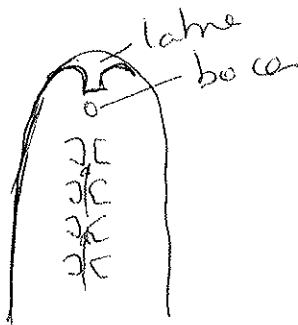
litzats (Collèmbols). Aquest moviment és brusc i isocrònic.

**Apèndixs bucals: gnatoapèndixs.** Hi ha diferents apèndixs bucals que participen a la captura i preparació de l'aliment: mandíbules, maxílles, llavi, maxil·lípedes. Els gnatoapèndixs són els que de forma immediata preparen l'aliment per la seva ingestió. La constitució i forma d'actuar d'aquests apèndixs està en relació amb la manera peculiar en que arriba el menjar a la cavitat bucal.

En els Trilobits, Quelicerats aquàtics i Crustacis primitius l'aliment és recollit pels apèndixs de segments postbucals i es portat cap endavant mitjançant mecanismes mecànics o hidràulics fins que topa amb el labre (estructura cefàlica que limita la boca per davant i per sota); aleshores l'aliment és preparat per l'ingestió mitjançant les endites de les coxes de les mandíbules dels Crustacis o de varis dels parells prosòmics dels Quelicerats (Limúlids) i Trilobits. Aquests apèndixs normalment tenen endopodi i exopodi o només endopodi i molt rarament els perden tots dos. A aquest tipus de preparació de l'aliment i a aquest tipus d'gnatoapèndixs s'els anomena gnatobàsics ja que la masticació es realitza amb la zona basal de l'apèndix.

En els Miriàpodes i Insectes l'aliment és recollit directament del substrat mitjançant les mandíbules o per algun apèndix posterior no gaire allunyat. En qualsevol cas és recollit entre els àpexs dels dos apèndixs del parell i és tractat per l'àpex de les mandíbules, les quals no estarien segmentades o s'haurien fusionat els seus artells. A aquest tipus de preparació de l'aliment i a aquesta mena d'gnatoapèndixs (sempre mandíbules) s'els denomina telognàtics ja que la masticació es realitza amb l'extrem distal.

*Important* / **Altres tipus d'apèndixs.** Hi ha encara moltes altres especialitzacions apendiculars. Cal esmentar els apèndixs tàctils (antenes), prensors, relacionats amb la reproducció (còpula, transferència d'esperma, posta), respiratoris, estriduladors, etc.



*gnatoapèndixs*  
alimentació gnatobàsica

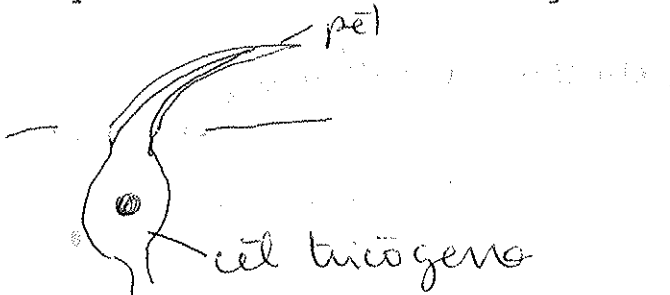
*mandíbules o altres apèndixs propers, per la punta*  
alimentació telognàtica

Exocutícula - tanada  
Endocutícula - dipòsit càlcic

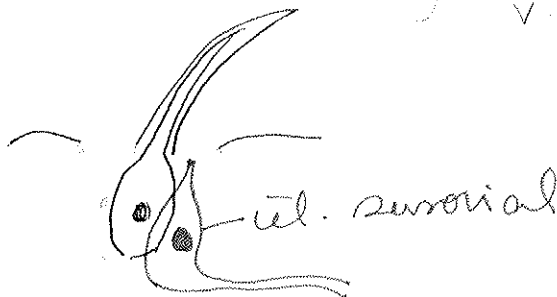
### Formacions tegumentàries

La superfície de la cutícula pot estar revestida per diverses formacions externes, que en funció del seu origen són:

- engruiximents de la cutícula: es manifesta en forma de tubercles, estries, rugositats, etc., més o menys prominents respecte a la superfície de la cutícula.
- formacions originades per cèl.lules epidèrmiques especialitzades: es caracteritzen per ser articulades, i reben el nom general de sedes. Aquestes sedes tenen la següent constitució bàsica:



Si en aquesta estructura bàsica s'hi incorpora una cèl·lula sensorial (neurona sensorial), ja tenim la unitat sensorial bàsica dels artròpodes. (sensília)



v. pàg 18

### Els colors dels artròpodes

La coloració dels artròpodes pot tenir un origen químic (pigments englobats a la cutícula, a l'epidermis o en els teixits subepidèrmics) o físic (per la disposició de les diferents capes cuticulars, que produeixen reflexió i difracció de la llum). Els tons metàl·lics tenen un origen físic.

Els pèls i altres formacions cuticulars contribueixen a les irisacions (com el nacre dels mol·luscs).

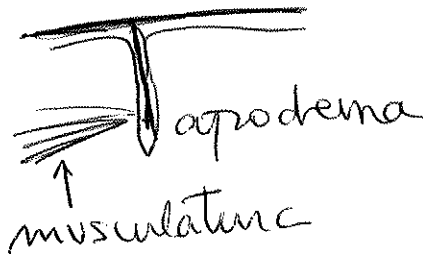
La combinació dels tres fenòmens dona la coloració final de l'artròpode.

## L'ENDOESQUELET.

Els músculs dels Artròpodes s'insereixen a la cutícula; el lloc concret de la inserció és de vegades una zona membranosa o lleugerament esclerotitzada i això fa que l'eficàcia de la contracció muscular sigui poc elevada. Per aquest motiu els músculs normalment s'inserten en zones esclerotitzades de la cutícula. Si aquesta cutícula presenta en el lloc de la inserció una invaginació o un plec invaginal es millora molt l'eficàcia del múscul.

L'endoesquelet o esquelet intern és el conjunt d'invaginacions del tegument o apodemes a les quals s'insereixen els músculs. Els apodemes poden ser invaginacions puntuals tubuliformes (anomenades apòfisis per alguns autors), que deixen a l'exterior una foramen apodemal (o apofisari) o plecs invaginals laminars que deixen a l'exterior un solc o una simple línia (sutura).

Els apodemes poden servir també per a reforçar la resistència de l'exosquelet, fent-lo més rígid i compacte a les zones del cos sotmeses a forces de tracció.



## ORGANITZACIÓ INTERNA

### Cavitat del cos

Ja hem comentat que es tracte d'un hemocel, procedent de modificacions del blastocel i el celoma, ple d'hemolimfa. El celoma queda restringit a les gònades, els òrgans excretors metamèrics i al cor (com passava als Mol.luscs). (vesícula dorsal, mitja i lateral? escluiu del grup ? (v. pàg. 24)



L'interior de la cavitat hemocèlica queda dividida, com ja vam veure, per septes transversals que defineixen els sinus corresponents: pericàrdic, perivisceral i perineural.

### Musculatura

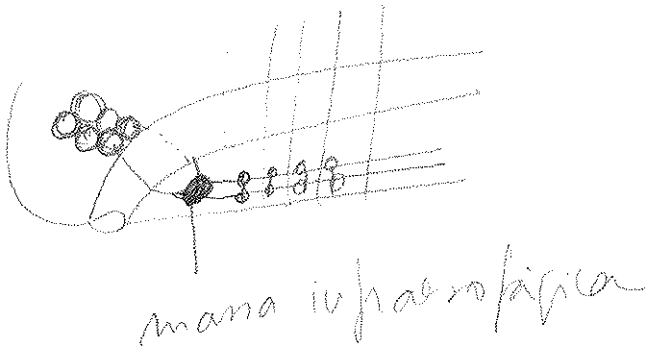
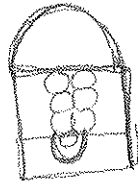
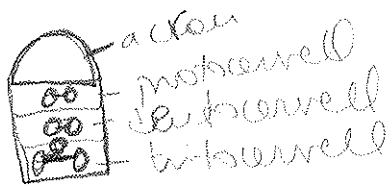
La naturalesa d'aquesta musculatura és estriada en Quelicerats, Crustacis i Insectes, i imperfectament estriada als Miriàpodes.

Es divideix en musculatura somàtica i visceral.

La somàtica relacionen els metàmers i els artells apendiculars entre sí i entre ells. S'organitza en la musculatura intrínseca dels apèndixs, i en feixos longitudinals i dorsoventrals (ja vist en el tall transversal).

La somàtica envolta les vísceres de manera més o menys contínua, i consta de fibres longitudinals i fibres circulars, com les que trobem per exemple al voltant de part del budell. En altres llocs, la xarxa muscular és discontinua, i intervé en la deglució, el peristaltisme, el tancament dels orificis respiratoris, etc.

Que als artròpodes es presenti musculatura estriada ha fet possible l'aparició del vol, exercici que no seria possible amb musculatura llisa, de resposta molt més lenta.



anacids → appendix  
motocilis  
(pedipalps,  
4 p. potes)

"mandibulats"  
antibus  
minipods  
insectis } -3 panells  
pele kulels  
["gnatocervell"]

Prothorax → ~~4 p. ant.~~ <sup>costae, pedunculats (fungiforms)</sup> seg. preantennal - function associative (optics)  
Deutocerrell → seg. antenel  
tact, gust, olfacte } antus insectis i  
minipods  
11 p. antus antibus

Tritocerrell → ~~seg. mandibular~~ } 20 p. antus antibus  
tact, olfacte, gust } pelicens quelibet  
seg. nemandibular  
Insectis i Minipods

massa infraesophagea

## Sistema nerviós central

Respon al model escaleriforme, amb una cadena ganglionar hiponeure i un cervell.

El cervell està format per tres parells de ganglis situats per sobre de l'esòfag:

- 1r. parell --- protocervell (més aviat fusionats) - ulls, acron
- 2n. parell --- deutocervell (més aviat fusionats) - antenes (1r p. Cn, M, I)
- 3r. parell --- tritocervell (manté l'aspecte ganglionar) - antenes (2n p. Cr)   
 - queliceres

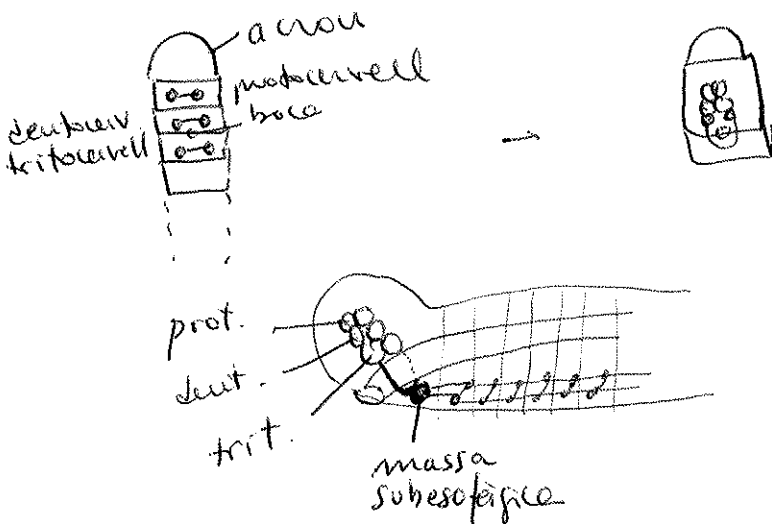
És possible que al protocervell s'incorporin elements nerviosos de l'acron.

El tritocervell s'uneix a la cadena ventral per mitjà d'una comissura.

**Protocervell** es relaciona amb el sentit visual. També integra i coordina, i té relació amb el comportament (s'observa que està més desenvolupat als insectes socials, amb un comportament més complex)

**Deutocervell** es relaciona amb el tacte (antenes), gust i olfacte. Com que els quelicerats no tenen antenes, tenen un deutocervell molt reduït. (comissura supracoràtica)

**Tritocervell** es relaciona també amb el gust i l'olfacte. Intervé els queliceres. (comissura subesofàgica)



A continuació del cervell ve la cadena ganglionar ventral, en principi amb un parell de ganglis per segment, encara que hi ha moltes modificacions a aquest patró.



## ELS ÒRGANS DELS SENTITS.

Els Artròpodes tenen els òrgans dels sentits notablement desenvolupats i això ha estat un dels factors decisius en el gran èxit adaptatiu que ha tingut el grup.

Malgrat la diversitat aparent els òrgans sensorials tenen sempre un conjunt d'elements que constitueixen una sensília. Aquests elements, sempre de naturalesa ectodèrmica, són els següents:

- Una o diverses cèl·lules sensorials epidèrmiques especialitzades que es relacionen amb un centre nerviós mitjançant fibres nervioses. (neurone)
- Formacions cuticulars que assegurin la transmissió de l'excitació produïda per factors externs o interns a la cèl·lula sensorial. (articulació + pèl o seda)
- Una o diverses cèl·lules epidèrmiques associades a la cèl·lula sensorial que segreguen els elements cuticulars de la sensília o que aïllen la cèl·lula sensorial de l'ambient. (cèl. tormiofèra i cèl. tricofèra)

Les sensílies poden estar soles i constituir òrgans simples o bé agrupar-se per formar òrgans complexos. D'acord amb el seu origen ectodèrmic, es relacionen sempre amb el tegument i per tant es localitzen a la cutícula del cos i dels apèndixs, a l'estomodeu i al mesodeu, a les invaginacions traqueals, etc.

Segons l'origen de l'estímul que capten, els òrgans sensorials són exteroceptors (capten estímuls provinents del medi) o propioceptors o interoceptors (capten estímuls interns) i segons el tipus d'estímul que capten, els òrgans sensorials poden ser classificats en mecanoceptors, quimioceptors i fotoceptors.

Per la seva particular estructura, val la pena de comentar alguns d'aquests.

red. pos següent

Els òrgans fotoreceptors són freqüents en els artròpodes, però en molts casos es tracta d'estructures no homòlogues entre elles. En aquests ulls, com sempre, hi trobem:

- un aparell diòptric (còrnia: cutícula transparent; cristal·lí: format per cèl·lules o les seves secrecions) i el cos vitri (capa de cèl·lules), la funció del qual és concentrar els raigs de llum sobre la retina.

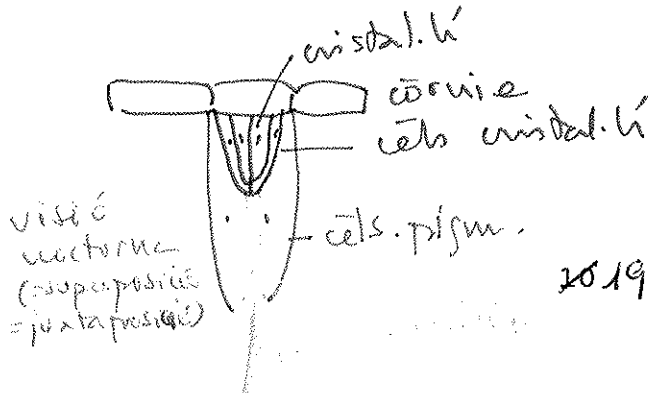
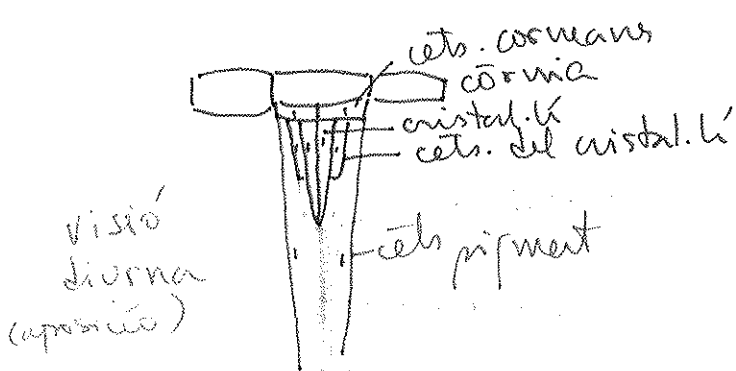
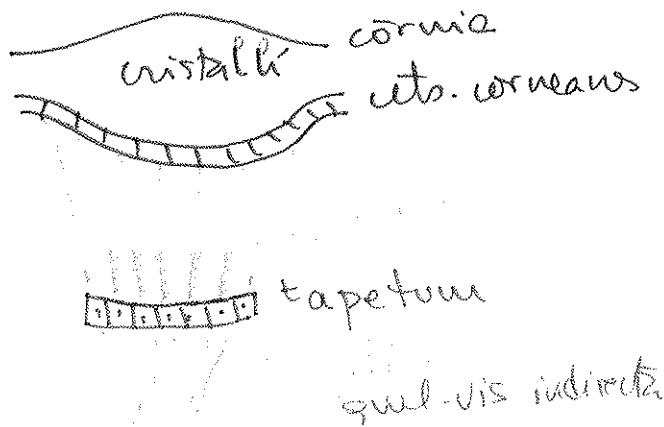
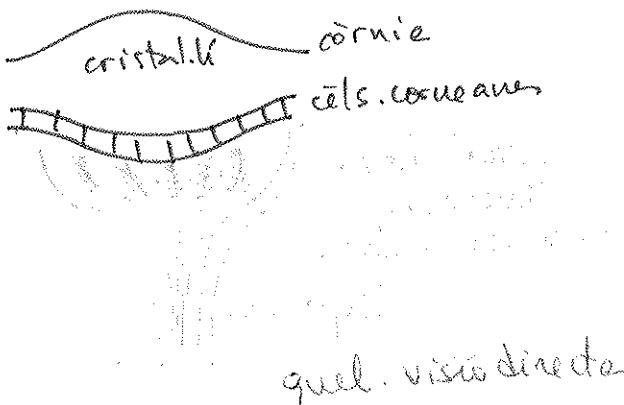
- un aparell fotosensible (retina), en el qual hi ha cèl·lules que contenen el pigment fotosensible i els elements sensorials que transmeten la sensació al cervell (cèl·lules retinianes, nervi òptic).

En els artròpodes hi ha dos tipus bàsics d'aparells visuals: les ocel·les o ulls simples, i els ulls compostos. La diferència entre ells és estructural i funcional.

Els ulls simples són presents a tots els grups d'artròpodes, però això no vol dir que siguin iguals en tots els grups, ni que siguin tan sols homòlegs. Formen una sola unitat i funcionen com una sola unitat.

És interessant el cas dels aràcnids, en que hi ha ocel·les de visió directa o diurna, i de visió indirecta o nocturna. En aquest segon cas, una capa reflectora darrera la retina amplifica l'escassa llum i permet veure-hi.

En els <sup>quel·licerats</sup> mandibulats (crustacis, miriàpodes i insectes), els ulls simples són més aviat fotosensibles i no formen imatge, però poden percebre moviment per llum i ombra.



Els ulls compostos són característics dels Crustacis, Insectes, Merostomats i Trilobits. Estan formats per la juxtaposició de sensílies fotosensibles anomenades ommatidis. Cada ommatidi té el seu aparell diòptric o faceta, excepte en els Xifosurs que és comú, hexagonal en Insectes i quadrangular en Crustacis, que es renova a cada muda. Aquesta faceta o còrnia és segregada per cèl·lules corneanes laterals sovint pigmentades i a sota seu hi ha el cristallí o con cristallí, format per la juxtaposició de quatre peces secretades per les cèl·lules cristallines; el con cristallí concentra i transmet la llum cap al rabdoma, format pels rabdòmers de les cèl·lules de la retina. Cada ommatidi està envoltat de cèl·lules pigmentàries que l'aïllen dels ommatidis veïns. A partir de la regió distal de les cèl·lules retinals es diferencien les fibres nervioses que formen el nervi òptic que connecta amb el lòbul òptic del protocervell.

Insectes



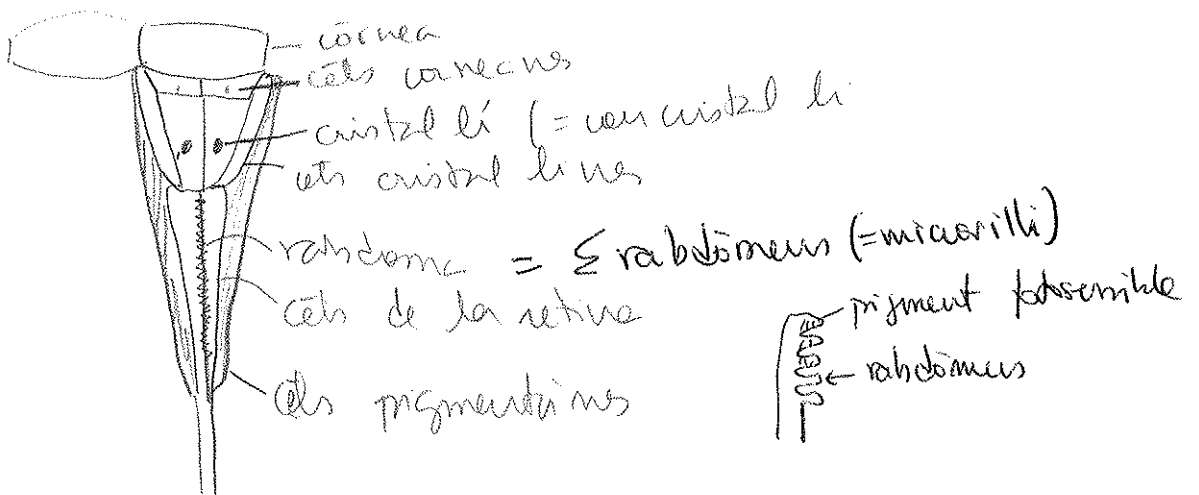
Crustacis

Segons l'estructura i la disposició de les cèl·lules pigmentàries hi ha dos tipus d'ulls compostos: els ulls d'apòsició o de visió diürna i els de superposició o de visió nocturna. En els ulls d'apòsició les cèl·lules pigmentàries envolten completament l'ommatidi impedit que un mateix raig de llum en travessi més d'un; cada ommatidi forma una imatge i hi ha tantes imatges com ommatidis, que són nítides però poc lluminoses atés que només aprofiten una petita part dels raigs lluminosos que arriben als ulls. En els ulls de superposició les cèl·lules pigmentàries es concentren d'una manera discontinua a la regió proximal i distal de l'ommatidi de manera que la regió intermèdia queda oberta als raigs lluminosos, els quals poden travessar diversos ommatidis; d'aquesta manera es produeix la superposició de les imatges dels ommatidis, cosa que fa que siguin més lluminoses però menys nítides.

superposició  
" "  
juxtaposició

Els ulls laterals de les larves, nimfes i adults d'alguns Insectes i els ulls d'alguns Quilopodes són com una mena d'ulls compostos reduïts, amb pocs ommatidis, sense cristallí o rudimentari i sense cèl·lules corneanes. Aquests ulls s'anomenen estemmata i són innervats, com els ulls compostos, pel lòbul òptic del protocervell.

i els ocells



## L'APARELL CIRCULATORI.

Llevat d'alguns Artròpodes molt petits que secundàriament l'han perdut, els Artròpodes tenen un sistema circulatori més o menys desenvolupat, obert, lacunar i relacionat amb la cavitat hemocèlica. Consta d'un cor i un sistema de vasos.

El cor o vas dorsal és l'òrgan propulsor de l'hemolimfa i està situat dins del si pericàrdic. Està dividit en petites cambres, els ventricles, de disposició metamèrica, separades entre si per vàlvules i obertes per parells d'orificis, els ostíols, a la cavitat pericàrdica. Està suspès de la part dorsal del cos mitjançant músculs o membranes reforçades per músculs anomenats alars.

El cor és un tub de teixit muscular llis, el miocardi, envoltat d'una fina capa de teixit conjuntiu i la seva llum està delimitada pel sarcolemma i de vegades per una pel·lícula d'hemòcits, però mai per epiteli.

Els moviments de contracció del cor o sistoles són provocades per la contracció del miocardi; les sistoles provoquen una circulació peristàltica, ~~és a dir~~ del darrera cap al davant, i l'hemolimfa surt del cor per les artèries. Les dilatacions del cor o diàstoles són provocades per la relaxació del miocardi i per la contracció dels músculs alars; en aquest moment l'hemolimfa provinent del si pericàrdic penetra al cor a través dels ostíols.

Els vasos sanguinis són mesepitelials; l'epiteli és cúbic, amb membrana basal desenvolupada cap l'exterior del vas. Són elàstics i no tenen musculatura, excepte modificacions secundàries que els converteixen en cors pulsàtils secundaris situats a la base dels apèndixs i de les ales.

Com es pot veure l'organització dels vasos i del cor és molt diferent i per això, en sentit estricte no és pot dir que el cor és un vas contactil. Tampoc es pot homologar amb el vas dorsal dels Anèl·lids.

Segons el desenvolupament dels vasos sanguinis podem distingir dos tipus d'aparells circulatoris, el de tipus arterial i el de tipus aòrtic. El sistema circulatori aòrtic és senzill i consta del cor i una aorta anterior (de vegades també n'hi ha una altra de posterior amb circulació retrògrada) que propulsa l'hemolimfa cap a l'hemocel. Aquesta disposició la trobem en la majoria de Miriàpodes i d'Insectes i per simplificació en alguns Crustacis i Quelicerats. En la majoria d'Artròpodes de respiració traqueal el sistema arterial està molt reduït ja que les tràquees substitueixen fisiològicament, en molts aspectes, l'aparell circulatori.

tipus aòrtic  
senzill  
resp. traqueal  
arterial  
complicat  
resp. branquial o  
fil. loquax

En el sistema de tipus arterial hi ha artèries que neixen de les aortes anterior i posterior i del cor mateix; porten l'hemolimfa cap els diversos òrgans i en alguns casos es troba un sistema venós que retorna l'hemolimfa al cor. Aquest sistema circulatori el presenten bàsicament els Artròpodes de respiració branquial com ara els Crustacis i els Quelicerats i també és present en alguns Miriàpodes.

→ El líquid circulatori és l'hemolimfa, teixit líquid format per un fluid que porta diverses substàncies dissoltes, metabòlits i

cèl·lules sanguínies o hemòcits de diferents tipus; els granulòcits són comuns a tots els Artròpodes actuals i tenen funcions de fagocitosi i de coagulació.

L'hemolimfa pot tenir pigments respiratoris, hemocianina en Crustacis i Quelicerats i hemoglobina en alguns Insectes. L'hemoglobina es troba sempre en dissolució i la hemocianina pot trobar-se també en cèl·lules especials. La funció de transport de gasos respiratoris del pigment respiratori només es dona en aquells casos en que la respiració és fonamentalment branquial o tegumentària (en Artròpodes aquàtics) com als Crustacis, Limúlids i a algunes larves d'Insectes ) o bé pulmonar com és en els Aràcnids.

seu de traqueles

### L'APARELL RESPIRATORI.

La funció respiratòria, en els Artròpodes, pot estar associada o no a la circulació. Amb aquest criteri, podem distingir:

- relació amb la circulació  $\left\{ \begin{array}{l} \text{brànquies (aquàtics)} \\ \text{pulmons o} \\ \text{fil. botziques (terrestres)} \end{array} \right.$
- no relació amb la circulació  $\left\{ \begin{array}{l} \text{trípues (Dendrotípues)} \\ \text{(Insectes i Miriàpodes)} \end{array} \right.$

Només en casos excepcionals la respiració és subtilment cutània. Demona una talle petita i una cutícula permeable. La trobem en petits crustacis, i en alguns artròpodes que viuen en zones saturats d'humiditat (àcars, insectes, miriàpodes).

També la respiració cutània pot afegir-se a la respiració per mitjà d'òrgans especialitzats.

Des d'un punt de vista estructural

- evaginacions - brànquies
- invaginacions - trípues  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Dendrotípues} \\ \text{fil. botziques} \\ \text{(pulmons)} \end{array} \right.$

La respiració branquial és característica dels grups aquàtics, és a dir dels Crustacis, Merostomats i Trilobitomorfs. L'intercanvi de gasos es fa en uns òrgans especials, les brànquies, que es localitzen en els apèndixs. El prototipus de les brànquies dels Crustacis correspon a un lòbul pla, l'epipodi, que té el tegument molt prim i profusament vascularitzat.

*Insectes aquàtics*

*Pereïon*

Llevat dels Estomatòpodes, en els quals també intervenen els pleopodis, i dels Isòpodes, en els quals els òrgans respiratoris són els endopodis dels pleopodis, a la resta dels Crustacis les brànquies es situen als epipodis dels pereïopodis.



A partir del model lobulat s'han format altres tipus de brànquies. En general l'estructura d'una brànquia és bàsicament idèntica per tots els tipus i consisteix en un eix central, a l'interior del qual corre un vas aferent i un altre eferent per on circula l'hemolimfa, al llarg del qual es disposen prolongacions laterals o branques de diferent morfologia i tipus d'inserció.



Les brànquies en principi són externes però la tendència evolutiva és que cada cop ocupin una posició més interna. D'aquesta manera apareixen les cambres branquials; als Decàpodes aquestes cambres estan delimitades per la paret del cos i per la closca cefalotoràcica. En aquestes cambres es produeix la difusió dels gasos respiratoris de l'aigua a les brànquies i en elles cap als vasos sanguinis.

La respiració traqueal és una conseqüència de l'adaptació al medi terrestre i és característica dels Aràcnids, Miriàpodes i Insectes. L'intercanvi de gasos es fa a través d'unes invaginacions del tegument, les tràquees, per les quals circulen els gasos relacionats amb la respiració. Hi ha dos tipus bàsics de tràquees: les fillotràquees i les dendrotràquees.

*Opistosoma*

Les fillotràquees o pulmons dels Aràcnids són invaginacions del tegument de la regió antero-central de l'abdomen que formen un vestíbul o atri, la paret anterior del qual engendra per invaginacions secundàries una sèrie de làmines paral·leles equidistants i disposades com les làmines d'una pinta. Petites tiges de quitina mantenen les làmines separades i permeten una constant circulació d'aire entre elles, la qual cosa permet l'intercanvi de gasos amb l'hemolimfa. Els pulmons comuniquen amb l'exterior a través d'unes esclatxes o estigmes, generalment ovalades, que es mantenen oberts per l'acció d'un petit múscul que s'insereix a l'entrada de l'atri.

Els pulmons es poden interpretar com apèndixs opistosòmics molt diferenciats i involucionats, homologables amb les potes branquials dels Merostomats.

*Renovació cuticular org. resp. amb la muda*



Les dendrotràquees o tràquees típiques són invaginacions tubulars del tegument, més o menys ramificades, que es distribueixen per la cavitat general del cos, envoltant i penetrant els diferents òrgans i teixits. Consten d'un epitelí que segrega la cutícula, formada per l'endocutícula, l'exocutícula i l'epicutícula. L'epicutícula presenta uns engruiximents disposats en anells o espirals; el conjunt forma un filament espiralat anomenat ctenidi que dona força a l'estructura tubular de la tràquea. Les darreres ramificacions de les tràquees només estan tapisades per una fina capa d'epicutícula que és molt permeable a l'aigua. Aquestes ramificacions reben el nom de traqueòles i estan contingudes en el citoplasma d'unes cèl·lules estrellades dites cèl·lules traqueolars. Les seves terminacions penetren en els teixits i estan plenes de líquid tisular que es retira quan penetra l'aire.

Els orificis externs de cadascuna de les invaginacions traqueals són els estigmes o espiracles. Tenen forma circular u ovalada i poden ser de diferents tipus:

- Estigmes simples sense atri.
- Estigmes amb atri i peritrema.
- Estigmes amb atri i llavis de tencament de l'atri.
- Estigmes amb un dispositiu d'oclusió a la base de l'atri i amb un dispositiu de filtratge.

Originalment les tràquees tenen una disposició metamèrica. En els grups més primitius n'hi ha un parell a cada segment, independents l'una de l'altra, però el cas més corrent és que les tràquees dels diferents segments es comuniquin i tinguin troncs longitudinals comuns. Moltes vegades això comporta la reducció del nombre d'estigmes i llavors es localitzen només a determinades regions del cos. En Insectes molt actius, com per exemple Himenòpters voladors, les tràquees es dilaten formant sacs aeris. Aquests sacs no tenen ctenidis i són molt dilatables; serveixen per augmentar la quantitat d'aire i actuen com a òrgans aerostàtics.

En els Insectes aquàtics podem distingir dues grans modalitats de respiració: obtenir l'oxigen de l'aire o obtenir-lo del que està dissolt en l'aigua. Per obtenir l'oxigen atmosfèric han de posar en contacte amb la superfície alguna regió del cos que tingui estigmes per on entri l'aire; hi ha espècies que emmagatzemen l'aire en reservoris (espai subelital de Coleòpters aquàtics).

Per utilitzar l'oxigen dissolt a l'aigua hi ha diversos sistemes, d'entre els quals destaquen les traqueobrànquies. Són evaginacions amb parets molt fines del tegument, externes (a la part final de l'abdomen) o internes (a la bosa rectal, part final del tub digestiu).

*Renovació estomodeu i proctodeu amb la muda*

#### **L'APARELL DIGESTIU.**

El tub digestiu dels Artròpodes és un òrgan tubular al llarg del qual s'hi desenvolupen una sèrie de processos secuencials que tenen com objecte proporcionar a l'animal les substàncies necessàries pel seu creixement i les seves activitats. Consta de tres parts, l'estomodeu, el mesodeu i el proctodeu, d'origen embrionari complex. Les porcions inicial i final, estomodeu i proctodeu, són ectodèrmics i es formen com invaginacions ectodèrmiques poste-

riorment a la configuració de la part intermèdia, el mesodeu, que és endodèrmica. Aquestes tres parts estan separades per vàlvules: la cardíaca o esofàgica entre l'estomodeu i el mesodeu i la pilòrica entre el mesodeu i el proctodeu.

L'estomodeu s'inicia a la boca, prop de <sup>proventri de</sup> la qual es situen els apèndixs bucal. Comprèn diferents zones, com la cavitat bucal, la faringe, l'esòfag, el pap, el pedrer, el molinet gàstric, etc., diferents a cada grup i relacionades amb el tipus d'aliment (sòlid, líquid, dur, tou, etc.). Al seu nivell té lloc la trituració de l'aliment i se n'inicia la digestió, gràcies a l'acció de glàndules annexes com ara les salivals. Sovint l'estomodeu està proveït de denticles i formacions quitinoses que intervenen en la trituració de l'aliment, ja que la vàlvula cardíaca només permetrà el pas d'una papilla més o menys fina.

El mesodeu també s'anomena estómac glandular o intestí. En ell té lloc la digestió enzimàtica de l'aliment i l'absorció dels productes digerits. Pot presentar cecs digestius i glàndules annexes, la forma i disposició de les quals és molt variable segons el grup. La paret del tub digestiu en general i molt especialment la del mesodeu presenta músculs que assegurin els moviments peristàltics, tot afavorint el desplaçament de l'aliment. En el mesodeu dels Miriàpodes, Insectes i alguns Crustacis es segrega la membrana peritròfica; aquesta membrana té en principi una funció de protecció de l'epiteli de la llum del tub enfront de l'abrassió produïda per l'aliment i també la d'evitar una infecció fúngica del mesodeu d'animals edàfics, ja que en renovar-se periòdicament (fins i tot cada dia) manté una certa esterilitat del tub. La membrana peritròfica és de tipus quitinós i és segregada per cèl·lules especialitzades d'un anell que es troba al començament del mesodeu.

El proctodeu és la regió terminal del tub digestiu i també s'anomena intestí posterior. Desemboca a l'exterior a través de l'anus. En general no està regionalitzat, excepte en alguns casos que com a conseqüència d'especialitzacions concretes ho pot estar molt. En qualsevol cas, els Artròpodes terrestres presenta una bossa rectal, en la qual es produeix una intensa reabsorció d'aigua i de ions i d'aquesta manera contribueix a l'osmoregulació interna. Al seu nivell es formen els excrements; és interessant assenyalar que les formes no madures sexualment d'algunes espècies d'Artròpodes que es nodreixen d'aliments elaborats especialment (larves d'Himenòpters socials) o que viuen en hàbitats particularment secs, no hi ha comunicació funcional continua entre el mesodeu i el proctodeu i si elaboren excrements, els acumulen al final del mesodeu i només els expulsen amb les mudes.

La digestió dels aliments és en general interna; en els grups que no presenten peces bucal diferenciades, com els Aràcnids, és externa; aboquen sucs digestius a les preses capturades i posteriorment absorbeixen els líquids resultants de la digestió parcial de l'aliment i els acaben de digerir en el mesodeu.

Segons els tipus d'aliment, els Artròpodes es poden classificar: *Resumir*

- Omnívors o polífags, que s'alimenten de matèria orgànica de qualsevol procedència.
- Carnívors o zoòfags, que es nodreixen de carn o dels fluids interns d'altres animals vius.

- Herbívors o fitòfags, que s'alimenten de plantes o dels seus líquids, com ara la saba, el nèctar, etc.
- Sapròfags que s'alimenten de matèria orgànica en descomposició.
- Macròfags que mengen aliment de mida grossa i de naturalesa diversa; la macrofàgia és pròpia d'espècies proveïdes d'apèndixs bucals o formacions especials per a triturar l'aliment.
- Micròfags que mengen partícules petites que es troben en suspensió en el medi i per això aquest règim es propi d'espècies aquàtiques i intersticials; tenen apèndixs especialitzats capaços de produir corrents d'aigua en direcció a la boca i/o filtrar-la per retenir les partícules alimentàries.

## ELS ÒRGANS EXCRETORS.

Els Artròpodes presenten dos tipus bàsics d'òrgans excretors: metamèrics, és a dir d'origen mesodèrmic, i no metamèrics, d'origen divers però certament no mesodèrmic.

Els òrgans excretors metamèrics són derivats celòmics. El celoma apareix en els Artròpodes per buidat (estufament, ahuecamiento) de les petites masses parelles mesodèrmiques que es van produint, formant vesícules o sacs celòmics. Normalment cadascuna d'aquestes vesícules es pot compartimentar en tres parts, una dorsal, una altra lateroventral y una altra ventral. El mesepiteli de la primera origina diversos òrgans segons els grups i el de la segona la musculatura intrínseca apendicular, i les dues cavitats acaben desapareixen. Contràriament, la part ventral es manté durant una bona part del desenvolupament embrionari i fins i tot la d'alguns segments (quasi a tots en els Onicòfors) perdura en totes o algunes fases del desenvolupament postembrionari.

*es p'afectaria  
Apuntes no  
s'havia  
d'haver  
explorat  
a la  
canal  
general*

Aquests òrgans segmentaris o òrgans celòmics consten d'una vesícula sacciforme o globosa, la vesícula celòmica, banyada pel líquid hemocèlic i d'un túbul més o menys contorsionat, el celomiducte, que pot diferenciar una bufeta distal, que desemboca a l'exterior per un orifici excretor o nefropor.

La funció dels òrgans segmentaris és la regulació hídrica i iònica, l'excreció de productes nitrogenats, la secreció salival i la producció d'altres fluïts com ara seda, cera, líquids lubricants, etc.

*no s'afectaria*

Els òrgans segmentaris són característics dels Crustacis, els Xifosurs i els Aràcnids, bé que també poden presentar-se en alguns Miriàpodes i Insectes.

*els trobem dispersos una mica arreu dels artròpodes però mai de manera exclusiva  
Regió anterior del cos*

- Crustacis: glàndules antenals o maxil·lars, segons si els orificis excretors es situen a la base del segon parell d'antenes o del segon parell de maxil·les,
- Xifosurs i Aràcnids: glàndules coxals ja que l'orifici s'obre a la base de les coxes dels apèndixs del prosoma (4 parells en els Xifosurs i 1 parell a alguns Aràcnids).
- Miriàpodes i Insectes: es relacionen amb les peces bucals i les antenes i reben el nom de ronyons cefàlics, labials o maxil·lars.

Els òrgans excretors no metamèrics s'anomenen tubs de Malpighi. Es troben a la majoria d'Insectes, en els Miriàpodes i en alguns Aràcnids. Consisteixen en una sèrie de tubs primis i cecs per un

extrem, situats en la cavitat general del cos i que desemboquen al tub digestiu, a la zona límit entre el mesodeu i el proctodeu. En alguns casos l'extrem cec adossat al final del recte (crip-  
tonefridisme) per tal de reabsorbir aigua. El seu origen no és clar; per alguns autors serien endodèrmics (derivats del mesodeu) i per d'altres ectodèrmics (derivats del proctodeu). El seu nombre és variable segons els grups. La seva funció és captar els productes residuals que porta l'hemolimfa per mitjà de la filtració i després abocar-los al tub digestiu.

→ NERVIS

### L'APARELL REPRODUCTOR.

L'aparell reproductor dels Artròpodes deriva, en part, de les cavitats celomàtiques; les gònades s'originen per parelles del mesepiteli i llur cavitat és típicament celomàtica. Per això les gònades són metamèriques, però aquesta metamèria només es conserva a alguns grups de Quelicerats (Escorpins, Picnogònids) i Insectes (Diplurs). A la majoria d'Artròpodes l'aparell reproductor és format per un únic parell de gònades, que a vegades es fusiona en una de sola.

Els celomiductes de les vesícules es diferencien com a gonoductes, oviductes i espermiductes. A la majoria dels Artròpodes hi ha únicament dos conductes genitals, que desemboquen independentment a l'exterior a través de gonoporus, o bé conflueixen en un conducte únic i en aquest cas aquest conducte imparell és d'origen ectodèrmic. Primàriament els gonoductes són simples però es compliquen i originen diversos diverticles de funció diversa; en els mascles s'hi pot trobar vesícules seminals que segreguen el líquid seminal i secundàriament poden emmagatzemar esperma i glàndules accessòries que participen en la formació dels espermatòfors; en les femelles es pot desenvolupar una bossa copuladora, l'espermateca i glàndules accessòries de diversa mena.

Els orificis genitals es situen a diferents punts del cos segons els grups; als Aràcnids i als Merostomats s'obren al límit entre el prosoma i l'opistosoma, als Crustacis entre el perèion i el plèon, a la part anterior del cos als Miriàpodes pregoneats i a l'extrem posterior a alguns Miriàpodes i als Insectes, que són opistogoneats. Els Picnogònids tenen nombrosos parells de gonoporus que es situen a la base de les potes.

Els apèndixs relacionats amb la reproducció són d'origen i morfologia diversos. En els mascles s'anomenen òrgans copuladors i es poden haver originat a partir d'expansions i evaginacions dels marges de l'orifici genital o de l'atri genital, a partir d'apèndixs especialitzats relacionats amb el gonoporus o bé a partir d'apèndixs modificats no relacionats amb l'orifici genital. En uns casos actuen com a òrgans copuladors i en d'altres poden actuar indirectament dipositant l'esperma al substrat o simplement subjectant la femella durant la còpula. En les femelles els apèndixs genitals estan relacionats amb el gonoporus i moltes vegades constitueixen un òrgan especialitzat, per a favorir la posta, l'oviscapte o ovopositor.

Els Artròpodes són en general gonocòrics, és a dir unisexuats, i moltes vegades presenten un dimorfisme sexual acusat. Hi ha alguns casos d'hermafroditisme, principalment en els Crustacis

i més rarament en els Aràcnids i en els Insectes. La reproducció és bàsicament amfigònica, o sigui que requereix la fecundació dels gàmetes (espermatozoides i òvuls). Hi ha també nombrosos casos de partenogènesi de diferents tipus: arrenotòcia (origina exclusivament ♂), telitòcia (només dona ♀♀) i amfitòcia (es produeixen individus de qualsevol sexe).

La fecundació és generalment interna, però en els grups aquàtics és majoritàriament externa, com per exemple en els Xifosurs, en els quals la femella diposita els òvuls en forats fets a la sorra de la platja i posteriorment els mascles hi deixa els espermatozoides al damunt. Entre els Crustacis proveïts d'òrgans copuladors la fecundació pot ser tant interna com externa. El cranc de riu, per exemple, té fecundació externa perquè a l'acte de la còpula el mascle no va servir els òrgans copuladors per a introduir els espermatozoides a les vies genitals de la femella, sinó per a deixar-los adherits a la regió esternal del seu perèion; posteriorment, la femella expulsa els òvuls, i amb ells una substància capaç de fer desprendre els espermatozoides.

Fec. còpula  
Fec. sota còpula  
Fec. interna  
Fec. externa  
Fec. directa  
Fec. indirecta

La fecundació interna és característica dels grups terrestres (Aràcnids, Miriàpodes i Insectes) i pot implicar una transferència de l'esperma o dels espermatozoides directa o bé indirecta. En els casos més simples de transferència indirecta, el mascle diposita gotes d'esperma o espermatozoides al substrat i posteriorment la femella se'ls introdueix a les vies genitals. De vegades és el mateix mascle el que recull l'espermatozoides i l'introdueix al gonoducte femení mitjançant alguns apèndixs. La fecundació interna directa és característica de la majoria d'Insectes. Es caracteritza perquè els òrgans copuladors dels mascles estan en relació directa amb el seu aparell genital. Després del festeig, que pot ser més o menys complicat, els mascles introdueixen, durant la còpula, l'esperma o els espermatozoides a les vies genitals de la femella.

clau i pany

En general els Artròpodes són ovípars, però hi ha alguns casos d'ovoviviparisme i de viviparisme. En els ovípars les femelles poden dipositar els ous, aïllats o en grup, sense cap protecció o bé deixar-los a l'interior d'estructures o nius que fabriquen prèviament (ooteques, capolls). De vegades les femelles tenen cura de la posta fins al moment de l'eclosió i en altres ocasions transporten la posta damunt del seu cos; excepcionalment, com passa als Picnogònids, són els mascles els que s'ocupen de la posta.

En els casos d'ovoviviparisme les femelles incuben els ous dins del cos. Tot i que els embrions reben aliments de la mare, no hi ha estructures especials que els posin en relació amb l'úter matern. Es comporten com a ovovivípars molts Aràcnids i alguns casos dins d'altres grups.

El viviparisme és relativament freqüent en alguns grups d'Insectes. En aquest cas els embrions es relacionen amb l'úter matern per mitjà d'una mena de placenta, que pot ser difosa o ben delimitada, a través de la qual reben l'aliment de la mare.

Fec. cõpula ← Fec. directa  
Fec. indirecta

Fec. interna  
Fec. sense cõpula [anãni ds] espermatozõis  
aptenõtes

Fec. externa [seme cõpula] ambiente aquãtic (ambiente)

## DESENVOLUPAMENT EMBRIONARI I POSTEMBRIONARI.

Els ous dels Artròpodes són de morfologia i dimensions molt variables. El cas més general és que siguin centrolecítics: el zigot es situa al centre de l'ou, envoltat d'una gran quantitat de vitel.lus. Aquest tipus d'ou és característic de les espècies ovíparas. En alguns casos, però, hi ha ous pobres en vitel.lus, especialment en formes paràsites i vivíparas.

La segmentació dels ous es produeix en funció de la quantitat i la distribució del vitel.lus. Els ous pobres en vitel.lus presenten una segmentació espiral i total, mentre que als ous centrolecític, rics en vitel.lus, la segmentació és parcial i superficial. En alguns casos la segmentació és total a les primeres fases i es va transformant d'una manera progressiva en superficial i parcial. També hi ha algun cas de segmentació discoïdal, com els ous dels escorpins, la qual és una modificació de la segmentació superficial.

A la majoria dels Artròpodes els organismes acabats de sortir de l'ou són força diferents dels adults i reben el nom de larves, nimfes, juvenils, etc., segons la fase de desenvolupament en que es troben i segons els diferents grups. La transformació de larva a adult es pot fer d'una manera progressiva, per l'adquisició successiva dels diferents caràcters d'aquest, o bé a través de canvis bruscs i profunds, que en conjunt constitueixen la metamorfosi.

La metamorfosi assoleix la seva màxima complexitat en els Insectes holometàboles, als quals comporta fenòmens d'històlisi (destrucció dels òrgans i teixits larvaris) i d'histogènesi (formació d'òrgans i teixits típics de l'adult a partir dels discs imaginals, grups de cel.lules indiferenciades a les fases larvàries).

Independenment dels tipus larvaris, hi ha dos tipus bàsics de desenvolupament: anamorf i epimorf. En el desenvolupament anamorf la larva que emergeix de l'ou té el cos constituït per un nombre de segments inferior al característic de l'adult i l'adquisició del nombre definitiu es va fent al llarg del desenvolupament postembrionari; el presenten els Trilòbits, Meròstoms, Pícnogònids, Crustacis, Miriàpodes progoneats i alguns Insectes. En el tipus de desenvolupament epimorf la larva que emergeix de l'ou ja té el nombre de segments definitiu, tot i que el seu aspecte pugui ser molt diferent al de l'adult; tenen aquest tipus de desenvolupament els Aràcnids, alguns Quilòpodes i la majoria d'Insectes. *Amianamorf*

## CLASSIFICACIÓ I FILOGÈNIA DELS ARTRÒPODES.

Els Artròpodes constitueixen un grup animal d'origen antic. Els fòssils més antics que se'n coneixen daten del Cambrià Inferior (fa 590 milions d'anys) i corresponen a representants de grups actuals i d'altres extingits. Aquest fet i la manca de proves paleontològiques del pre-Cambrià fan difícil d'establir quin és el prototipus que els donà origen. Tot i amb això hi ha un cert acord a considerar que l'ancestre dels Artròpodes era marí i probablement pròxim al dels Anèl.lids; per tant, aquests dos grups constitueixen dues línies independents però pròximes al seu origen.

Hi ha una gran controvèrsia en el fet de considerar si els Artròpodes constitueixen un tipus d'organització natural i per tant tots els Artròpodes tenen un antecessor comú, o bé que corresponen a un nivell d'organització format per diversos tipus. El problema radica en admetre que el procés d'artropodització ha estat únic o bé que s'ha produït diverses vegades en la història evolutiva d'aquests animals.

Els posicionaments dels diferents autors han dut a formular propostes diverses sobre la classificació dels Artròpodes. En essència s'han proposat sistemes de classificació monofilètics, difilètics i polifilètics. La classificació que es proposa per aquesta assignatura, sense menystenir qualsevol altra, és la següent:

### Tipus Artròpodes

Subtipus Trilobits  
Classe Trilobits

Subtipus Queliceromorfs  
Infratipus Quelicerats  
Classe Merostomats  
Classe Aràcnids  
Infratipus Picnogònids

Subt. Quelicerats  
(C) Merostomats i amb op. oparògenes  
"homòl."  
(C) Aràcnids i op. oparògenes i quelicerats  
(C) Picnogònids i op. oparògenes

Subtipus Crustacis  
Classe Remipedis  
Classe Filòpodes  
Classe Maxil.lòpodes  
Classe Malacostracis

### Subtipus Atelocerats

Superclasse Miriàpodes  
Classe Pauròpodes  
Classe Diplòpodes  
Classe Quilòpodes  
Classe Símfils

Superclasse Hexàpodes  
Classe Entognats  
Classe Ectognats

Parartròpodes  
Onicòfors  
Tardígrads  
Pentastòmids

**SUBTIPUS TRILOBITS.**

Els Trilobits són artròpodes primitius, <sup>marins</sup> aquàtics i tots els seus representants són fòssils del Paleozoic. Van aparèixer en el Cambrià inferior (570 milions d'anys) i es van extingir durant el Permià superior (250 milions d'anys).

Fins fa poc, al costat dels Trilobits es situaven una sèrie de grups fòssils, la majoria provinents del jaciment de Burgess Shale al Canadà i es denominava Subtipus Trilobitomofs al taxó que els acollia juntament amb els Trilobits. Malgrat que la majoria d'ells tenen uns apèndixs birramis semblants als dels Trilobits, les diferències morfològiques que presenten amb els Trilobits i alhora entre ells són tant acusades que molts constitueixen artròpodes únics i fins i tot possibles nous Tipus que es van extingir a finals del Cambrià.

**CLASSE TRILOBITS.** <sup>10.000 sp</sup> amb <sup>103 fa</sup>



Tenen el cos organitzat en tres tagmes, cèfalon, tòrax o tronc i pigidi, tots ells travessats per dos solcs longitudinals que divideixen el cos en tres lòbuls; el lòbul central constitueix la glabella a nivell cefàlic i el raquis a la resta del cos; els lòbuls laterals corresponen a les genes del cap i a les pleures en els dos restants tagmes.

El cap <sup>438</sup> té un perímetre semicircular o pentagonal i és bombat a la part dorsal. Dorsalment destaca la glabella, amb solcs glabellars, darrera de la qual es situa un anell occipital. A banda i banda de la glabella hi ha les genes, que poden perllongar-se formant dues puntes latero-posteriors anomenades puntes genals. Damunt de les genes i prop de la glabella hi ha dos ulls compostos, que poden ser de dues menes: ulls holocroals, constituïts per un elevat nombre de lents esfèriques o poligonals que estan en contacte les unes amb les altres, i ulls esquizocroals, formats per un nombre inferior de lents, grosses i separades entre si.

La regió dorsal del cap presenta un elevat nombre de solcs, línies o sutures; destaquen les sutures facials, situades entre la glabella i els ulls, per on es trenca el tegument cefàlic quan el Trilobit sofreix el procés d'ecdisi.

Ventralment el cap presenta una vora antero-lateral gruixuda que falta a la regió posterior, sota l'anell occipital. A la part central hi ha una placa grossa, l'hipostoma, darrera de la qual s'obre la boca.

<sup>El cap porta</sup> A panell d'antenes i 3 p apèndixs birramis

El tòrax és constituït per un nombre variable de segments, entre 8 i 13, de morfologia idèntica. A nivell dorsal cadascun té una part central o anell axial i a cada banda d'ell es projecten les pleures o àrees notopleurals. La zona anterior de cada anell axial presenta un relleu articular que encaixa amb l'anell del segment anterior i les pleures presenten igualment unes facetes articulars; aquestes estructures permeten que l'animal enrotlli el seu cos formant una bola. La cara ventral del tòrax, sempre gens o molt poc fossilitzada, està molt poc esclerotitzada.

Apèndixs troncs : ventral, dorsal, notopleura, neteja  
Respiració : refús external - 29 -  
31

*C. Felsen*  
El pigidi consta de segments soldats entre si formant una placa més o menys plana que s'articula amb el tòrax. L'estructura dels segments pigidials és igual a la dels toràcics. *ocasionalment nota amb felicitat*

Els apèndixs dels Trilobites són típicament birramis, llevat de les antenes i els cercs. Al cap hi ha un primer parell d'apèndixs, unirramis i multiarticulats, que corresponen a les antenes, al que en segeuixen tres parells de birramis, al tòrax hi ha tants parells d'apèndixs birramis com segments, al igual que al pigidi on es pot trobar un últim parell d'apèndixs, els cercs, de morfologia igual a la de les antenes.

Cada apèndix consta d'un protopodi del que surten dues branques; aquest protopodi presenta una sutura incompleta que fa que hi hagi dues interpretacions morfològiques d'aquests apèndixs:

- Unirramis: Protopodi | precoxa——— pre-epipodi  
                              | coxa——— telopodi
- Birramis: Protopodi | coxa——— exopodi  
                              |                  endopodi

Sembla que la sutura coxal és tant sols el reflex extern d'un apodema lineal, per la qual cosa la interpretació més correcta és la birràmia.

L'endopodi correspon a una branca ambulacral, constituïda per set artells. L'exopodi, anomenat branca branquial, està format per un nombre elevat d'artells, cadascun dels quals presenta unes petites làmines. La funció d'aquesta branca tradicionalment s'havia suposat que era respiratòria, però sembla que aquesta funció realment tenia lloc a la regió esternal de la majoria dels segments del cos.

*indirecte anamorfic*

#### **SUBTIPUS QUELICEROMORFS.**

Habitualment s'anomenen Quelicerats a tots aquells Artròpodes que presenten un parell d'apèndixs preorals, els quelícers, i tota una sèrie de caràcters que es presenten de forma força homogènia. Hi ha, però, un grup, els Picnogònids, que presenten una sèrie de característiques pròpies que els separa de la resta de Quelicerats i per aquest motiu es considera l'existència de dos Infratipus, el dels Quelicerats, que inclou els Merostomats i els Aràcnids, i el dels Picnogònids.

#### *Subtipus* **INFRATIPUS QUELICERATS.**

Els Quelicerats són Artròpodes que tenen el cos format per dos tagmes, el prosoma i l'opistosoma. El prosoma és constituït per l'àcron i sis segments, sense límits segmentaris, sense antenes ni mandíbules i amb sis parells d'apèndixs. El primer parell, els quelícers, es situen davant de la boca tot i que originalment eren postorals, acabats en forma de pinça (quela) o de ganxo i que serveixen per a capturar les preses. El segon parell són els pedipalps, de funció prènsil i sensorial, no marxadors. Finalment es troben quatre parells de potes marxadores. L'opistosma està

## Quelicerats

Els Quelicerats poden tenir valor de Subtipus (incloent les Classes dels Merostomats, dels Aràcnids i dels Picnogònids) o d'intratipus, amb les classes dels Merostomats i dels Aràcnids, i paral·lel a l'intratipus dels Picnogònids. Aquí adoptarem la primera possibilitat:

Subt. Quelicerats

Cl. Merostomats

Cl. Aràcnids

Cl. Picnogònids

### Cl. Merostomats

Els Merostomats són quelicerats primitius, la majoria aquàtics i de respiració branquial. Tenen el cos organitzat en prosoma i opistosoma. El prosoma és relativament homogeni, amb un parell de quelícers als quals segueixen 5 p. d'apèndixs en forma de potes, ja siguin caminadores (Xifosurs) o nedadores (Euriptèrides). L'opistosoma pot tenir morfologies diferents, i acabar en una agulla que inclou alguns segments opistosòmics modificats i el telson. A l'opistosoma es localitzen les brànquies.

Molts dels Merostomats són fòssils, però uns d'ells, els Xifosurs (cassoles de les Mol. luques) han arribat fins als nostres dies, i tenen un valor de fòssils vivents. Inclouen 5 espècies que es troben a les costes de l'oceà Índic, del Pacífic i de l'Atlàntic (vora nord i centreamericana).

Prosoma: 1 p. quelícers (de 3 artells), 5 p. potes (les darreres una mica diferents, amb el flabel per a netejar la cara inferior i espatulades per excavar)

Opistosoma: 1 p. quilaris (funció: tancar per darrera la cavitat prebucal; v. Nieto), l'opercle genital (que té els orificis genitals, 1 parell, per la part de sota) i 5 p. d'apèndixs fil·lopodials amb laminilles branquials. L'opercle i els apèndixs branquials són bastant semblants entre sí. Els apèndixs branquials permeten la natació invertida de l'animal en el sí de l'aigua.

El prosoma també està dividit longitudinalment per sutures, i entre els ulls es presenten precisament 3 lòbuls, cosa que ha fet pensar en un cert grau de relació amb els trilobits (val a dir que hi ha trilobits amb un agulló terminal). Presenten un parell d'ulls compostos, taques fotoreceptores i un òrgan medial quimiorceptor. Ventralment, el prosoma presenta un replec membranós, l'hipostoma, on l'aliment topa.

A l'opistosoma, les espines i les fossetes (per parelles) situen la posició dels segments corresponents, invisibles per altra banda.

Prosoma i opistosoma s'articulen entre sí.

Són carnívors, i l'aliment es pren de manera gnatobàsica: les coxes dels apèndixs prosòmics el trituren i el dirigeixen cap endavant, cap a al boca.

Al moment de la reproducció, els límuls van cap a la costa, i s'enfilen per la sorra, no massa lluny de l'aigua. Allà la femella fa un sot on hi deixa els òvuls, que són fecundats immediatament pel mascle. La posta queda enterrada amb el mateix moviment de les onades. Quan eclosionen, en surten larves d'apariència trilobítica, que passen per una sèrie d'estadis dins del mar fins a generar l'adult.

Els Euriptèrides són tots ells fòssils marins (del Cambrià al Permià inferior), i podien assolir grans dimensions (prop dels 2 m.). Per la seva morfologia, n'hi ha que recorden els límuls i altres els escorpins. Presenten prosoma, mesosoma i metasoma. Tots ells tenen l'últim parell d'apèndixs prosòmics acabats en paleta natatòria. Els primers parells d'apèndixs prosòmics poden desenvolupar adaptacions raptors, i recorden aleshores als escorpins. El prosoma, com ocorre també als límuls, està dorsalment recobert per un escut prosòmic (que per altra banda també trobarem en els escorpins)

El mesosoma recorda el dels límuls, ja que també presenta opercle genital i parells d'apèndixs fil.lopodials branquials. El metasoma sovint s'afina com als escorpins, o acaba en paletes nadadores, o en agullons terminals com els límuls. Probablement els segments opistosòmics previs a l'agulló serien comparables als que als límuls han quedat soldats amb el telson per formar l'agulló terminal.

A aquest grup se l'hi ha donat molta importància evolutiva, perquè sembla que són l'origen dels actuals escorpins. Per tant, si fossim estrictes els escorpins haurien de formar part dels merostomats i no pas dels aràcnids, amb els quals únicament comparteixen l'hàbitat. De fet, als quelicerats la conquesta del medi terrestre ha ocuregut en dues ocasions: als escorpins i als aràcnids.

### Escorpins

Són quelicerats que probablement s'haurien d'incloure en els merostomats, més que no pas amb els aràcnids, per tot el que acabem de dir.

En conjunt tenen caràcters primitius, i les formes fòssils conegudes ja presenten les mateixes característiques que les actuals. Tenen un prosoma on els pedipals s'han modificat en pinça o quela de subjecció i esquarterament de l'aliment, i que també s'utilitza en dances rituals al moment de l'aparellament.

El mesosoma presenta un parell de pintes, apèndixs laminats

característics del grup, als quals se'ls dóna una interpretació sensorial quimiorreceptora. La seva variabilitat és un bon criteri per a la classificació dins del grup. El mesosoma presenta també un esternó, un opercle genital i 4 parells d'estigmes respiratoris, tots ells apèndixs molt modificats.

El metasoma o cua de l'escorpí no té apèndixs, i acaba en un agulló distal, el telson, que comunica amb un parell de glàndules verinoses. El verí és neurotòxic, i serveix per a paralitzar les preses o els enemics.

Per intimidar als seus enemics, branden les pinces i aixequen l'agulló. Aquest es clava en tot allò que les pinces toquin, ja que el sentit de la vista és dolent (com per altra banda passa en la majoria dels quelicerats). El grau de toxicitat del verí depèn de la seva composició (n'hi ha de mortals per l'home en espècies exòtiques), però també del receptor: massa corporal, possible sensibilitat al verí, lloc de la picada.

S'alimenten de preses que capturen amb ajuda de l'agulló verinós, i que trinxen amb ajuda dels quelícers, dels pedipalps i de les coxes dels 2 primers parells de potes. Poden arribar a caçar micromamífers (ratolins, mussaranyes).

La seva adaptació a la sequera és variable. N'hi ha de ben adaptats (*Buthus*), mentres que altres són higròfils i d'hàbits nocturns (*Euscorpius*). També n'hi ha de cavernícoles, que aleshores es tornen cecs i despigmentats.

Al moment de la reproducció, desenvolupen una dansa nupcial que consisteix a agafar la femella per les pinces, caminar endavant i endarrera i fer voltes. Al cap d'un temps variable, el mascle diposita un espermatòfor i fa bellugar la femella fins que el seu orifici genital s'hi col·loca a sobre. El mascle obtura l'orifici vaginal amb un tap, per impedir que la femella torni a copular abans de la posta. Ara bé, també és freqüent que la femella mati i devori a la seva parella.

La majoria dels escorpins són ovivivípars, encara que n'hi ha de veritablement vivípars. En aquest darrer cas les reserves vitel·lines de l'òvul matern són més escasses. En el primer cas, els ous són telolecítics i la segmentació discoidal.

La mare té cura de les cries nounades, posant-se-les sobre el dors i transportant-les amb ella fins a la primera muda. Durant aquest primer estadi no s'alimenten. Després ja han de començar a caçar. S'assoleix l'estadi adult al cap d'un any aprox.

Els escorpins són típicament tropicals, i a les nostres latituds estan una mica al límit de la seva distribució.

## Cl. Aràcnids

Comprèm quelicerats amb el cos generalment organitzat en prosoma i opistosoma, organització que pot quedar secundàriament emmascarada per fusió dels tagmes, per subdivisió de l'opistosoma en meso- i metasoma, gaire bé sempre amb els pedipalps no modificats en pinça (excepte els pseudoescorpins). No presenten mai pintes. *Respiració que de l'opistosoma per les estigmes però no per les potes.*

És el grup més ampli de quelicerats, i inclou nombrosos Ordres, dels quals en comentarem 3: aranyes, pseudoescorpins i àcars.

Les aranyes es caracteritzen perquè l'unió de prosoma i opistosoma és fina (cintura), perquè en cadascún dels tagmes no és visible la segmentació, perquè els pedipalps no acaben en pinça i perquè al capdavall del cos presenten fil.leres. Els apèndixs són:

- prosoma: 1 p. quelícers, 1 p. pedipalps, 4 p. potes
- opistosoma: 1 o 2 p. estigmes respiratoris 1, 2 o 3 parells de fil.leres.

La funcionalitat dels quelícers determina l'agrupació de les aranyes en dues categories: les més primitives (entre les quals les migalomorfes) i les restants. En el primer cas, cada quelícer és independent en la subjecció de la presa; en el segon, les pinces dels dos quelícers treballen conjuntament per a subjectar la presa. *(v. de bank Arh)*

Els pedipalps permeten marcar un clar dimorfisme sexual. En els mascles, el darrer artell diferencia un òrgan copulador, que pot variar en aspecte (respon bàsicament a 2 models), en el qual s'acumula l'esperma recollit de l'orifici genital corresponent.

Tenen tres biològics de notable interès.

Disposen de sistemes de comunicació intraespecífica, ja sigui per mitjà del tacte, de l'olfacte o de la vista.

Al moment de la reproducció, donada la tendència innata de les aranyes a atacar qualsevol cosa que se'ls hi posi per davant, s'han desenvolupat sistemes de senyals que permetin que el mascle s'identifiqui com a conespecífic i no sigui confós amb una possible presa. El festeig es desenvolupa en base o bé al sentit de la vista, o bé del tacte o de l'oïda, de manera independent o combinada. En el primer cas es troben els licòsids i els saltícids, en els quals els mascles fan senyals brandant les potes, que es combina amb coloracions vistents. Fins i tot poden fer senyals amb els ulls ("destellos": llampecs). *salts*

Els senyals tàctils poden ser cops que el mascle fa amb les potes sobre l'aranya femella (cas de les taràntules o de les aranyes de jardí), o

bé movent-se per la terrenyina de la femella produint vibracins diferents de les de les possibles preses. Les aranyes de jardí també es poden comunicar acústicament, fregant les potes i els quelícers.

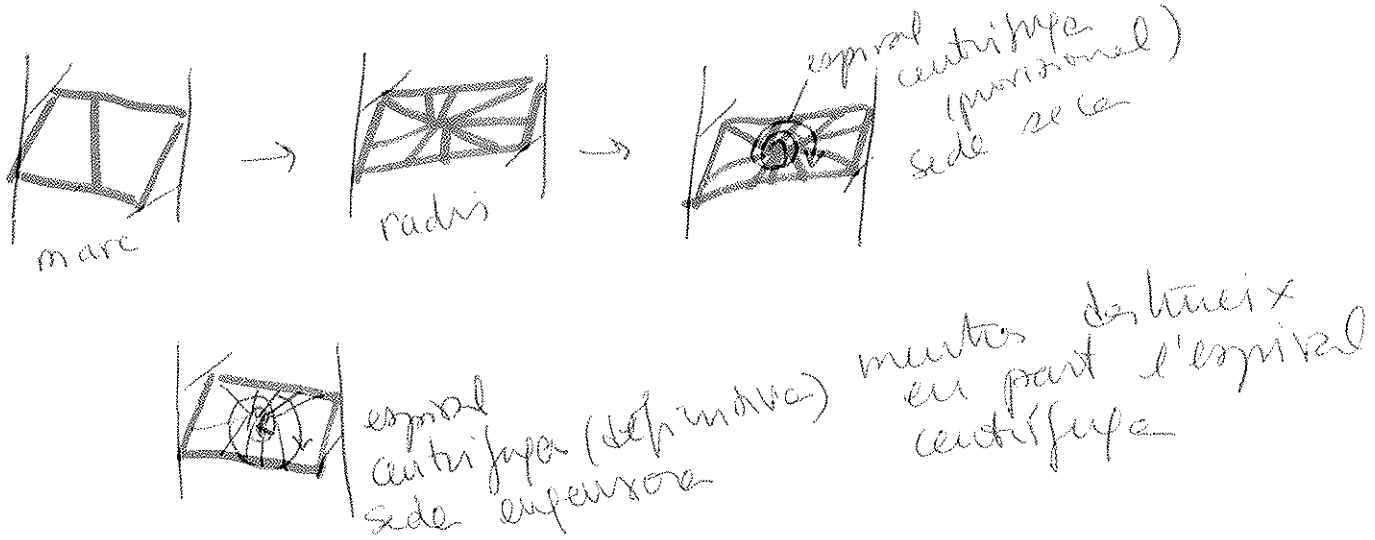
Un cas curiós és el dels oxiòpids, en els quals el mascle fa un present a la femella d'una presa (insecte) envoltallada de seda. Mentres la femella s'alimenta, el mascle la fecunda.

És freqüent a les aranyes que, com en el cas dels escorpins, la femella devori el mascle després de la còpula. Els ous poden quedar protegits per un capoll de seda, amagats a terra, sota les pedres, etc., i la mare pot tenir cura o no de la posta i dels nounats. *Per exemple, la mare de la taranya de jardí no té cura dels seus ous ni dels seus nounats.*  
 Per alimentar-se, es refien d'una vista bastant pobra en general, que només permet detectar moviment. Cacen les preses amb ajut del verí que poden injectar per mitjà dels quelícers.

Els moviments de potes i pedipalps també s'utilitza per dissuadir als possibles depredadors.

Les aranyes produeixen seda per mitjà de les corresponents glàndules. La seda és un líquid viscos que se solidifica en contacte amb l'aire, que pot utilitzar-se per diferents finalitats: entapissar el niu (en espècies subterrànies, p.e.), marcar el camí de tornada, envoltallar les preses, o bé fer les taranyines, paranyes de caça. La forma de les ternyines és força constant en els diferents grups d'aranyes, i s'observa que quan el grup és més evolucionat, el patró de la terrenyina és més perfecte, regular i simètrica. Cas de l'aranya de jardí:

*La seda és un líquid viscos que se solidifica en contacte amb l'aire.*



És curiosa l'utilització dels fils de seda com a medi de transport (fil aerostàtic), ja sigui pels adults (sempre que siguin de petita mida) o pels nadons. En aquest darrer cas el transport té el sentit de dispersió de l'espècie.

Els Pseudoescorpins viuen en el sòl, sota les escorces, etc., i es caracteritzen per tenir els pedipalps transformats en pinça. A això

aludeix el nom, encara que en aquest grup és indistingible un mesosoma i un metasoma, manquen les pintes i l'agulló verinós. Aquí el verí se segrega a nivell dels pedipalps. (què és?)

Respiren per tràquees i no pas per pulmons en llibre, i en consonància el sistema circulatori està reduït al cor i a l'aorta.

Produeixen seda, relacionada amb la protecció de la posta, i la protecció dels refugis subterranis on ocorre respectivament la posta, la muda, la cria i la hibernació. Per això els mascles tenen glàndules sericígenes molt reduïdes.

La reproducció ateny diversos nivells de complexitat etològica. En el casos més senzills, el mascle diposita espermatòfors en absència de la femella, que aquesta mateixa s'introdueix a les seves vies genitals. En altres ocasions, el mascle diposita l'espermatòfor sobre el substrate davant de la femella, i després desenvolupa dances més o menys complexes, i fins i tot l'arrossega amb ajuda dels òrgans corniformes fins a situar-la sobre de l'espermatòfor, perquè se l'introdueixi a l'orifici genital.

Un cop fecundada, la femella desenvolupa una cambra d'incubació per la part ventral de l'opistosoma, que està en comunicació amb els ovaris, per tal de transferir aliment als embrions en desenvolupament. Per tant, es tracta d'un desenvolupament vivípar, encara que físicament ocorri fora del cos de la mare.

(els únics quelicerats en que hi ha tranferència d'esperma i no d'espermatòfors són els aràcnids, indirecta amb els pedipalps copuladors, i els opilions i alguns àcars, directa per mitjà de penis).

### Àcars

Amb aquest nom s'engloben quelicerats on hi ha hagut una profunda transformació degut a soldadures, etc. de les regions prosòmica i opistosòmica. Potser es tracta d'un grup parafilètic, que inclou formes semblants per convergència evolutiva.

Biològicament tenen dues formes de vida ben diferents: o bé són de vida lliure, vivint al sòl, a la vegetació, entre productes amagatzemats, a la pols, etc., o bé són paràsits. En aquest darrer cas poden viure a costa de d'invertebrats o de vertebrats, ja sigui xuclant la sang (papparres), instal·lant-se a les vies respiratòries (causants d'alèrgies de les mucoses), a la pell (folicles: espinilles, sarna, roña). Quan són hematòfags, es poden convertir en vectors de malalties al transmetre virus, bacteris o ricketssies. El parasitisme pot durar tota la vida de l'àcar, o desenvolupar-se només durant una part del mateix (p.e, juvenils). Igualment, un cop han trobat l'hoste, poden quedar ja fixos en ell (cas dels àcars de la pell), o bé abandonar-lo

(cas de la majoria dels hematòfags, que poden arribar a viure 1 any sense alimentar-se).

Molts àcars causen plagues en els conreus, però d'altres, pels seus hàbits depredadors, s'utilitzen en la lluita contra aquestes o altres plagues. Per tant, en relació a l'home, els àcars poden ser segons els grups o beneficiosos o perjudicials.

Des del punt de vista del desenvolupament, és curiós assenyalar que els àcars neixen amb 6 potes (larva hexàpoda), i incorporen l'altre parell en la primera muda.

## Cl. Picnogònids

Inclouen quelicerats marins bentònics anomenats vulgarment aranyes de mar, però amb una organització una mica peculiar:

- Prosoma: cèfalon + tòrax. Al cèfalon destaquen els ovígers i la trompa. Els ovígers, que serveixen per transportar la posta, són típics dels mascles, encara que en determinades espècies també la femella en té. El mascle pot estar cuidant simultàniament la posta de diverses femelles. La trompa presenta la boca apicalment. A la cara dorsal presenten un tubercle ocular amb 4 ulls. El tòrax presenta 4 parells de potes, encara que en poden ser 5 o 6. L'envergadura de les potes, en determinades espècies de profunditat poden arribar a tenir 75 cm. d'envergadura.

- Opistosoma: pot estar ben format o ser extraordinàriament reduït.

Segons els autors, consideren que cèfalon i tòrax corresponen a tagmes diferents, i aleshores n'hi hauria 3 en lloc de 2. Això, unit a altres característiques peculiars, ha determinat que en certes classificacions els picnogònids se separin dels quelicerats formant un infratipus apart:

- Subtipus Queliceromorfes:  
    Infratipus Quelicerats  
    Infratipus Picnogònids.

Quan a l'organització interna, els picnogònids presenten extensions del budell i de les gònades per dintre de les potes. Aquestes tenen porus independents a l'exterior, que es presenten per parells, i reflecteixen per tant l'organització metamèrica. Per altra banda, manquen de sistema respiratori i òrgans excretors.

La reproducció es pot fer per mitjà de fecundació interna o externa, i el desenvolupament pot ser directe o indirecte, en funció de la quantitat de vitel disponible. La posta és cohesionada per una secreció cementadora que produeix el mascle. En general tenen capacitat de regeneració. El desenvolupament és anamòrfic, ja que els nounats només tenen els apèndixs del cèfalon (quelícers, palps i ovígers).

## SUBTIPUS CRUSTACIS.

Després dels Insectes els Crustacis són el grup més nombrós d'Artròpodes. S'en coneixen unes 40.000 espècies i els fòssils més antics provenen del Cambrià. Tant les formes extingides com les actuals són aquàtiques, marines o d'aigua dolça, o estan estretament lligades a ambients humits.

El cos està format per tres tagmes: el cèfalon, el perèion i el plèon. El nombre de segments és molt variable i oscil·la entre 10 i 60. Aquests segments, llevat dels que integren el cèfalon, acostumen ser ben diferenciables a les formes de vida lliure i mòbil, de vegades es distingeixen amb dificultat a les de vida sèssil i es diferencien malament o no es poden diferenciar en absolut a les paràsites.

El cèfalon és l'únic tagma nomerístic del subtipus (nombre constant de segments) i és format per 6 segments més l'àcron. El perèion i el plèon són anomerístics, fet que s'ha d'interpretar com un caràcter primitiu. En alguns grups el cèfalon es reuneix amb un

*En alguns tendència evolutiva a  
↑ cefalotòrax*

o més segments del perèion formant un cefalotòrax. El plèon primàriament acaba en un parell de sortints depenents del telson, normalment multiarticulats, que es denominen cercs i en conjunt furca.

El tegument dels Crustacis es caracteritza pel fet que l'epicutícula és desproveïda de ceres impermeables; possiblement aquesta és una de les causes principals que expliquen el poc èxit evolutiu dels Crustacis en el medi aeri, on és indispensable una bona impermeabilització. Una altra característica de la cutícula dels Crustacis és la de mostrar una elevada calcificació, tot i que aquest fet no es dona a tots els seus representants.

Molts Crustacis presenten una closca, que és una expansió del tegument de la regió posterior del cèfalon que s'estén en totes direccions, però especialment cap enrera. La presència de closca implica la fusió d'almenys un segment del perèion al cèfalon, és a dir la formació del cefalotòrax. Les dimensions i forma de la closca són molt variables. Quan és més desenvolupada, com passa en els Decàpodes, forma una cuirassa protectora que s'estén cap endarrera fins a cobrir tot el perèion, cap endavant per a formar el rostre i pels costats fent una cambra branquial per la qual circula l'aigua i es relaciona amb la respiració. En altres Crustacis, com ara els Ostràcodes, la closca és bivalva, és a dir està formada per dues plaques articulades per una xarnera a la part dorsal que permet que s'obrin i es tanquin mijantçant músculs; en aquest cas, la closca es relaciona amb la reproducció ja que sovint serveix de cambra incubadora. De vegades es produeixen modificacions notables de la closca com és el cas dels Cirrípedes, en els quals forma l'anomenat mantell, que, a més de cobrir tot el cos, segrega unes plaques calcàries externes que protegeixen completament l'animal.



*La closca  
també és  
contractil  
(endurida  
de o  
primària)*

Pel que fa als apèndixs dels Crustacis, en trobem els següents:

- Cèfalon: 1p. d'antènules (1p. d'antenes)  
1p. d'antenes  
1p. de mandíbules  
2p. de maxil.les (maxil.lúles i maxil.les)
- Perèion: pereïopodis (maxil.lípedes)
- Plèon: pleopodis (uropodis)

Tret del primer parell d'antenes, la resta d'apèndixs dels Crustacis són birramis. Sovint, però, sofreixen simplificacions posteriors que fan que anatòmicament adoptin un aspecte monorrami (com passa als pereïopodis dels Malacostracis tals com la galera, i els decàpodes).

Per altra banda, a vegades la part de més importància funcional de l'apèndix és el protopodi o conjunt d'artells basals, perquè poden sofrir diferents modificacions, com ara:

- formació d'una expansió aplanada que acaba tenint una funció branquial.
- formació d'expansions en forma d'espina que permeten la trituració de l'aliment (de fet, a la mandíbula aquesta regió basal és la que permet la masticació).

Quan a la seva forma, als crustacis tan es poden trobar apèndixs fil·lopodials (nedadors, respiratoris, de protecció de la posta) com estenopodials (sensorials, alimentaris, caminadors).

*Copie para  
Bogotá*  
La funció no és a vegades la que s'espera  
"típic", en grups de crustacis petits i mitjans,  
les antenes poden utilitzar-se com a òrgans  
(nedadors). Els pereïopodis, en lloc de locomotors  
poden ser raptors (maxil.lípedes) i relacionats  
amb l'alimentació). A vegades són respiratoris  
(brànquïopodis).  
Els pleopodis, en lloc de nedadors, poden  
ser respiratoris (mànquies) o bé formar caixes  
d'incubació per la care vertical de la ♀.

## Biologia

Els Crustacis presenten alguns trets biològics força característics. Per exemple, molts d'ells són de vida lliure, però també n'hi ha molts de paràsits, adaptació que fa que siguin molt difícils de reconèixer com a pertanyents als crustacis.

També la majoria són pelàgics, però n'hi ha de bentònics, que van desplaçant-se sobre el substracte, o bé fins i tot sòssils.

Tenen la facultat de canviar de color, normalment amb una funció de protecció i cripsí més que no pas d'avís o intimidació, o de comunicació interespecífica. ~~A les formes transparents, els canvis de coloració els fan invisibles als seus depredadors.~~ A les formes d'alta muntanya, podrien tenir importància en la protecció contra les radiacions. *El canvi de coloració es deu a la presència de cromatòfors*

El règim alimentari és molt divers, però <sup>en les formes depredadores</sup> respon al model gnatobàsic (Littoració per la base de l'apèndix). Aquesta és la raó perquè en determinats sistemes de classificació dels artròpodes s'agrupin amb els trilobits i els quelicèrals, també gnatobàsics. *També hi ha molts crustacis fitòfagics*

Tenen capacitat bioluminescent, sobre tot els crustacis que formen part del plancton. Els òrgans fotogènics (fotòfors) es distribueixen en el cos segons patrons específics. Els senyals tenen importància en el reconeixement intraespecífic i entre sexes.

Tenen un sistema sensorial força complet i especialitzat. Disposen de:

- òrgans auditius: ja que molts crustacis són capaços de generar sons amb els seus apèndixs; aquests <sup>apèndixs</sup> ~~apèndixs~~ se situen a la base de les antenes, i són simultàniament òrgans de l'equilibri
- fotoreceptors: ja siguin simples taques pigmentàries o ulls compostos, que en els grups més evolucionats són pedunculats i permeten per tan un angle de visió més gran, i una orientació respecte a la llum, amb la consegüent capacitat de fer migracions verticals. <sup>capacitat</sup> Dos casos especials curiosos són el dels Cladòcers (*Daphnia*), en els que els dos ulls compostos se solden en un de sol, i el dels crustacis més primitius, com els notostracis o els copèpodes, en els que es conserva una única taca pigmentària situada al mig del front. Aquesta taca reb el nom d'ull nauplià, i deriva de la larva nauplius, <sup>està tubercle per 3 ocells</sup>
- equilibri: en forma d'estatocists a la base de les antenes o bé a l'abdomen; aquests òrgans, dins dels artròpodes, són típics dels crustacis
- quimioreceptors: situats a les les, antenes, 2es. antenes o peces buccals

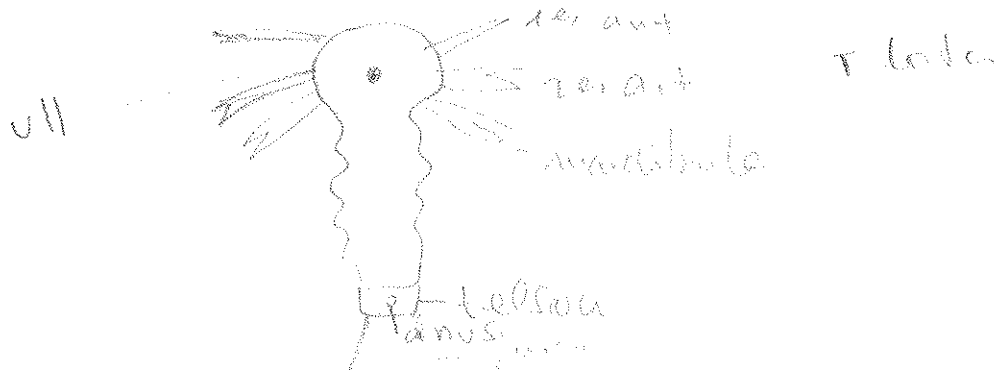
Els crustacis poden ser unisexuals o hermafrodites, típicament amb 1 parell de gònades, que poden desembocar a l'exterior juntes o per separat.

La reproducció respon a molts diferents models. Pot donar-se sexualment amb fecundació externa o interna (directe -p.e., cirrípedes; indirecta: p.e., malacostracis). A vegades la reproducció sexual pot alternar-se amb períodes de partenogènesi (*Daphnia*), com sempre amb la finalitat d'envair ràpidament el territori.

La cura que la mare té de la cria és molt variable. En ocasions, els apèndixs del pleon o del pereion es modifiquen en cambres incubadores, de manera que quan els individus s'independitzen de la mare ho fan en un estadi més avançat de desenvolupament.

L'embriogènesi és molt variable, encara que acostuma a ajustar-se a una segmentació espiral, o bé superficial, quan els ous són centrolecítics. El grau de desenvolupament de l'individu nou-nat és molt variable, però en la majoria de crustacis du a terme un desenvolupament anamòrfic a través d'un nombre més o menys elevat de larves, les quals a cada muda incorporen un segment al cos, amb el corresponent parell d'apèndixs si s'escan. Per tant, els crustacis presenten un ampli ventall de formes larvàries.

Una de les més comunes i típiques és la larva naupli:



Presenta únicament tres parells d'apèndixs: les primeres i segones antenes, i les mandíbules. Al centre del "cap" hi ha una taca pigmentària imparella. A partir de la naupli els camins són molt diversos. En els decàpodes, a mesura que estudiem formes més evolucionades, s'observa que el nombre de larves és més alt, i engloben el cicle vital de formes menys evolucionades i uns altres més (nines russes).

Precisament l'estudi del desenvolupament postembrionari i la sèrie de larves que conformen el cicle vital és del més gran interès per a entroncar els diferents grups de crustacis, però sobre tot per a *definir un subtipus molt qualificat de crustacis*  
Classificació

La classificació dels crustacis respecte als restants artròpodes és tema de controvèrsia. Aquí els donem com a subtipus independent comparable als quelicerats o als unirramis.

Però durant molt de temps la presència de mandíbules i d'antenes ha fet que se'ls englobés, juntament amb els miriàpodes i els insectes, en els subtipus Mandibulats o Antenats. Actualment s'interpreta que les mandíbules dels crustacis, al respondre a un mecanisme gnatobàsic, no són homòlogues de les dels miriàpodes i insectes.

En canvi, per altres autors, aquestes mateixes mandíbules gnatobàsiques, així com la possessió d'apèndixs birramis, els ha fet classificar els crustacis juntament amb trilobits i quelicerats, conformant el subtipus dels Multirràmia (hi ha també altres característiques comunes amb aquests grups que no esmentem).

Tampoc és clara l'organització interna dels propis Crustacis. Actualment s'accepta de manera bastant general que aquest subtipus conté 6 classes, molt diferents entre si tant per la diversitat de formes com pel seu nombre, i generalment difícils de definir. Nosaltres ens limitarem a esmentar grups de crustacis que, tot i no ser homogenis en quan a categoria taxonòmica, estan ben definits i mereixen algun comentari en particular.

# Sub T. Crustacei

Antennas  
maxillipedes  
per - 6  
pl - 4

Cl. Branchiopoda

- Cl. Maxillopoda

Cl. Malacostraca

o Notostacis

o Cladocera

shcl  
- copepoda

shcl  
- Cirripedia

- o Stomatopoda

- o Isopoda

- o Decapoda

## Remipedis i Cefalocàrides

Encara que poc abundants i difícils de trobar, ja que viuen en coves submarines o en sediments marins i tan sols mesuren alguns mil·límetres (més petits els cefalocàrides que els remipedis), els esmentem pel seu interès filogenètic, ja que s'interpreten com a molt primitius.

Ambdós grups tenen segmentació homònoma, amb un cèfalon recobert per un escut dorsal. Darrera d'ell, segueixen un tronc (remipedis) o un perèion i un pléon força homònoms, formats per un nombre elevat de segments, i dotats d'apèndixs birramis. En els remipedis, els apèndixs del perèion i el pléon són tots iguals, birramis. Els cefalocàrides manquen d'apèndixs al pléon. El pléon acaba en una furca més o menys marcada.

Dels dos grups, el dels Cefalocàrides és considerat el més primitiu entre tots els crustacis actuals, per afinitats amb formes fòssils i amb formes actuals poc evolucionades.

## Decàpodes

L'estómac conté un "molinet gàstric", sèrie de peces dures que intervenen en la trituració de l'aliment. A vegades pot estar notablement regionalitzat, de manera que la regió anterior tritura i la posterior filtra. Al molinet gàstric hi poden haver reserves calcàries en forma de gastrolits, que el crustaci utilitza al moment de la posta.

Les brànquies es desenvolupen a partir dels apèndixs del perèion, i formen vèries fileres superposades. Les brànquies queden protegides per expansions laterals de la closca cefalotoràcica, que delimiten una cambra branquial a la dreta i una altra a l'esquerra. La circulació de l'aigua en la cambra branquial, que és de darrera endavant, ve assegurada per l'acció de les 2es. maxil·les i els 1rs. maxil·lípedes.

## Malacostracis

Els Malacostracis constitueixen el 75 % dels Crustacis coneguts. És una de les Classes de Crustacis més ben constituïdes, en què hi ha una constància de la composició metamèrica del cos:

- cefalon (com sempre)
- Pereion (8 segments, rarament 7)
- Pleon (6 segments)

Dels apèndixs del pereion, sempre n'hi ha alguns que es transformen en maxil·lípedes; els últims del pleon acostumen a dirigir-se cap endarrera i, juntament amb el telson, configuren una paleta natafòria.

## Decàpodes

És l'Ordre més gran de Malacostracis. (aprox. 10.000 sp.)

L'estómac conté un "molinet gàstric", sèrie de peces dures que intervenen en la trituració de l'aliment. A vegades pot estar notablement regionalitzat, de manera que la regió anterior tritura i la posterior filtra. Al molinet gàstric hi poden haver reserves calcàries en forma de gastrolits, que el crustaci utilitza al moment de la posta.

Les brànquies es desenvolupen a partir dels apèndixs del pereion, i formen vàries fileres superposades. Les brànquies queden protegides per expansions laterals de la closca cefalotoràcica, que delimiten una cambra branquial a la dreta i una altra a l'esquerra. La circulació de l'aigua en la cambra branquial, que és de darrera endavant, ve assegurada per l'acció de les 2es. maxil·les i els 1s. maxil·lípedes.

estomatòpodes (galeres), molt voraços. Poden atacar mol·luscs.

Eufausiàcis: els crustacis que constitueixen els Krill (Eufausiàcis, molt poc diversificats quant a espècies, però de crucial importància per la seva extraordinària biomassa; s'està pensant en el seu consum per part de l'home; de moment, les balenes ja l'aprofiten fins a consumir-ne 4 Tm al dia/individu)

Isòpodes: els crustacis més ben adaptats a la vida terrestre, els isòpodes, també molt nombrosos. Encara que acostumen a respirar per brànquies pleopodials, alguns han desenvolupat tràquees. A excepció de la majoria de crustacis, tenen desenvolupament directe.

Altres grups d'interès:

- Copèpodes: els herbívors més importants de l'oceà, i també la base de la cadena tròfica carnívora.
- Cirrípodes: extraordinàriament modificats per a la fixació bentònica de la larva ciprís, que adhereix el cap al substracte.

## SUBTIPUS ATELOCERATS.

Els Atelocerats agrupen els Miriàpodes i els Hexàpodes que es caracteritzen per tenir el cos amb una regió cefàlica seguida d'una o dues regions postcefàliques, apèndixs unirramis, un parell d'antenes i un parell de mandíbules telognàtiques, un tub digestiu bàsicament lineal sense cecs gàstrics, amb tràquees, sistema circulatori molt reduït i amb una segmentació superficial dels còs.

## SUPERCLASSE MIRIÀPODES.

Els Miriàpodes són Atelocerats amb el cos organitzat en dos tagmes, cap i tronc; el cap pot ser dignàtic (1p. de mandíbules i 1p. de maxil.les) o trignàtic (1p. de mandíbules i 2p. de maxil.les); el tronc consta d'un nombre variable de segments, cadascun dels quals porta un parell d'apèndixs marxadors llevat dels segments terminals i de vegades el primer.

Els òrgans sensorials són bàsicament de tipus quimiorreceptor (òrgan de Tömösvary, situat a la base de les antenes) i fotoreceptor, a través d'uns ulls que ni són com els ulls compostos dels insectes, ni tan senzills com els ulls simples. Estan formats per una sèrie d'ocel.les, en baix nombre, que configuren el camp ocel.lar. Els ulls desapareixen en els grups cavernícoles.

Locomoció : *maximament metacènica, feut ou*

## CLASSE DIPLÒPODES. (=Milpeus)

Tal com indica el seu nom la característica més representativa dels Diplòpodes és l'existència de dos parells de potes a la majoria de segments del tronc. Són animals bàsicament edàfics, de mida variable que oscil.la entre pocs mm i més de 20 cm. *tenen el referent Callicat*

El cap és convex dorsalment i aplanat per sota; a banda i banda hi ha ocel.les en nombre variable i reunits en un grup. Davant dels ulls es situen les antenes i a la seva base hi ha l'òrgan de Tömösvary (higrorreceptor?) que falta, però en alguns grups. Als costats de la boca es situen les mandíbules, ben desenvolupades, que delimiten lateralment la càpsula cefàlica. La superfície ventral del cap és ocupada per una peça anomenada gnatoquilari, que tapa ventralment la cavitat bucal; la interpretació morfològica d'aquesta peça sembla demostrar que és el resultat de la fusió d'un parell de maxil.les.

El tronc consta d'un nombre variable de segments (d'11 a més de 60). Els quatre primers segments configuren un tòrax tot i que no és un tagma veritable; el primer segment és àpode i s'anomena còl.lum i els tres següents tenen només un parell de potes. La resta de segments porten dos parells de potes i dos parells d'estigmes traqueals. *2n parell → 2 → gans*

Herbívoros

Pel que fa a les potes hi ha un cert dimorfisme sexual. Els mascles tenen un o dos parells de potes transformats en gonopodis (òrgans copuladors) o en òrgans especialitzats en subjectar la femella durant la còpula. Els orificis genitals, en els dos sexes, s'obren darrera del segon parell de potes (progoneats) i els mascles tenen un parell de penis, *no funiculars*.

El cos acaba en un telson en forma d'arc dorsilateral que es va fent cada cop més estret fins acabar en una punta; a sota del telson hi ha dues valves anals grosses, enmig de les quals s'obre l'anús.

La reproducció dels Diplòpodes és sexual, mitjançant una còpula o sense que hi hagi cap contacte entre els dos sexes. La còpula no es realitza amb els penis, que són massa petits; el mascle, abans de la còpula, es cargola de manera que els penis dipositin l'esperma als gonopodis i són aquests els que actuen com a òrgans copuladors. La transferència indirecta dels espermatozoides es fa mitjançant espermatòfors. *20 seg.*

*Interpretación  
debt's a lo  
5. 800  
di. o  
triguats*

El desenvolupament postembrionari és anamorf; la primera forma larvària només té vuit segments al tronc i sis parells de potes. En el grup dels Júlids s'observa el fenomen de la periodomorfosi, que consisteix en una mena de rejueniment dels mascles adults; aquest procés és pot esquematitzar amb els següents estadis: preadult, adult, intercalar, adult, intercalar, etc. El mascle després de la còpula, en lloc de morir, passa una muda durant la qual els gonopodis i els caràcters sexuals secundaris sofreixen una regressió i entra a la fase intercalar.

## Biologia

Els Diplòpodes poden produir substàncies repel.lents, especialment en les espècies tropicals. La toxicitat d'aquestes substàncies és variable, però tendeix a ser molt superior en espècies tropicals. Aquestes toxines tenen una funció de defensa en front a possibles depredadors o enemics, ja que el seu règim alimentari és a base de ditritus vegetals.

En el desenvolupament, anamòrfic, el nombre de segments afegits en cada muda varia dins d'un mateix individu, d'un estadi a l'altre, i entre individus diferents, pel mateix estadi larvari. El nombre final de segments és fix en la majoria de diplòpodes, però en altres és variable. En el curs del desenvolupament, els gonopodis del mascle apareixen al 3r. estadi juvenil.

## Quilòpodes

Els quilòpodes són miriàpodes lucífugs i higròfils que viuen sota les pedres i en el medi edàfic en general. La seva mida oscil.la entre els 2 i els 30 cm. Són depredadors, i s'alimenten d'altres artròpodes.

Al cap, les antenes són monil.liformes (arrosariades). Tenen mandíbules i dos parells de maxil.les (trignats).

Al tronc, el primer segment reb el nom de segment forcipular per la particular transformació del primer parell de potes en forcípules. Aquestes acaben en una ungla, i estan en comunicació amb una glàndula verinosa que els facilita la captura de preses.

La segmentació del tronc pot ser homònoma (amb totes les tergites iguals) o heterònoma (amb tergites grosses i petites, intercal.lades). En aquest cas, cada segment porta únicament un parell de potes, o bé un parell d'apèndixs genitals si es tracta dels darrers segments. L'orifici genital es troba a l'extrem posterior del trons (opistogoneats), igual que l'anús.

## Biologia

Els quilòpodes són animals solitaris (probablement pels seus hàbits depredadors, en un sistema de caça que no exigeix cooperació), i només cap a l'època reproductora es veuen parelles. La reproducció és sexual, amb fecundació interna, però amb transferència indirecta d'espermatòfors. El mascle els diposita a terra, i al seu voltant teixeix uns fils d'orientació. La femella els agafa amb ajuda dels gonopodis (?).

En alguns grups, la mare protegeix la posta amb les seves potes (s'hi enrosca al voltant), mentres que en altres els enterra separatament a terra, abandonat-los.

El desenvolupament, segons els grups, és epimòrfic o anamòrfic.

## Altres grups

Dins dels miriàpodes, es classifiquen grups que passen molt desapercibuts, ja que també viuen al sòl, entre la fullaraca, sota les pedres, o dins de coves, i atenyen com a màxim 1 cm. de llargada. Alguns d'ells arriben a tenir un complex comportament reproductor, i n'hi ha que muden en estat adult.

## SUPERCLASSE HEXÀPODES.

Els Hexàpodes o Insectes són Atelocerats amb el cos organitzat en tres tagmes, cap, tòrax i abdomen. Constitueixen el grup més nombrós de tots els animals; agrupen prop d'un milió d'espècies, i probablement en quedin altres tantes per descriure, que habiten en tots els medis terrestres i que tenen una mida que pot anar de menys d'un mm fins a prop dels 30 cm.

El cap està format per 6 segments més l'àcron, que estan soldats formant la càpsula cefàlica. Damunt de la seva superfície s'observen una sèrie de sutures, ~~que no corresponen a la metamerització primitiva, que delimiten una sèrie d'esclerites que corresponen a diferents àrees cefàliques,~~ *asseujats per sutures*

En general els Insectes tenen un parell d'ulls compostos en posició lateral, que de vegades coexisteixen amb tres ocel·les dorsals. També hi ha un parell d'antenes, *variació antena fusulata* formades per un nombre variable d'artells de formes diverses.

Segons la direcció de l'eix principal del cap i la de les peces bucals hi ha diferents tipus estructurals de caps; la càpsula cefàlica més generalitzada és la de tipus ortògnat o hipògnat i en ella l'eix del cap és perpendicular a l'eix cefalocaudal del cos i les peces bucals es dirigeixen avall; en el cas que l'eix principal del cap és horitzontal i les peces bucals es dirigeixen endavant tenim un cap de tipus prògnat; en el tipus opistògnat, l'eix cefàlic és horitzontal o lleugerament inclinat avall i els apèndixs bucals s'insereixen ventralment i es dirigeixen cap enrere.

## Aparells bucals

Els insectes són trignats, i tots ells parteixen d'un mateix pla d'organització de les peces bucals. Ara bé, en funció del seu particular règim alimentari, aquestes peces bucals es modifiquen per a poder triturar i mastegar, poder xuclar, picar o llepar.

Es considera que el model d'aparell bucal més primitiu i menys modificat és el mastegador (ortòpters, p.e.). Aquí l'única modificació important és que les segones maxil.les s'uneixen per formar el llavi inferior, que per tant no és comparable al llavi superior. Aquest no resulta de la fusió d'apèndixs, sinó que és un replec cuticular del cap.

Hi ha diversos models d'aparells capaços de xuclar l'aliment: p.e, en himenòpters, el llavi inferior és capaç de llepar el nèctar i després xuclar-lo per mitjà d'una canal que el mateix llavi inferior defineix. A les papallones, que també aprofiten el nèctar, la major part de l'espíritrompa deriva de les primeres maxil.les, mentre que la resta de peces bucal estan reduïdes.

En altres casos (xinxes, mosquit), prèviament a la succió s'ha d'anar a buscar el fluid, ja sigui d'origen animal o vegetal, perforant la paret corporal d'aquest animal o vegetal. Aleshores l'aparell bucal té estilets asserrats que obren la ferida, i es freqüent que l'aparell suctor diferenciï una canal per injectar saliva (enzims histolítics, anticoagulants, anestèsics) i una altra per absorbir els fluids alimenticis. Per a la seva manera de treballar, aquesta aparell s'anomena picador-xuclador.

A les mosques, també hi ha aquestes dues canals, perquè si l'aliment no és de per sí líquid, s'ha de disoldre prèviament amb la saliva. El fluid resultant és absorbit a través d'una regió esponjosa per simple capilaritat, i després activament cap a la boca.

Per activar tots aquests aparells bucals, cal una musculatura potent. El moviment d'aquesta musculatura demana punts d'inserció, així com una càpsula cefàlica prou rígida i resistent perquè no s'esparrequi. És per això que internament el cap presenta tota una sèrie d'apodemes que l'atravessen per dins, com uns tirants de reforç interior.

El cap s'articula amb el tòrax a través d'un coll. La part posterior del cap és un enorme forat, que serveix de pas a tots els aparells i sistemes que recorren l'eix del longitudinalment.

El tagma toràctic és format per tres segments, el protòrax, el mesotòrax i el metatòrax. En alguns casos la regió dorsal del protòrax és molt més desenvolupada que la dels altres dos segments i forma una mena d'escut, el pronot, que recobreix tot el tòrax. Els tres segments porten un parell de potes cadascun i el mesotòrax i el metatòrax (pterotòrax) poden tenir un parell d'ales.

Les potes són apèndixs unirramis, formats per 5 artells principals: coxa, trocànter, fèmur, tíbia i tars. El tars consta, primitivament, d'una sola peça però generalment es troba subdividit en una sèrie de tarsòmers, fins un màxim de 5. A l'apex del tars es situa el pretars format per una o dues ungles; ademés pot presentar formacions especials com l'aroli i el pulvil.le membranosos o l'empodi esclerotitzat, que són formacions vesiculiformes impregnades de substàncies enganxifoses que permeten la marxa damunt de superfícies llises.

### Ales

Les ales són formacions tegumentàries que apareixen per evaginacions de la paret del cos en els corresponents segments toràctics. Aquestes evaginacions inclouen cutícula, epidermis, tràquees, venes i nervis. Aquestes tres darreres estructures corren longitudinalment pels

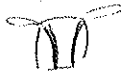
mateixos canals, i són bàsics per a la nutrició de l'ala durant el seu període d'ontogènesi. Un cop assecades les ales, aquesta nerviació dona consistència a la membrana alar. Per altra banda, la disposició de les nerviacions longitudinals, transversals i les cel·les que en resulten és variable, i ofereix un bon criteri de classificació dins dels insectes. La tendència evolutiva és que la nerviació alar sigui molt complexa en els insectes primitius (libèl·lules) i se simplifiqui en els més evolucionats.


En principi, les ales eren simples expansions planejadores, que haurien ajudat al desplaçament dels insectes fòssils un cop aquests havien <sup>sublat</sup> trepat pels troncs o per la vegetació. Es tractava per tant d'expansions inarticulades. Cal remarcar també que en aquests insecte fòssils també el primer segment toràctic duia "ales".

Ara bé, avui en dia les ales dels insectes es poden batre, gràcies a la presència d'articulacions, que no són altra cosa que una sèrie de petites peces cuticulars disposades de manera característica. Precisament aquestes articulacions permeten reconèixer dos tipus bàsics d'ales:

- les dels insectes paleòpters (ales primitives), incapaçes de plegar l'ala plana sobre el dors de l'animal. Ex.: libèl·lules
- les dels insectes neòpters (ala evolucionada), plegables planes sobre el dors de l'animal. Ex: la resta d'insectes alats.

A més a més, el funcionament de les ales és diferent en els dos grups.

- vol directe: típic dels paleòpters. Consisteix que la musculatura alar s'insereix directament a la base de les ales. Només permet un batut bastant lent. 

- vol indirecte: les ales es mouen per la deformació de la cutícula dorsal (tergita) i ventral), que s'abomba o s'arqueja alternativament. Per aconseguir-ho, treballen coordinadament els músculs dorsoventrals (que al contraure's provoquen l'elevació de les ales) i els longitudinals (que al contraure's ells i relaxar-se la musculatura longitudinal provoquen la depressió de les ales). El funcionament indirecte també deu bona part de la seva eficàcia a l'elasticitat del tegument, que presenta una proteïna, la resilina, que es comporta com una goma: al ser pressionada acumula energia, que alliberat al retornar a la posició inicial. El vol indirecte permet un batut molt més accelerat. 

En els neòpter, les modificacions que poden sofrir les ales afecten a tots els conceptes que ens puguem imaginar:

- mida: formes macròpteres, braquípteres o àpteres
- consistència: membranoses, semicoriàcies (tegmines), coriàcies (èlitres); consistència homogènia o heterogènia (hemièlitres).

Les característiques del primer parell d'ales poden ser diferents de les del segon (p.e. papasastres: 1r. parell d'ales escurçat i endurit, però el segon desenvolupat i membranós). Una modificació característica i curiosa és la que presenten els dípters, en el que el segon parell d'ales es transforma en balancins o halteris (òrgans de l'equilibri).

És freqüent que en el moment de volar, les ales anteriors i les posteriors treballin conjuntament per mitjà de dispositius d'unió entre elles (p.e., Lepidòpters, Himenòpters). Tota aquesta variabilitat pot manifestar-se com a dimorfisme sexual, o permetre la descripció de races geogràfiques o estacionals.

Encara que el normal és que un insecte alat conservi les ales tota la vida, hi ha casos molt característic en què les ales es perden: p.e. en formigues i tèrmits, un cop mascle i femella han efectuat el vol nupcial. En altres insectes, la pèrdua de les ales es pot deure a adaptació al parasitisme (cas de polls, puces, xinxes de llit).

Les ales no es consideren veritables apèndixs, perquè no tenen musculatura intrínseca. Per altra banda, s'especula que les ales puguin tenir un origen polifilètic.

Ara bé, hi ha tota una colla d'insectes que manquen d'ales primàriament, és a dir, que ni els seus antecessors fòssils ni les etapes de desenvolupament permeten interpretar que la manca d'ales es degui a una reducció posterior d'aquests òrgans o els seus esbossos. En conjunt, es tracte d'insectes propis del sòl, considerats primitius, als quals podem referir-nos amb el nom genèric d'apterigotes, sense validesa taxonòmica.

L'extraordinària diversificació dels insectes s'ha intentat explicar gràcies a la presència d'ales. Pensem que els únics invertebrats voladors són els insectes, ja que la capacitat de vol queda, fora d'ells, confinada als vertebrats (aus, ratapinyades).

El poder volar permet la ràpida conquesta de nous hàbitats encara no explotats, podent utilitzar nous aliments. Aquesta capacitat de colonització s'acompanya de l'estratègia de què els individus siguin petits, però molt nombrosos. La gran expansió dels insectes es va produir quan varen aparèixer les fanerògames (plantes amb flor).

*Per l'aparell*

L'abdomen és constituït normalment per 11 segments i en alguns casos per 12 (Proturs) ó 6 (Col.lèmbols); en molts casos, però, els 11 segments no són vivibles degut a coalescències amb el tòrax, coalescències terminals i a que la part final es plega telescòpicament i aleshores només en són vivibles 4 ó 5. Cada segment té en principi una tergita, una esternita i pleures membranoses amb diverses esclerites; en diversos grups hi ha una reducció de les zones esclerotitzades fins el punt que l'abdomen és pràcticament membranós. En posició terminal es situa l'anús. L'orífici genital s'obre, generalment, entre el 8è i el 9è segments en les femelles i en el 9è en els mascles.

La majoria d'Insectes tenen esbossos apendiculars a tots els segments abdominals durant les fases embrionàries; aquest apèndix desapareixen durant l'ontogènia i només es mantenen els de la regió genital, on formen l'ovopositor o òrgan de posta de les femelles i l'edeagus dels mascles, i a la part final de l'abdomen on configuren els cercs, de funció sensorial o defensiva.

La reproducció normalment és sexual i per oviparisme; també hi ha casos d'ovoviparisme i de viviparisme. També es dona la pedogènesi i la poliembrionia. La majoria d'espècies són unisexuades, però també hi ha algun cas d'hermafroditisme. La partenogènesi també es presenta i pot ser arrenotòtica, telitòtica, accidental o facultativa. La fecundació sempre és interna i la transferència d'espermatozoides directa mitjançant una còpula o indirecta amb espermatòfors.

En general el desenvolupament postembrionari implica una sèrie de mudes que comporten canvis successius, que en conjunt constitueixen la metamorfosi.

- Insectes ametàbols: amb formes juvenils semblants a l'adult i amb la possibilitat de mudar en aquesta darrera fase.
- Insectes heterometàbols: amb fases de nimfa i adult o imago. S'en distingeixen dues menes:
  - Hemimetàbols, quan les nimfes i els adults tenen hàbitats diferents.
  - Paurometàbols, quan tenen el mateix hàbitat.
- Insectes holometàbols: amb fase de larva, pupa i imago. *Avantatges*

*Diferenciar  
dels  
insectes  
imperfectes*

Comportament

Els insectes són tan diversos que en ells podem trobar exemples de tota mena de comportaments, referits a l'alimentació, a la reproducció, migracions, ocupació de l'hàbitat, etc. Només recordar que un dels

models més complexos en el món animal són les societats d'insectes, com són ara abelles i tèrmits.

## Relacions amb l'home

Els insectes, de cara a l'home i als seus interessos, són en ocasions beneficiosos i en ocasions perjudicials.

El principal benefici que aporten els insectes a la biosfera és la polinització de la vegetació. El grau d'especificitat entre la planta i el seu insecte pot arribar a ser molt estreta, i aquesta adaptació recíproca entre vegetal i insecte tant des del punt de vista de ritmes biològics (floració de la planta quan l'insecte és actiu) i morfològics (tipus d'aparells bucals molt especialitzats en prendre el nèctar de calzes florals molt concrets) s'ha anomenat **coevolució**.

En el cas dels conreus, aquesta activitat polinitzadora no es deixa al simple atzar, sinó que es potencia. P.e., en hivernacles d'hortalisses ja es treballa deixant anar abellots o altres himenòpters que afavoreixin la polinització. A més d'obtenir més fruit, sovint s'assoleix una major regularitat d'aquest fruit, que passa a ser més apreciat al mercat.

Molt insectes són paràsits o depredadors, i desenvolupen la seva activitat sobre altres insectes que poden ser plagues. Aquest antagonisme natural està sient cada cop més aprofitat, partint de les espècies autòctones, per a millorar el control integrat de plagues. Aquest control contempla la minimització de l'ús d'insecticides, amb el consegüent increment de qualitat del producte i de les condicions ambientals. No és cert que resulti més barat, ja que requereix unes supervisions periòdiques per part de personal tècnic especialitzat.

Per altra banda, a vegades el que l'home aprofita són els productes dels insectes. Entre els principals cal comptar-hi la seda, la mel, la cera, la gelea reial de les abelles, tints naturals (les cotxinilles). Les espècies implicades són profundament conegudes, es cultiven, i a vegades el seu aprofitament ve de molt antic.

Quan són perjudicials, els insectes poden afectar directament l'home, transmetent-li malalties (típica situació d'insectes hematòfags), o bé els seus interessos: conreus, boscos, mobles, productes amagatzemats, teixits (arnes).

En ambdós casos, beneficiós i perjudicial, l'estadi de l'insecte pot ser l'adult o bé les seves larves.

Classificació : controvertida, Monofilètica i polifilètica

han tingut un origen independent. Una classificació clàssica divideix els Insectes en funció de l'absència i o presència primitiva d'ales. Així tindriem:

- Apterigots (Col.lèmbols, Proturs, Diplurs, Monurs, Microcorifis, Zigentomes).

- Pterigots	Paleòpters	ò he': Pterigots	Exopterigots Endopterigots
	Neòpters		
	Polineòpters		
	Paraneòpters Oligoneòpters		

Els Apterigots constitueixen un grup artificial i es divideixen en dos grups segons l'estructura de la càpsula cefàlica i de les peces bucal:

- 1 - Entògnats: Col.lèmbols, Proturs i Diplurs
- 2 - Ectògnats: Monurs, Microcorifis, Zigentomes

Alguns autors donen categoria de subclasse als dos grups anteriors i inclouen els Pterigots en els Ectògnats.

Finalment hi ha encara la opinió d'altres zoòlegs que creuen que els Col.lèmbols, els Proturs i els Diplurs constitueixen classes independents dels Insectes i en aquest cas el terme d'Apterigots només és aplicable als Monurs, Microcorifis i Zigentomes; aquests formarien juntament amb els Pterigots la classe dels Insectes.

Apterigots (de fet inclou purps zafilètics) L'entrdi ve diferenciat per la manca de fòssils.

- Faeta als
- Apèndixs abdominals gnyaribls
- Fec. indirecta
- Ametabols
- Muden a l'estat adult

Pterigots

- No es ectògnats
- Ales
- Sense apèndixs gnyaribls
- Fec directa
- Metabols
- No muden a l'estat adult
- Tots epimòrfs

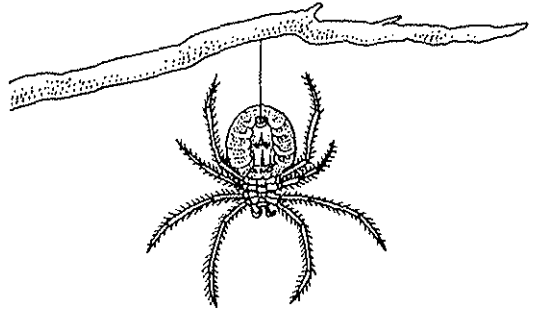
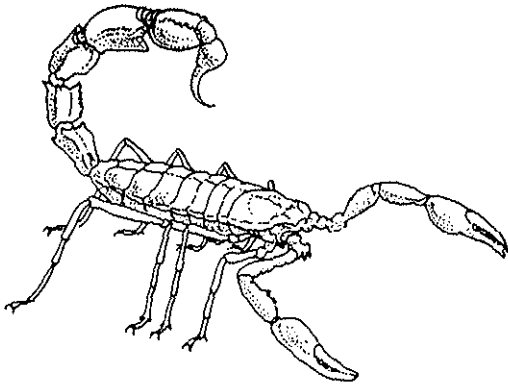
Supercl. Hexàpodes (horie polifilètica)

- cl. Colèmbols
- cl. Proturs
- cl. Diplurs
- cl. Insectes
  - Monurs
  - Microcorifis
  - Zigentomes
  - Pterigots

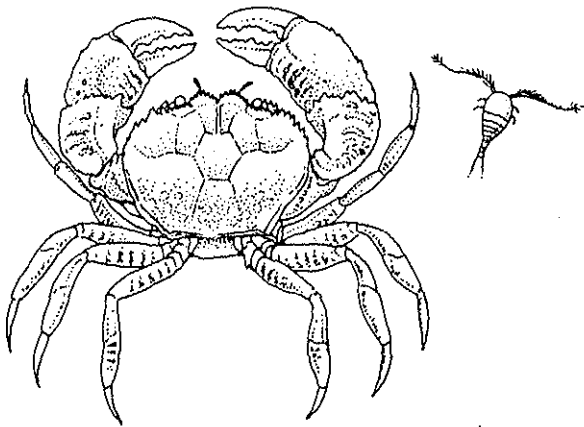
Concepte d'Apterigot

# ARTROPODES

quelicerats (amb quel'cers)

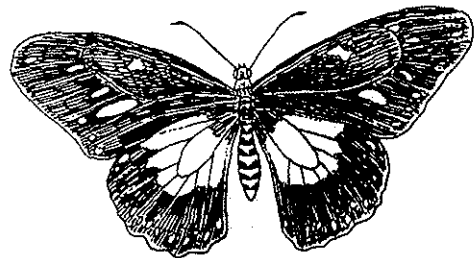


Generalment  $\left\{ \begin{array}{l} \text{prosoma} < 1 \text{ p. quel'cers} \\ \text{opistosoma} < 5 \text{ p. altres apendixs} \\ \text{(pot variar)} \end{array} \right.$



Crustacis  $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ p. antenes} \\ \text{cēfalou} < 1 \text{ p. mandibules} \\ < 2 \text{ p. maxil.les} \\ \text{pereion} \\ \text{pleon} \end{array} \right. \text{variable}$

Miriāpodes  $\left\{ \begin{array}{l} \text{cap} < 1 \text{ p. antenes} \\ < 1 \text{ p. mandibules} \\ < 1 \text{ o } 2 \text{ p. maxil.les} \\ \text{trouc (variable)} \end{array} \right.$



Insectes  $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ p. antenes} \\ \text{cap} < 1 \text{ p. mandibules} \\ < 2 \text{ p. maxil.les} \\ \text{tōrax} < 3 \text{ p. potes} \\ < 0, 1, 2 \text{ p. ales} \\ \text{abdomen (variable)} \end{array} \right.$

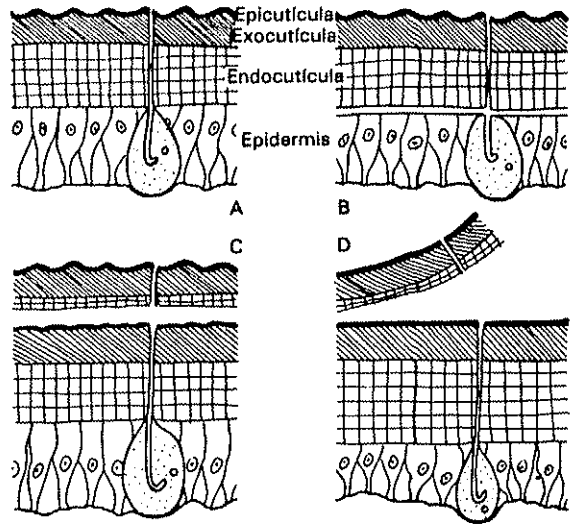
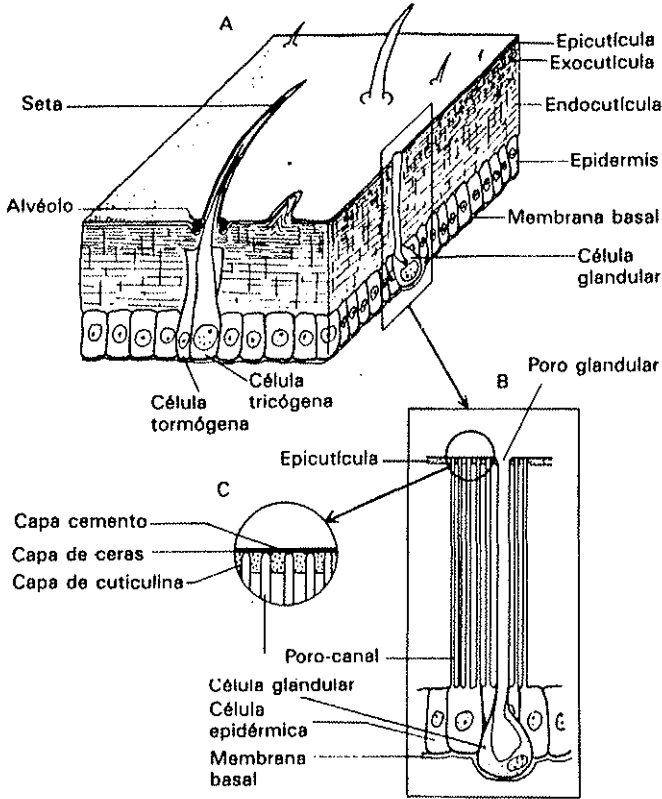
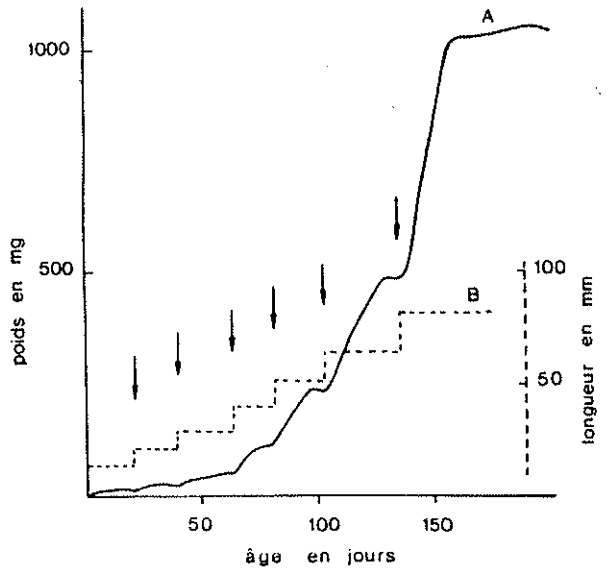
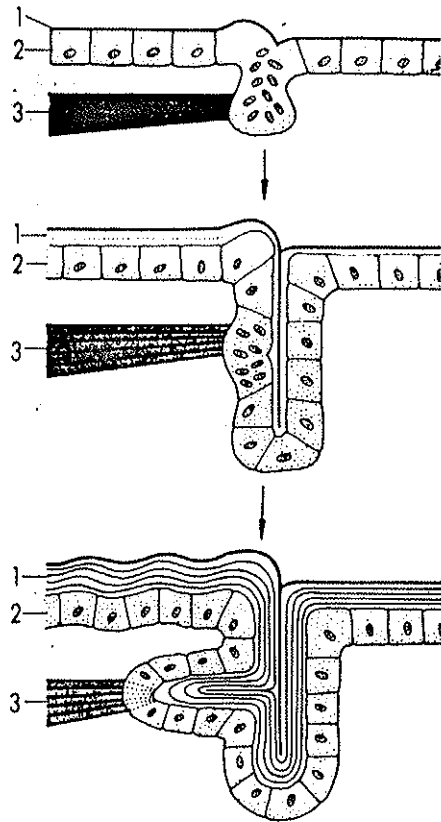


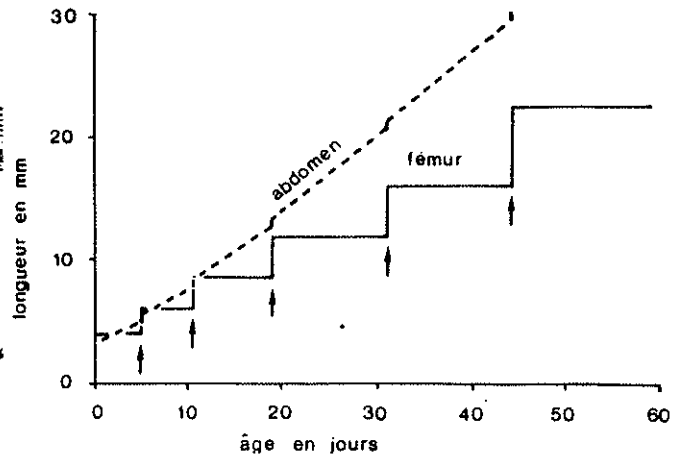
Figura 2-9. Figuras esquemáticas del proceso de muda (modificado de Beaumont). A: Cutícula al comienzo del período ecdisial; B: Cutícula en el momento inmediato posterior a la apólisis; C: Cutícula nueva parcialmente segregada y cutícula vieja casi totalmente digerida; D: Desprendimiento de la cutícula vieja.

Cutícula generalizada: A) Esquema tridimensional; B) Detalle de una porción; C) Detalle de la zona superficial.

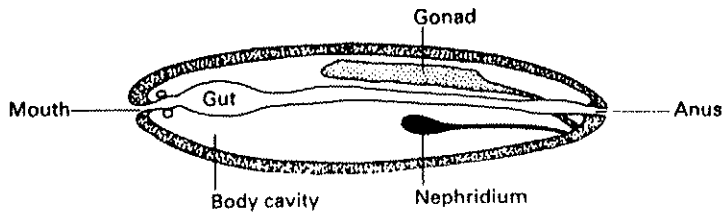
**14 LA FORMACIÓ D'APODEMES** s'inicia quan la cutícula comença a engruixir les seves diferents capes per sobre de l'epidermis. Els músculs, que de primer s'insereixen damunt d'aquesta, progressivament van penetrant en el tegument fins a arrelar a la cutícula. Precisament aquesta és una de les funcions principals dels apodemes, és a dir, augmentar i enfortir la superfície d'inserció dels músculs. Hom remarca: 1 cutícula, 2 epidermis, 3 musculatura. [Dibuix: Gustavo Hormiga, a partir de fonts diverses]



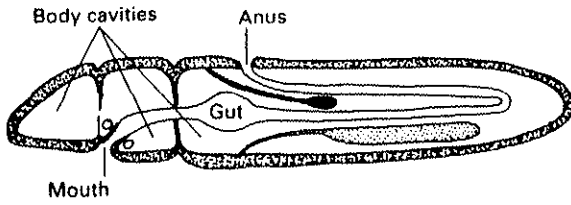
— Croissance pondérale (A) et linéaire (B) chez *Carausius morosus*. Les 1 quent le moment des mues (d'après G. TEISSIER).



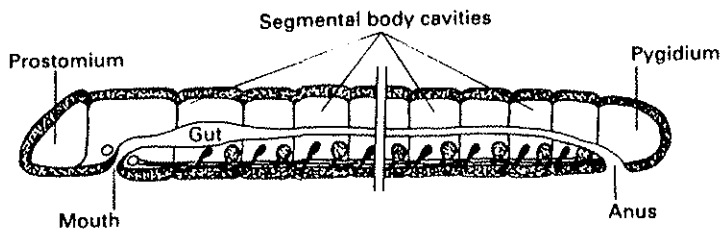
— Croissance linéaire du fémur postérieur et de l'abdomen chez *Locu K. U. CLARKE*.



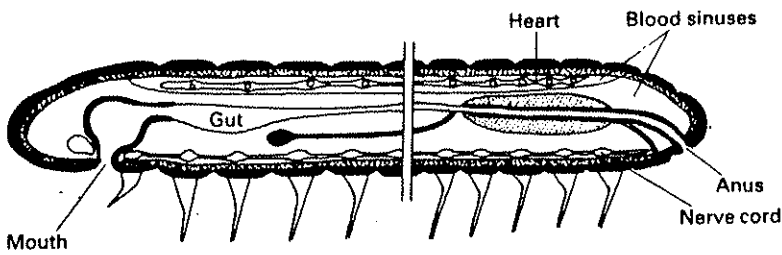
(a) Monomeric



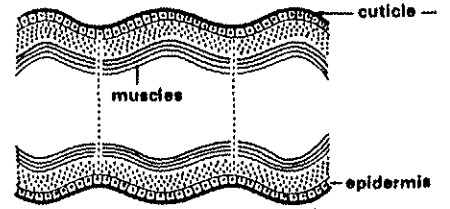
(b) Oligomeric



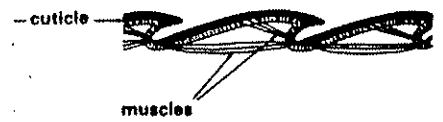
(c) Metameric (as in annelids)



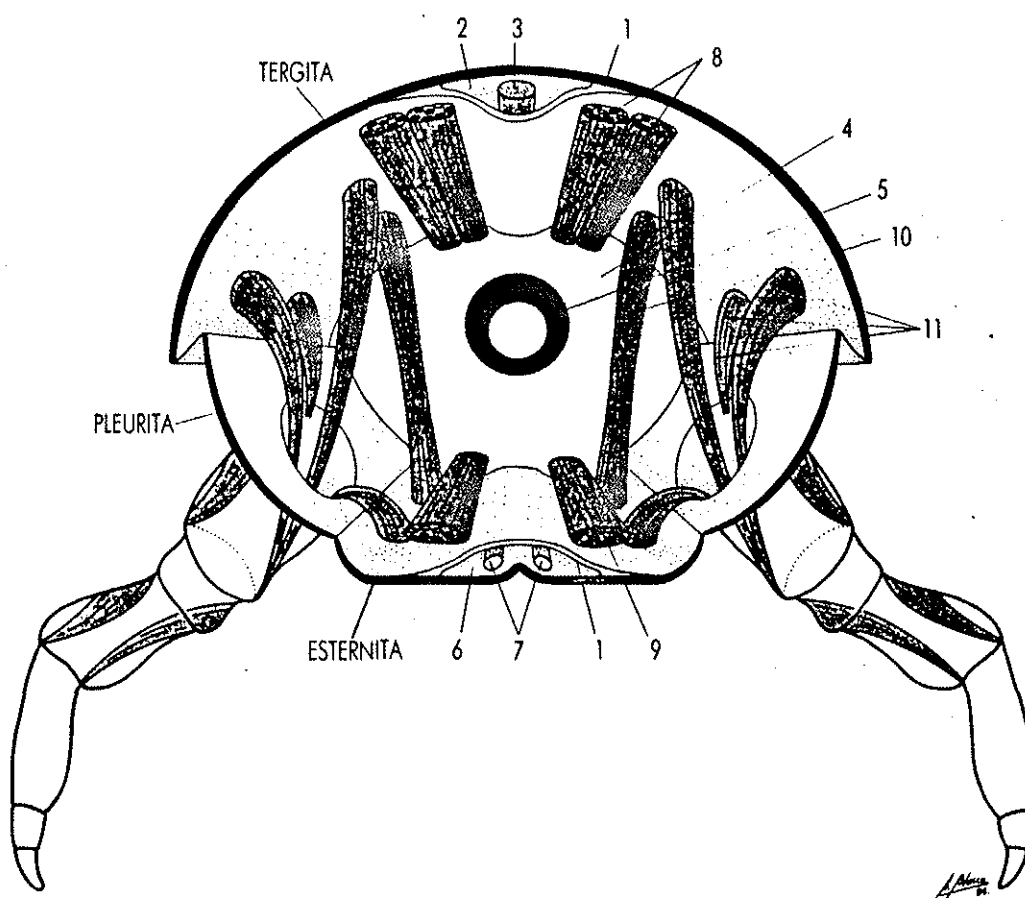
(d) Metameric (as in arthropods)



Annelid



Arthropod



**15** TALL TRANSVER-SAL DEL COS D'UN ARTRÒPODE per a mostrar, dins d'un metàmer típic, la distribució dels diferents feixos musculars i la de la resta d'elements anatòmics: 1 diafragma, 2 si dorsal o pericàrdic, 3 cor, 4 si central o perivisceral, 5 tub digestiu, 6 si ventral o perineural, 7 sistema nerviós, 8 músculs longitudinals dorsals, 9 músculs longitudinals ventrals, 10 músculs dorsiventrals, 11 músculs dels apèndixs.  
[Dibuix: Amadeu Blasco, a partir de fonts diverses]

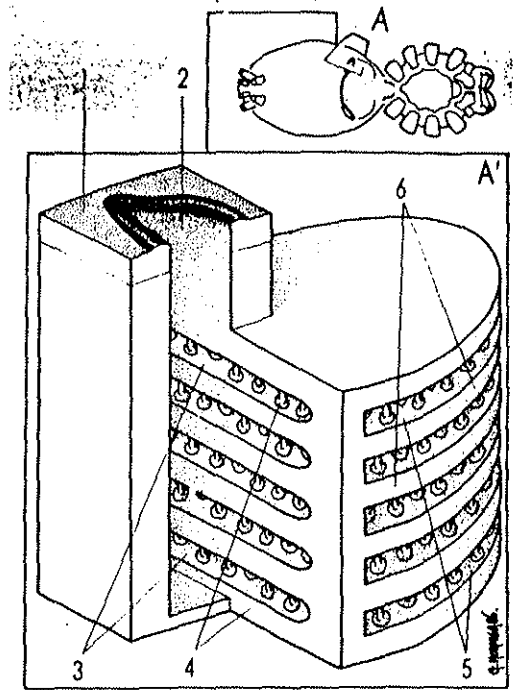
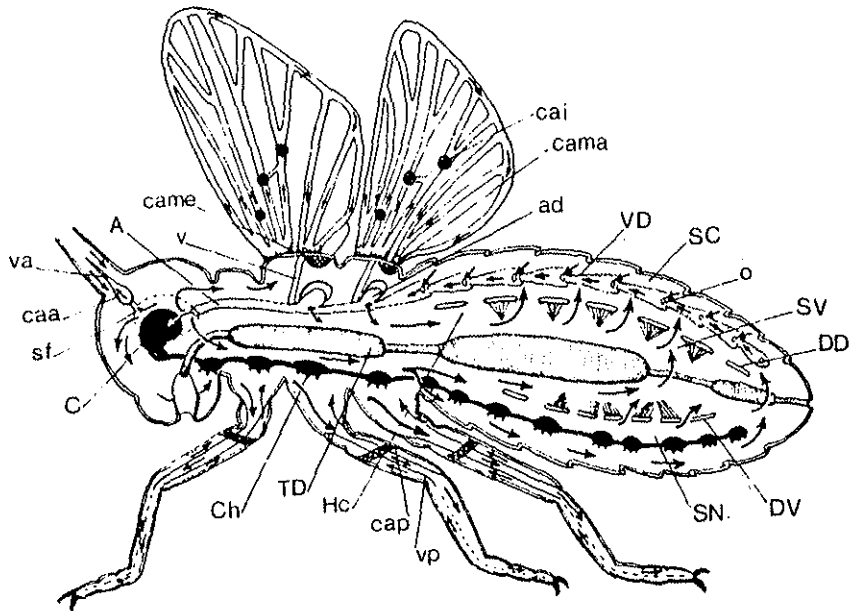
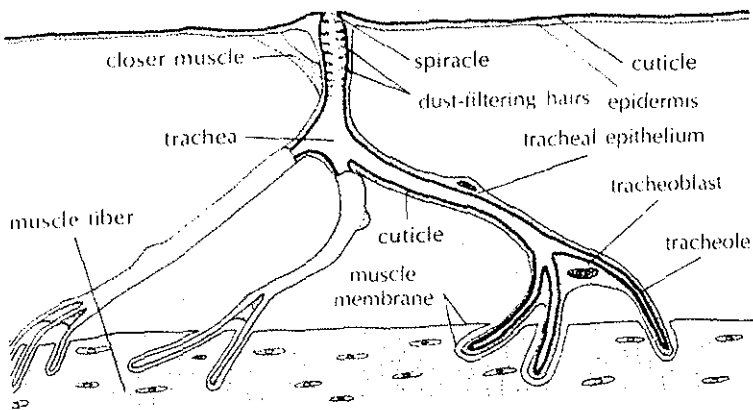


FIG. 7-5. — Schéma de la circulation de l'hémolymphe chez un Insecte Ptérygote (d'après J. A. HOFFMANN). A: aorte, ad: ampoule dorsale, C: cerveau, caa: coeur accessoire antenaire, cai: coeur accessoire intra-alaire, cama: coeur accessoire métatergal, came: coeur accessoire mésotergal, caa: coeur accessoire antenaire, va: vaisseau antenaire, v: vaisseau non contractile reliant l'aorte au coeur accessoire mésotergal et/ou métatergal, vp: vaisseau dorsal (partie cardiaque), vd: vaisseau dorsal (partie non cardiaque), SC: sinus péricardiaque, o: ostiole, SV: sinus périviscéral, DD: diaphragme dorsal, DV: diaphragme ventral, Hc: hémocoèle, TD: tube digestif, Ch: chaîne nerveuse, cap: coeur accessoire des pattes, sf: sinus frontal, SN: sinus péri-neural, SV: sinus périviscéral, TD: tube digestif, v: vaisseau non contractile reliant l'aorte au coeur accessoire mésotergal et/ou métatergal, va: vaisseau antenaire, VD: vaisseau dorsal (partie cardiaque), vp: vaisseau non contractile intrafémoral.

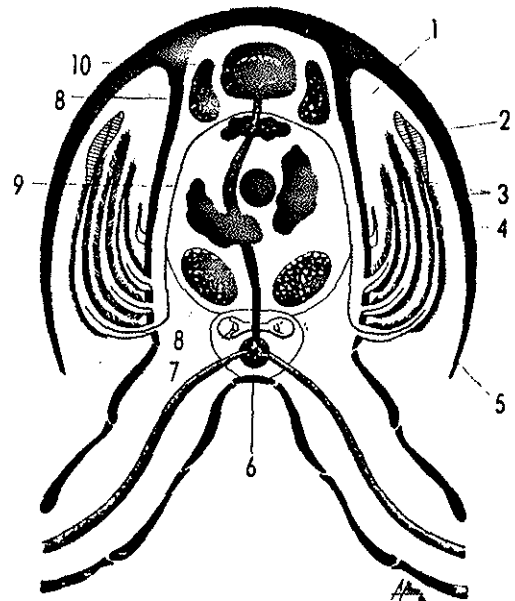
**57 LES FILLOTRACHEES** o pulmons en llibre són estructures típiques dels aràcnids. Morfològicament considerades com a derivats dels apèndixs de l'opistosoma, es presenten per parelles a la cara ventral del cos (A). En l'esquema d'una fillotràquea (A') hom distingeix: 1 superfície cuticulaire externa, 2 estigma fillotracheal, 3 cambra aèria, 4 columnnes, 5 cambra hemàtica, 6 laminetes cuticulàrs.

Tràquees insectes

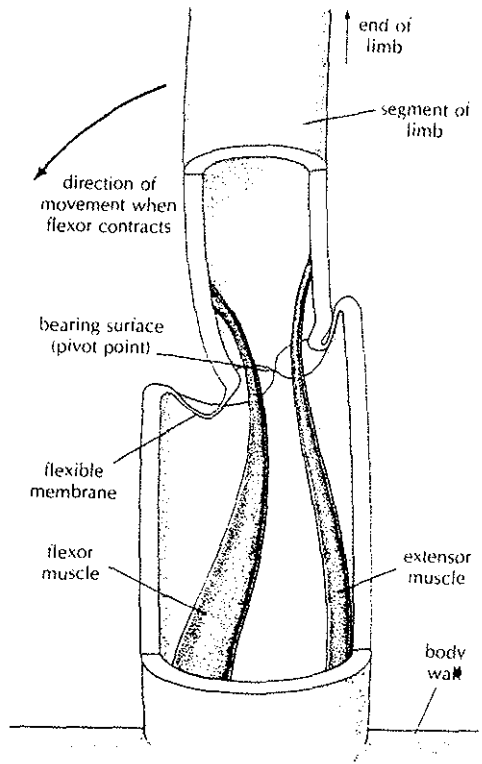
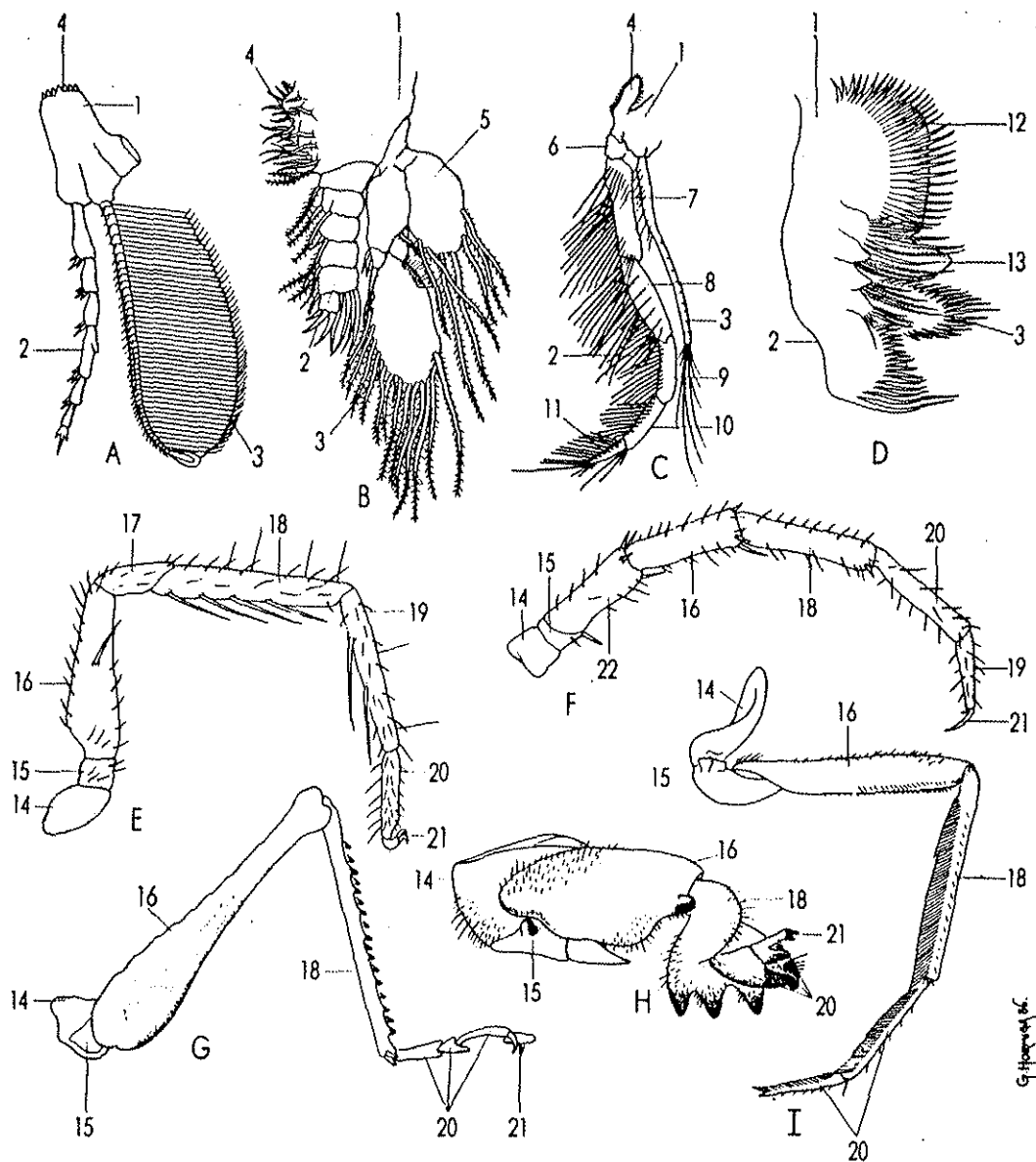


**166 SECCIÓ TRANSVERSAL** d'un cranc de riu feta a l'alçada del segon parell de pereïpodis que mostra les diferents posicions que poden tenir les brànquies dins la cambra branquial i la seva relació amb el sistema circulatori. Hom hi distingeix: 1 cambra branquial, 2 podobrànquia, 3 artrobrànquia, 4 pleurobrànquia, 5 branquióstegita, 6 artèria subneural, 7 cadena nervial, 8 múscul extensor, 9 intestí, 10 cor.

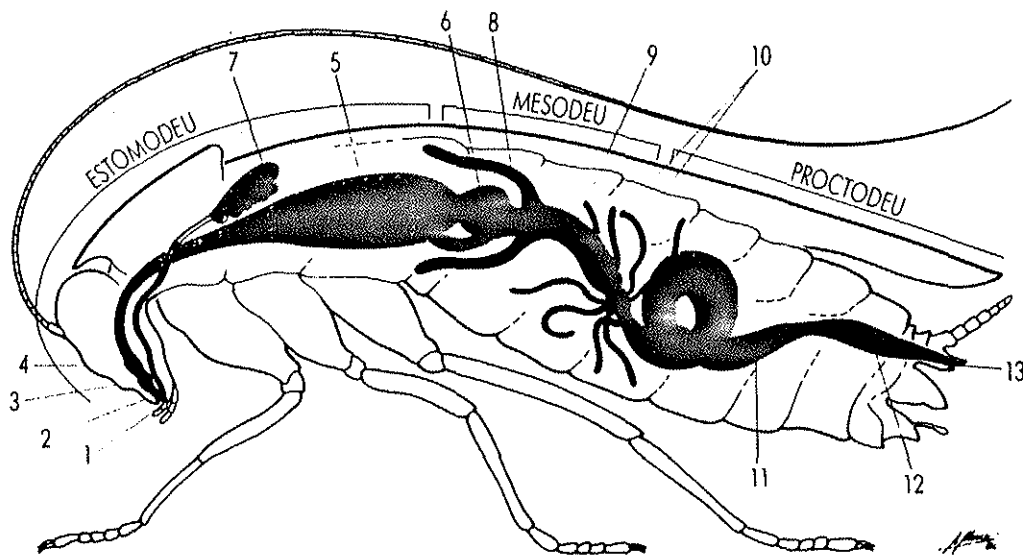
VI. ELS CRUSTACIS



**5 MODELS MORFOLÒGICS D'APÈNDIXS de diferents grups d'artròpodes.**  
*Birramis:* A trilòbit, B crustaci cefalocàride, C crustaci decàpode, D crustaci branquiòpode. *Unirramis:* E aràcnid aranèid, F miriàpode quilòpode, G insecte ortòpter saltador, H insecte ortòpter excavador, I insecte coleòpter nedador.  
 Hom hi aprecia: 1 protopodi o simpodi, 2 endopodi, 3 exopodi, 4 endita, 5 pseudoepipodi, 6 basis, 7 isqui, 8 meros, 9 carp, 10 propodi, 11 dàctil, 12 exita, 13 epipodi, 14 coxa, 15 trocànter, 16 fèmur, 17 patella, 18 tibia, 19 metatars, 20 tars, 21 unglia, 22 pre-fèmur.  
 [Dibuix: Gustavo Hormiga, a partir de fonts diverses]



**Figure 18.2**  
 The articulation of a crustacean limb. The procuticle is hardened everywhere except at the joints, as indicated. After Russell-Hunter.



21 L'APARELL DIGESTIU dels artròpodes, en aquest cas exemplificat i simplificat en una panerola (insecte blàtid), consta de tres trams ben diferenciats i d'unes estructures bàsiques, que varien segons l'especialització alimentària. Els elements principals de l'aparell digestiu i altres estructures relacionades, presents a la majoria dels artròpodes, s'indiquen a continuació: 1 boca, 2 cavitat bucal, 3 faringe, 4 esòfag, 5 pap, 6 proventricle, 7 glàndules salivals, 8 cecus digestius, 9 intèstí glandular, 10 tubs de Malpighi, 11 ili, 12 recte, 13 anus.  
[Dibuix: Amadeu Blasco, a partir de fonts diverses]

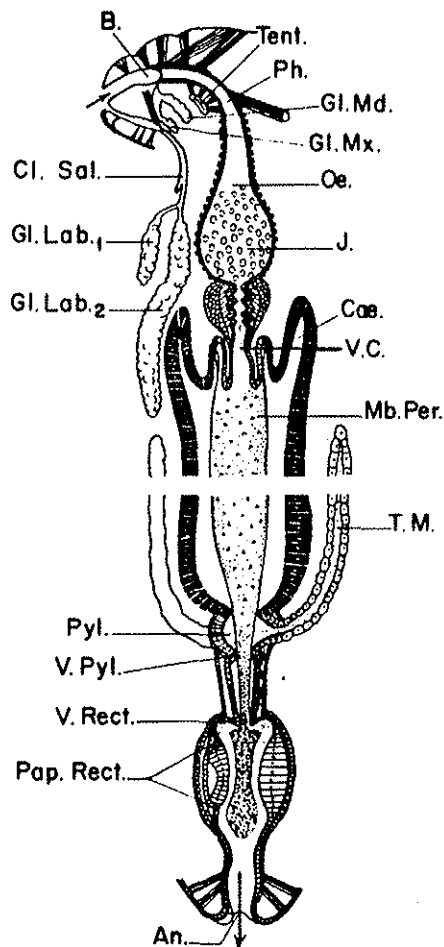


FIG. 21.14. Représentation du tube digestif d'un Insecte.

An. : anus ; B. : bouche ; Cl. Sal. : canal salivaire ; Coe. : cœcum ; Gl. Lab. 1, Gl. Lab. 2. : glandes labiales ; Gl. Md. : glande mandibulaire ; Gl. Mx. : glande maxillaire ; J. : jabot ; Oe. : œsophage ; Mb. Per. : membrane péritrophique ; Pap. Rec. : papille rectale ; Ph. : pharynx ; Pyl. : région pylorique ; Tent. : tentorium ; T. M. : tube de Malpighi ; V. C. : valvule cardiaque ; V. Pyl. : valvule pylorique ; V. Rec. : valvule rectale (d'après Weber).

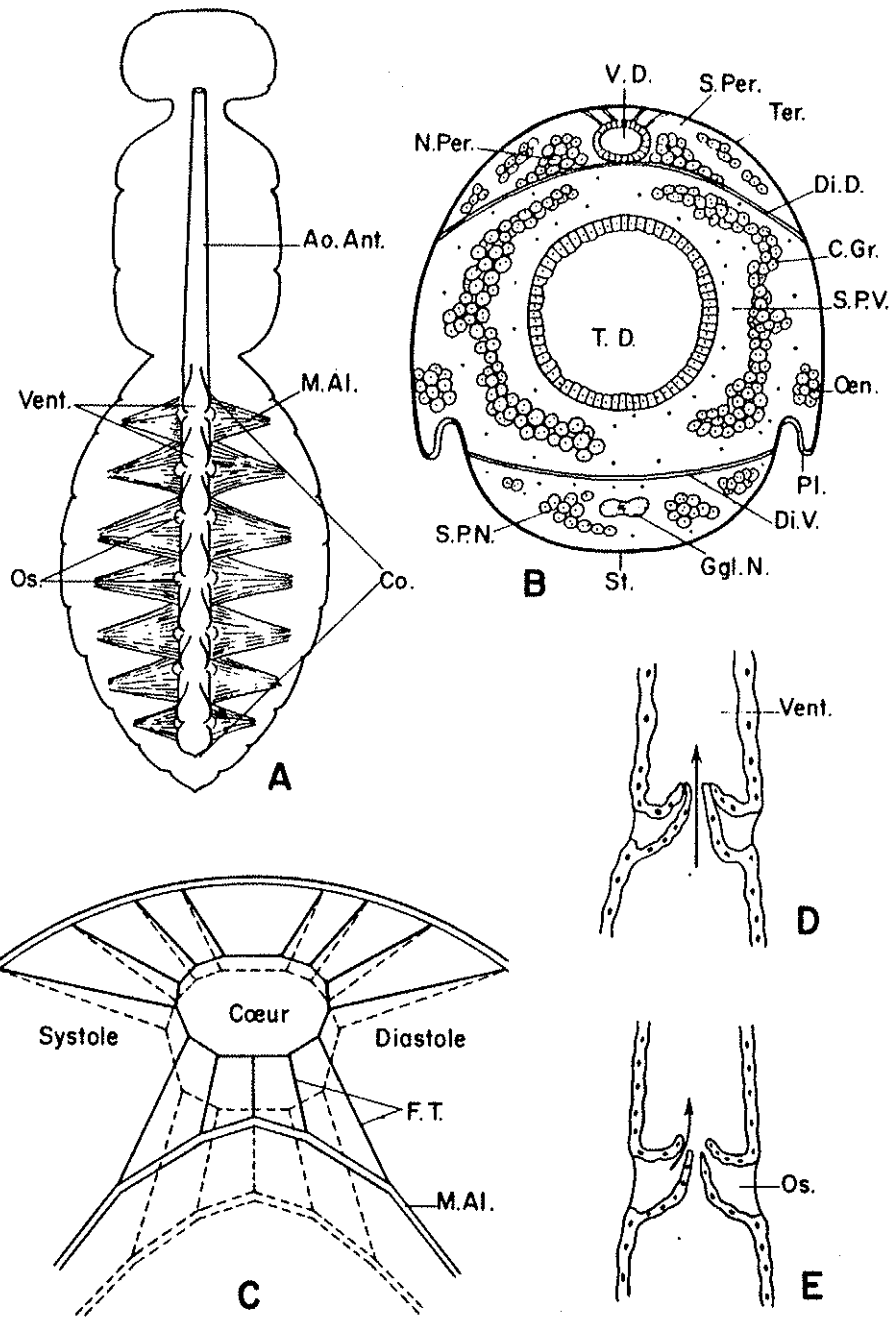


FIG. 21.17. A. : Vaisseau dorsal ou cœur des Insectes (d'après Escherich) ; B. : Coupe transversale de l'abdomen d'un Insecte ; C, D et E. : Le fonctionnement cardiaque ; coupe transversale (C) et coupes longitudinales pendant la systole (D) et pendant la diastole (E). Ao. Ant. : aorte antérieure ; C. Gr. : corps gras ; Co. : cœur ; Di. D. : diaphragme dorsal ; Di. V. : diaphragme ventral ; F. T. : filaments tenseurs ; Ggl. N. : ganglion nerveux ; Os. : ostiole ; M. Al. : muscle aliforme ; N. Per. : néphrocyles péricardiaques ; Œn. œnocytes ; Pl. : pleurite ; S. Per. : sinus péricardiaque ; S. P. N. : sinus péri-neural ; S. P. V. : sinus péri-viscéral ; St. : sternite ; Ter. : tergite ; Vent. : ventricule ; V. D. : vaisseau dorsal.

**15** DIFERENTS TIPUS D'ESTIGMES RESPIRATORIS parcialment tallats per tal de fer-ne visible l'estructura interna, i ordenats per ordre de complexitat. 1 paret del cos, 2 orifici traqueal, 3 tràquea, 4 orifici atrial, 5 atri, 6 peritrema, 7 llavis de tancament de l'atri, 8 dispositiu de filtratge d'aire, 9 valva d'oclusió, 10 músculs.

[Dibuix: Gustavo Hormiga, a partir d'un original de Snodgrass]

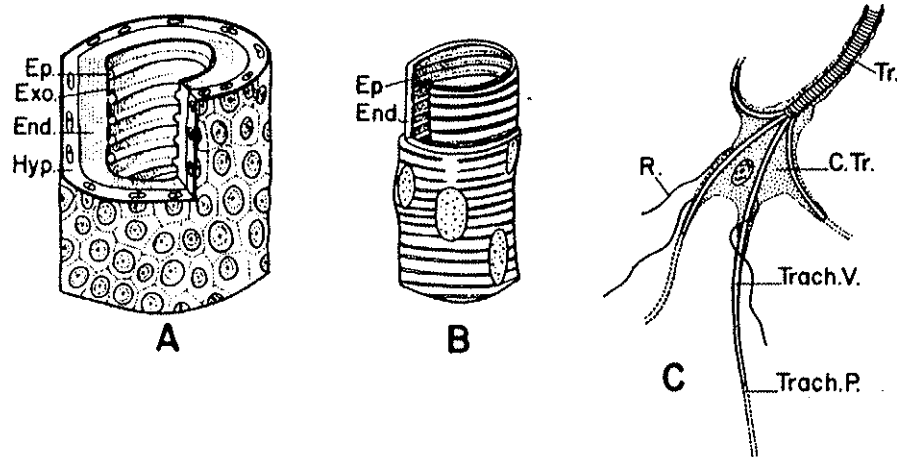
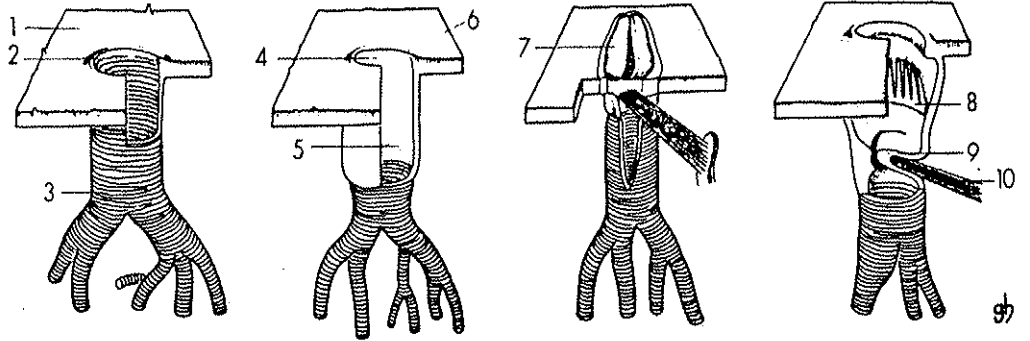
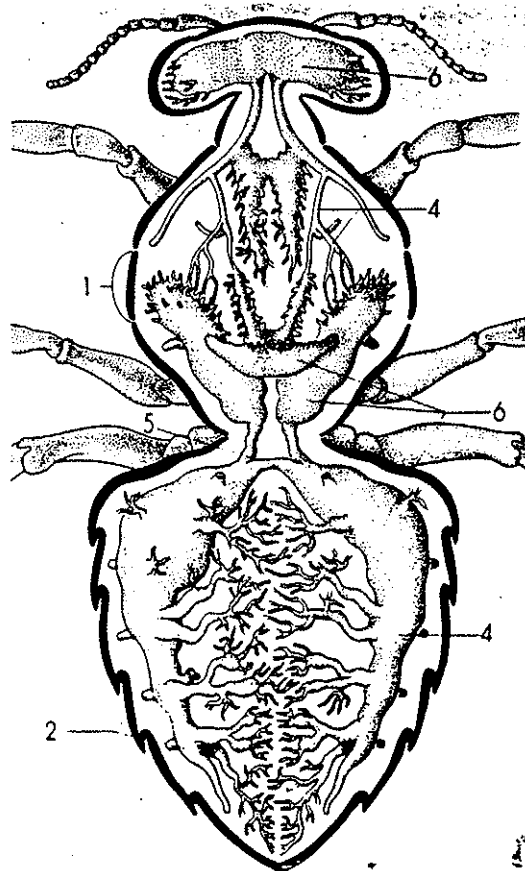
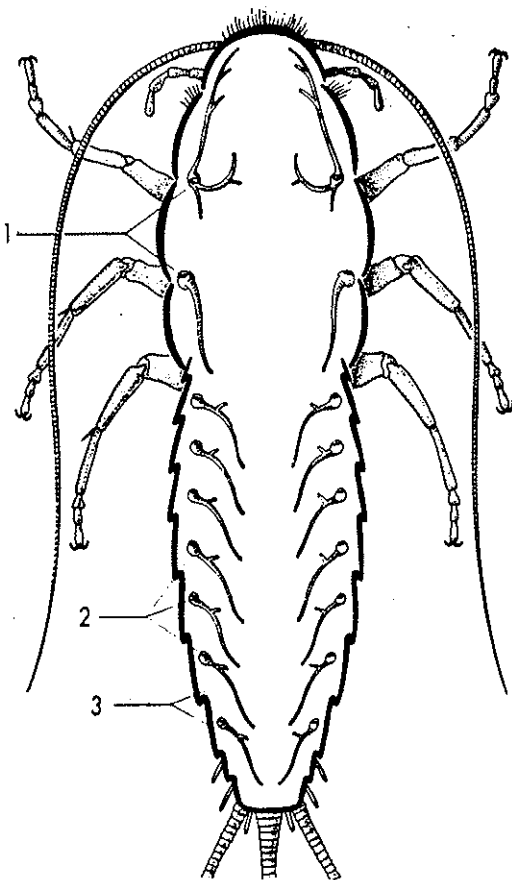
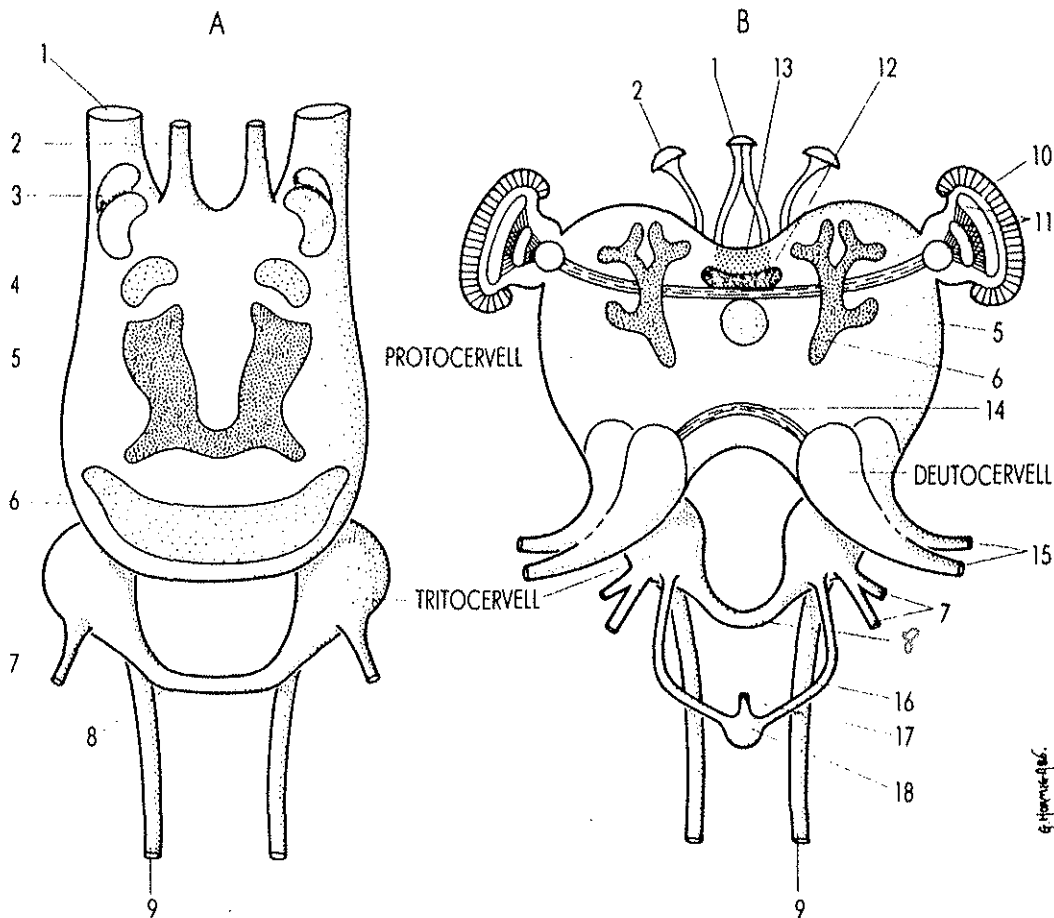


FIG. 21. 18. A., B. : Structure d'une trachée (d'après Weber) ; C. : Cellule trachéolaire ; D. : Système trachéen et répartition des sacs aériens dans l'abdomen d'une ouvrière d'Abeille. C. Tr. : cellule trachéolaire ; End. : endocuticule ; Ep. : épicuticule ; Exo. : exocuticule ; Hyp. : hypoderme ; R. : ramification ; Tr. : trachée ; Trac. P., Trac. V. : portion pleine ou vide de liquide d'une trachéole.



**16** APARELL RESPIRATORI dels insectes, en un model primitiu, corresponent a un insecte apterigot (un maquillid, gènere Machilis), a l'esquerra, i a un model evolucionat, d'una abella obrera, a la dreta. Les diferències entre l'un i l'altre afecten el nombre d'estigmes i la seva posició, l'existència de connectius transversals i longitudinals, i l'aparició de sacs aeris (vegeu la figura 23 del volum 9). 1 estigmes toràcics, 2 estigmes abdominals, 3 tràquees metamèriques independents, ramificades, 4 troncs traqueals longitudinals, 5 troncs traqueals transversals, 6 sacs aeris traqueals.

[Dibuix: Amadeu Blasco, a partir de fonts diverses]

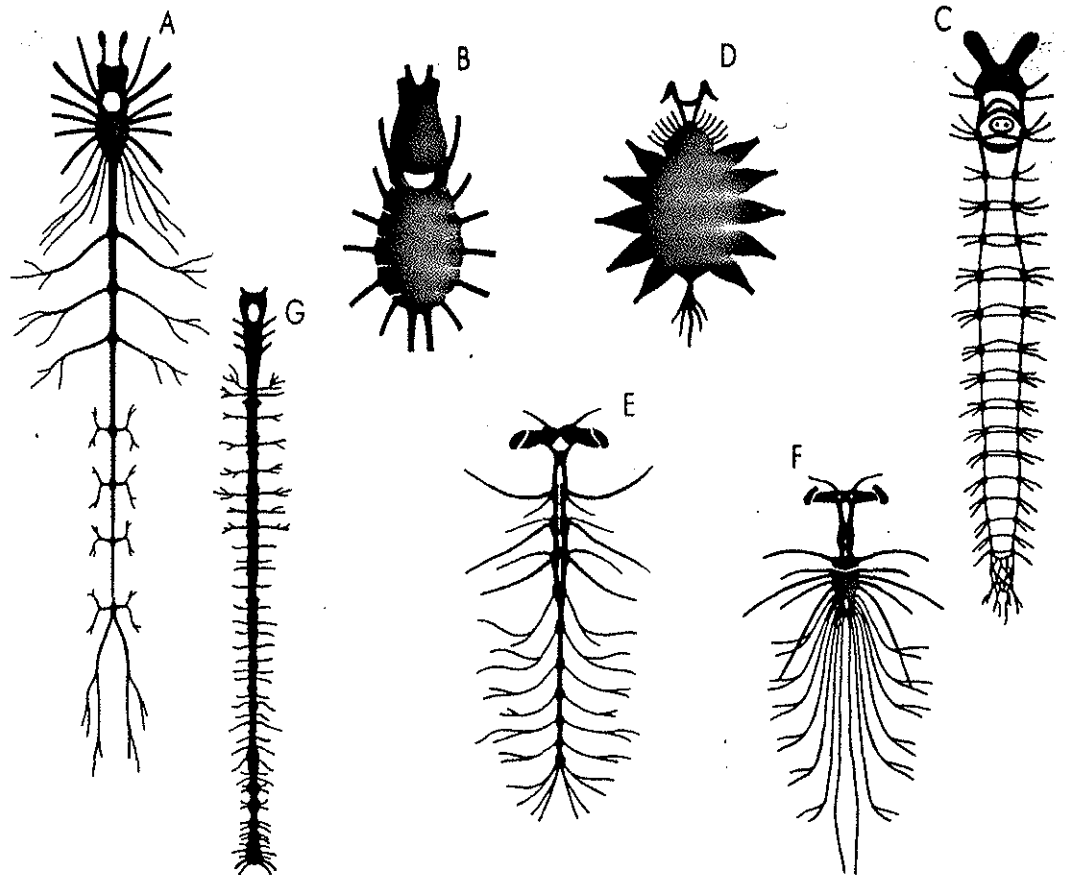


**17 PARTS PRINCIPALS DEL CERVELL** dels artròpodes aràcnids (A) i insectes (B): 1 i 2 nervis dels ocelles, 3 i 4 centres visuals primaris i secundaris, 5 cossos pedunculats, 6 cos central, 7 nervis del tritocervell, 8 comissura tritocerebral, 9 inici del collar periesofàgic, 10 ulls compostos, 11 làmines ganglionars del lòbul òptic, 12 part cerebral, 13 part intercerebral amb cèl·lules neurosecretores, 14 comissura deutocerebral, 15 nervis del deutocervell, 16 sistema nerviós simpàtic anterior, 17 nervi recurrent, 18 gangli frontal. Hom pot observar en el dibuix les diferències i les semblances entre ambdós cervells, especialment la manca de deutocervell i la major simplificació general dels centres nerviosos en els aràcnids. Per a les característiques del cervell dels crustacis, diplòpodes i quilòpodes vegeu les figures 163, 315 i 326.

[Dibuix: Gustavo Hormiga, a partir de fonts diverses]

**16 EN L'ORGANITZACIÓ DEL SISTEMA NERVIÓS** dels artròpodes hom pot detectar una relació entre el grau d'evolució assolit i el grau de concentració dels diferents elements ganglionars. Aquest fenomen es manifesta dins les diverses línies evolutives, cosa que il·lustra el dibuix en la comparació de dos models corresponents a aràcnids, el de l'escorpi (A) i el d'un aranèid (B); a crustacis, el d'un fil·locàride (C) i el d'un decàpode (D), i a insectes coleòpters, el d'un lícid (E) i el d'un escarabèid (F). En els miriàpodes (G), la cadena ventral és poc concentrada i s'estén al llarg de tot el cos.

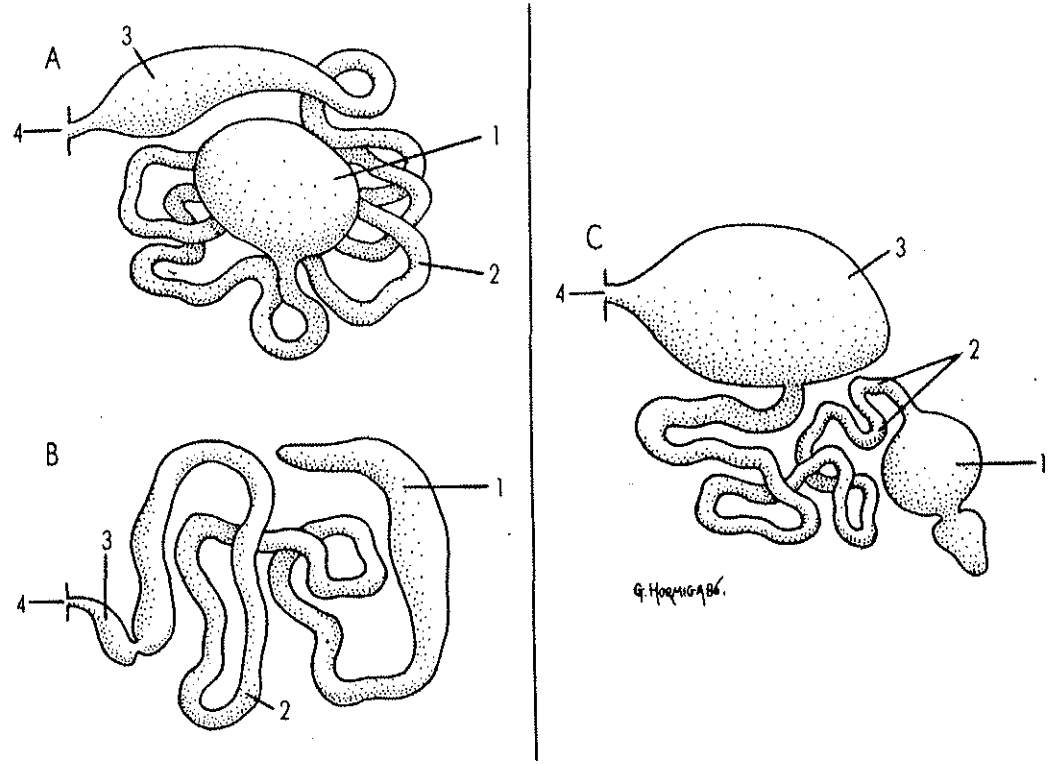
[Dibuix: Servei de Fotografia/Román Montull, a partir de fonts diverses]



**26 COLLABOREN A**

**L'EXCRECIÓ**, en els artròpodes, determinades glàndules d'origen metamèric, és a dir, situades originalment a cada segment. Generalment es relacionen amb els apèndixs corresponents, cosa que explica que, malgrat la seva funció excretora, prenguin noms relatius a apèndixs que fan funcions diverses. Així, en els aràcnids, hi ha les glàndules coxals (A), i en els crustacis, les glàndules antenals (B) i maxil·lars (C). En els insectes adopten diversos noms, com els de ronyons cefàlics, glàndules labials, maxil·lars, etc. Totes, però, tenen una estructura similar. A la il·lustració, hom distingeix: 1 sac, 2 nefroducte, 3 bufeta, 4 nefropor.

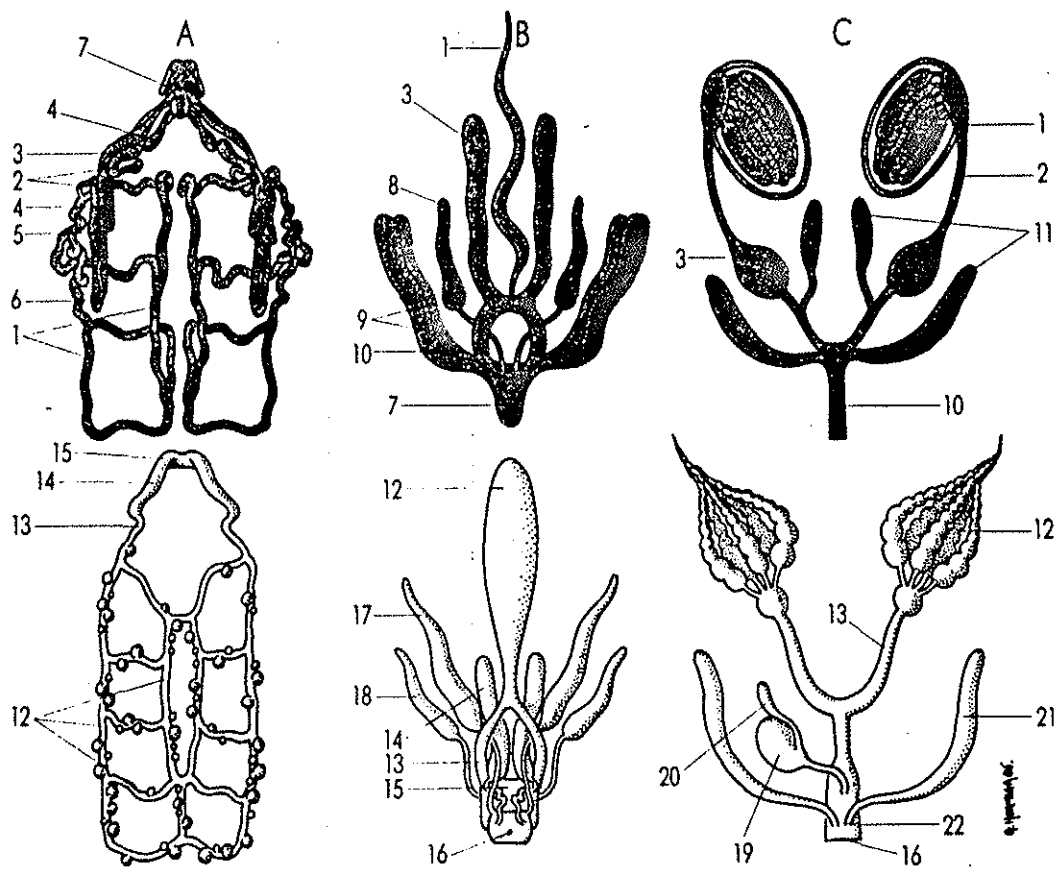
[Dibuix: Gustavo Hormiga, a partir de fonts diverses]

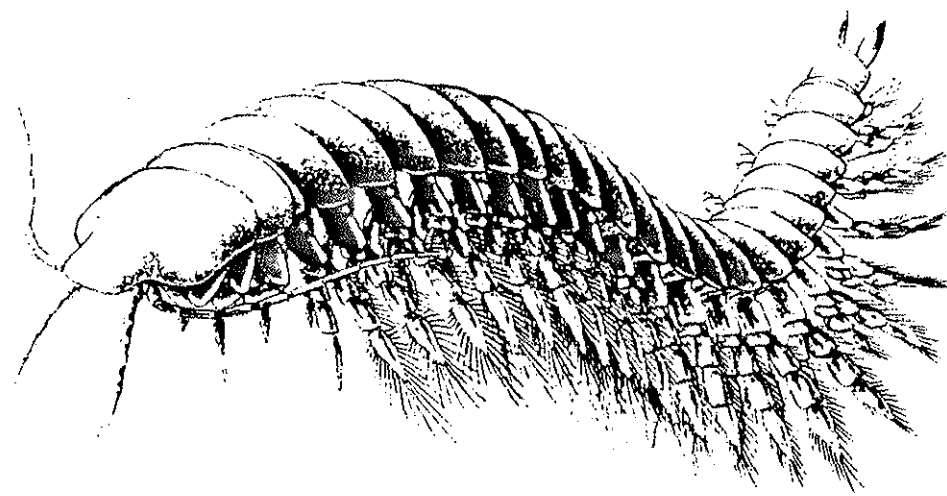


**28 MODELS DIFE-**

**REPRODUCTORS** masculins (a dalt) i femenins (a baix), presents en els artròpodes: A model amb les gònades metamèriques, corresponent als escorpins, B model amb les gònades imparelles, corresponent als quilòpodes, C model amb les gònades parelles, corresponent als insectes i el més generalitzat en el conjunt dels artròpodes. Hom hi distingeix: 1 testicles, 2 espermiducte, 3 vesícula seminal, 4 receptacle seminal, 5 glàndula cilíndrica, 6 òrgan paraxial, 7 atri genital, 8 glàndules dorsals, 9 glàndules ventrals, 10 canal ejaculador, 11 glàndules annexes, 12 ovaris, 13 oviductes, 14 receptacle seminal, 15 atri genital, 16 orifici genital, 17 glàndula dorsal, 18 glàndula ventral, 19 espermateca o receptacle seminal, 20 glàndula de l'espermateca, 21 glàndules annexes.

[Dibuix: Gustavo Hormiga, a partir de fonts diverses]

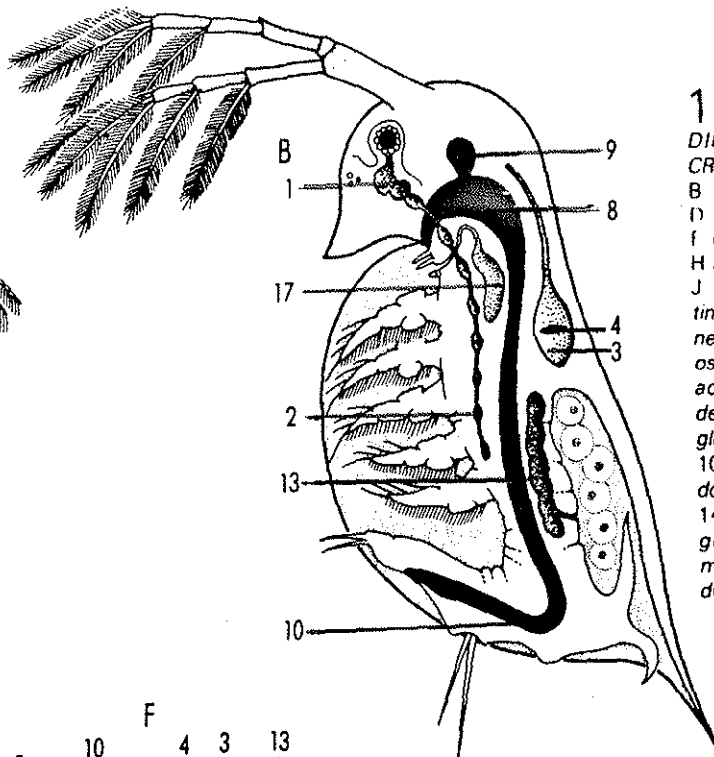
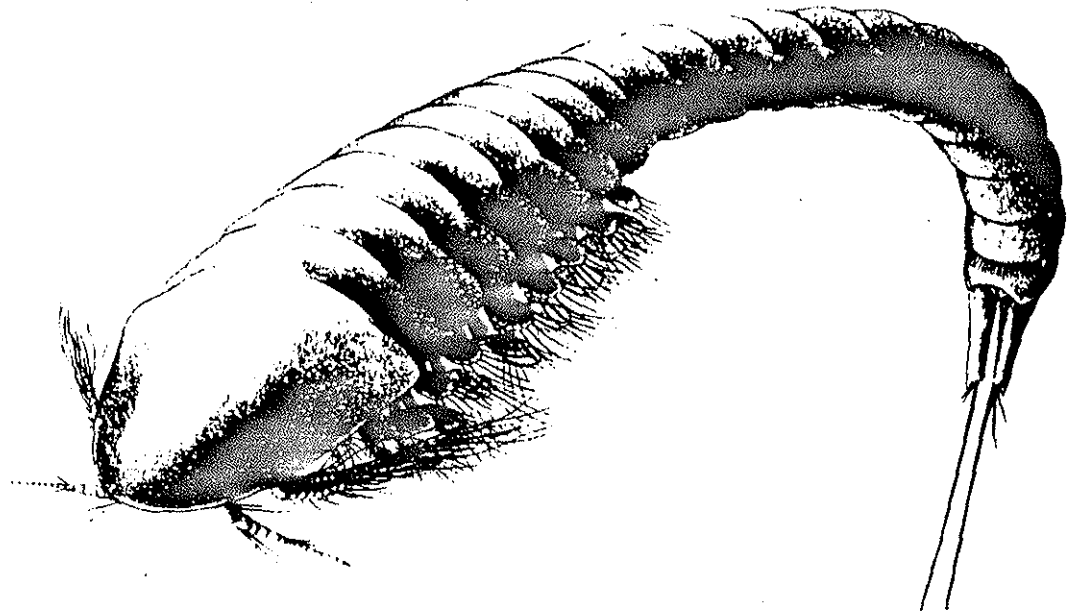




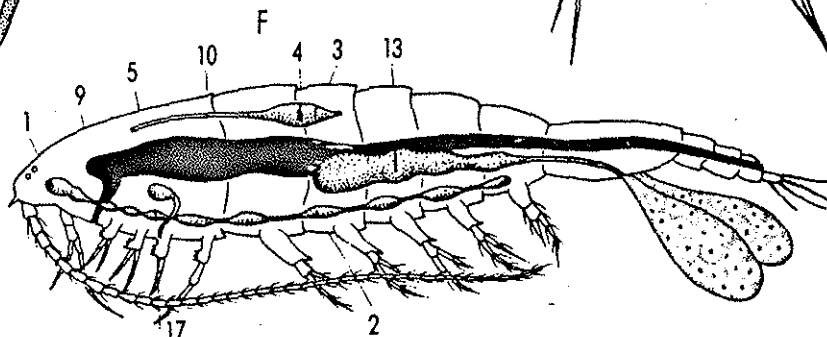
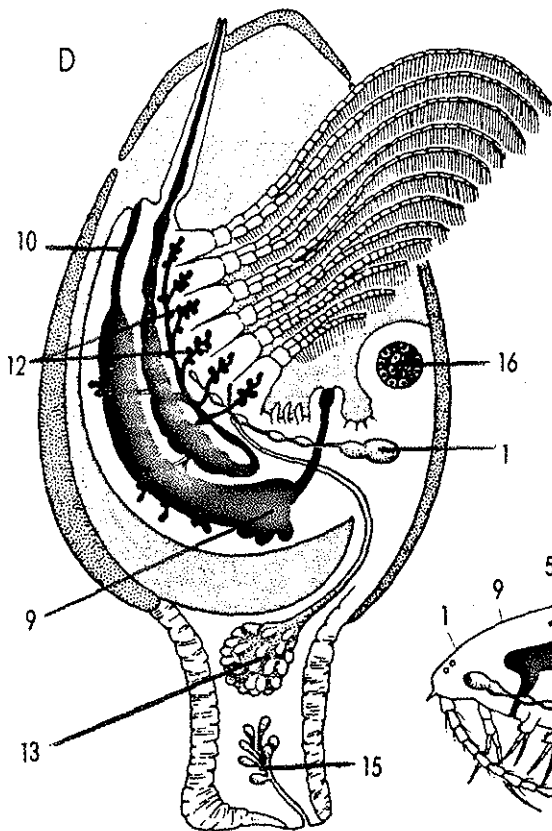
**172 ASPECTE DEL REMIPEDI** *Morlockia ondiinae*, crustaci que viu, com l'altra espècie del seu mateix grup (*Speleonectes lucagensis*), a les coves submarines. Noteu l'estructura de l'escut cefàlic i l'absència de tagmatització a la resta del cos, que es presenta com un seguit de segments iguals fins arribar al telson, trets que caracteritzen el grup. [Dibuix: Eduardo Saiz]

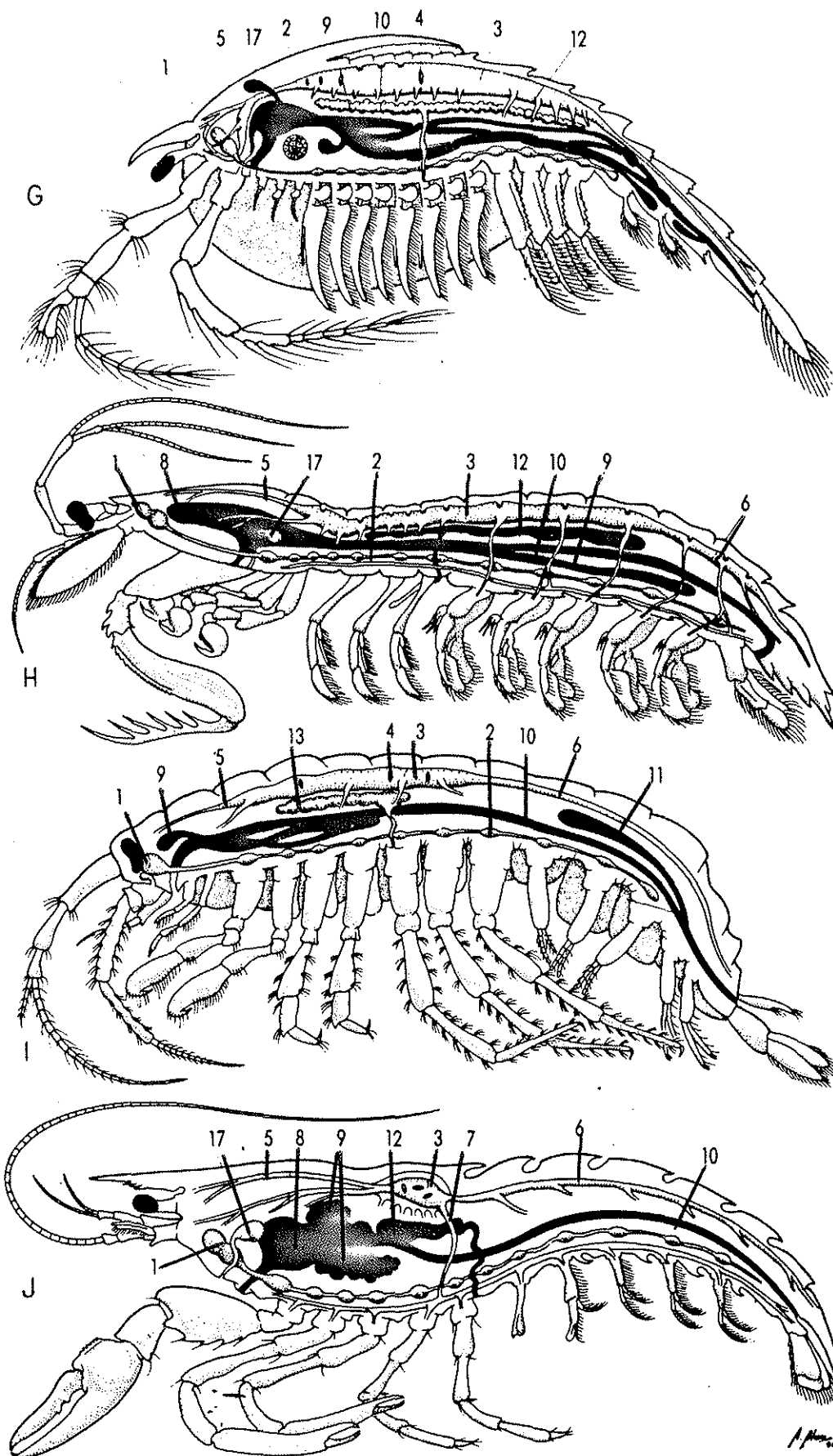
**171 ASPECTE DEL CEFALOCÀRIDE** *Hutchinsoniella macracantha*, l'espècie que motivà la creació d'aquest nou grup de crustacis. Noteu la llargada dels filaments caudals, l'elevat nombre de segments del cos, la forma de l'escut toràcic i la natura fillopodial dels pereopòdids. [Dibuix: Eduardo Saiz]

Classe  
Fil·lopodes  
Subclasse  
Cefalocàrides



**163 ANATOMIA D DIFERENTS GRUPS D CRUSTACIS:** A ostràcod, B cladòcer, C notostrac, D centpode, E triànqui, F copèpode, G fillocàrid, H hoplocàrid, I amfipode, J decàpode. Hom hi distingeix: 1 cervell, 2 cader nerviosa ventral, 3 cor, ostiol, 5 aorta anterior, aorta posterior, 7 aort descendent, 8 estómac, glàndula de l'intestí mitjà, 10 intestí, 11 cec posterior dorsal, 12 testicle, 13 ovari, 14 vesícula seminal, 1 glàndula de ciment, 1 múscul adductor, 17 glàndula maxilar.





163 ANATOMIA DE  
DIFERENTS GRUPS DE  
CRUSTACIS: A ostràcode,  
B cladòcer, C notostraci,  
D cirrìpede, E branquiür,  
F copèpode, G fillocàride,  
H hoplocàride, I amfipode,  
J decàpode. Hom hi dis-  
tingeix: 1 cervell, 2 cadena  
nerviosa ventral, 3 cor, 4  
ostíol, 5 aorta anterior, 6  
aorta posterior, 7 aorta  
descendent, 8 estómac, 9  
glàndula de l'intestí mitjà,  
10 intestí, 11 cec posterior  
dorsal, 12 testicle, 13 ovari,  
14 vesícula seminal, 15  
glàndula de ciment, 16  
múscul adductor, 17 glàn-  
dula maxilar.

[Dibuix: Amadeu Blasco, a  
partir de R. Siewing 1963]

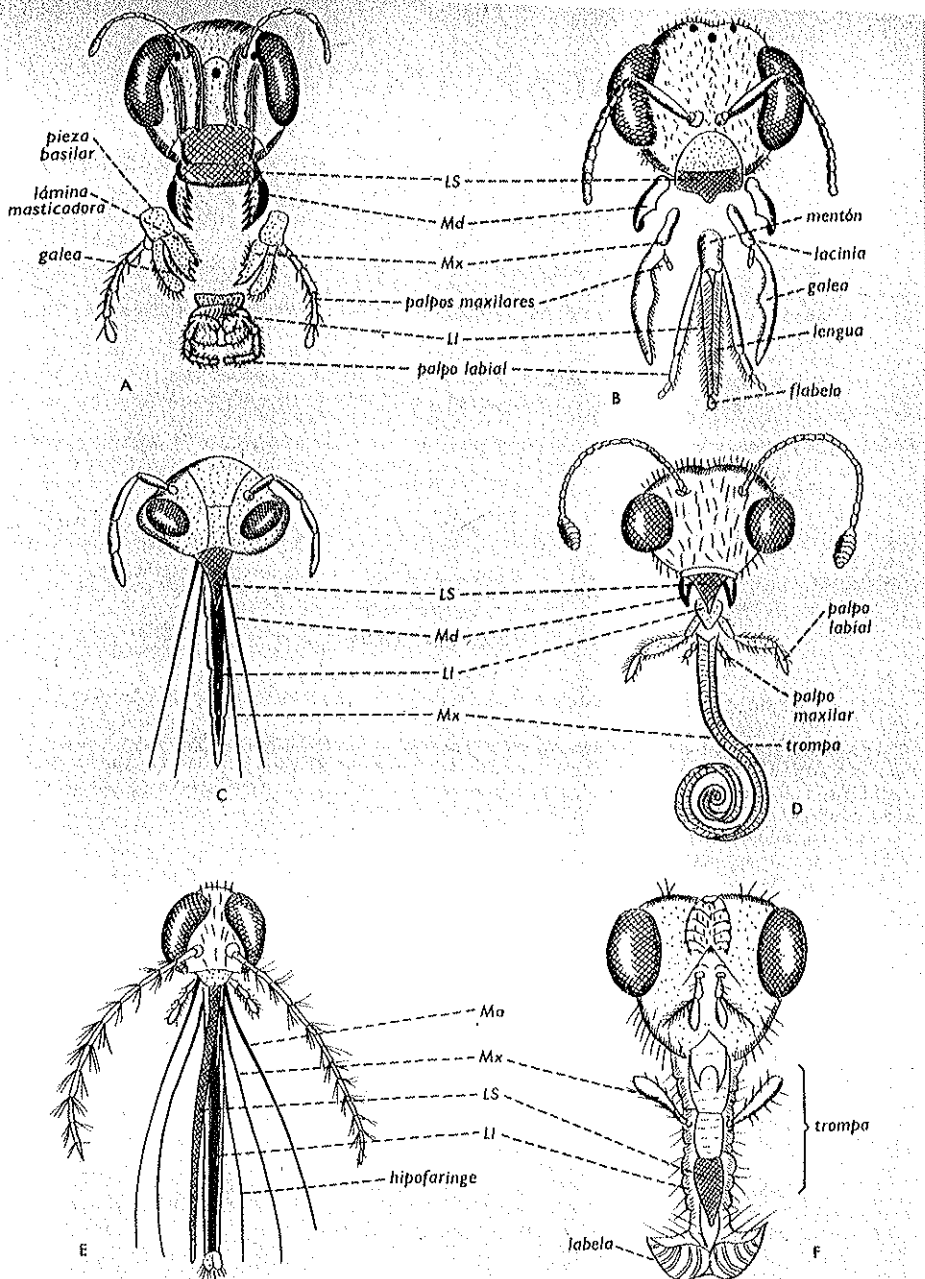


FIG. 275. — Los principales tipos de aparatos bucales de los Insectos.  
 A: Tipo masticador (Saltamontes)      D: Tipo chupador-espíritrompa (Piérido)  
 B: Tipo lamedor (Abeja)                E: Tipo picador-chupador (Mosquito)  
 C: Tipo picador-chupador (Pentatomus)      F: Tipo suctor (Mosca azul)

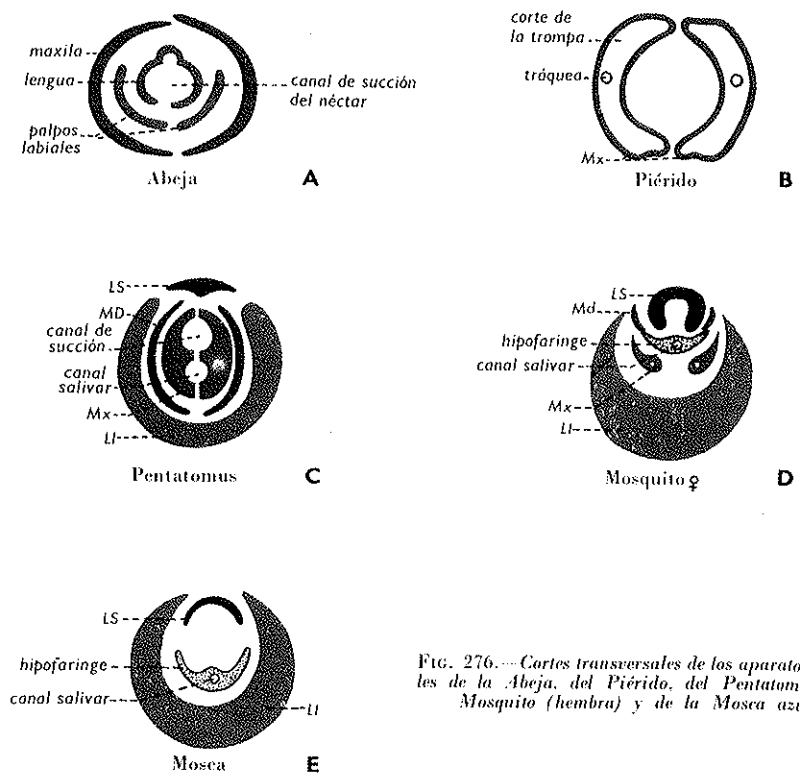


FIG. 276. — Cortes transversales de los aparatos bucales de la Abeja, del Piérido, del Pentatomus, del Mosquito (hembra) y de la Mosca azul.

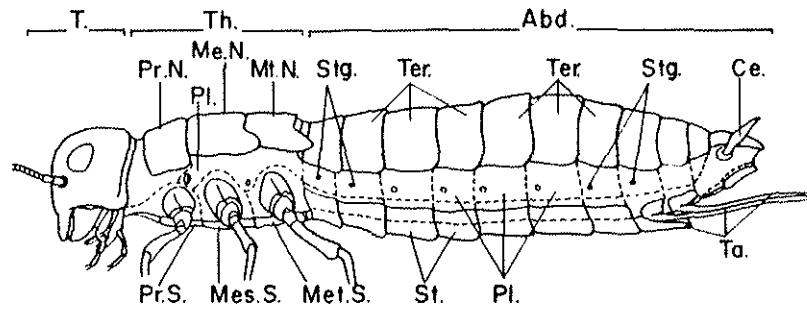


FIG. 21.1. Structure d'un Insecte (d'après Snodgrass).

Abd. : abdomen ; Ce. : cerque ; Me. N. : mésonotum ; Mes. S. : mésosternite ; Mt. N. : méta-notum ; Met. S. : métasternite ; Pl. : pleurite ; Pr. N. : pronotum ; Pr. S. : prosternite ; St. : sternite ; Stg. : stigmat ; T. : tête ; Ta. : tarière ; Tér. : tergite ; Th. : thorax.

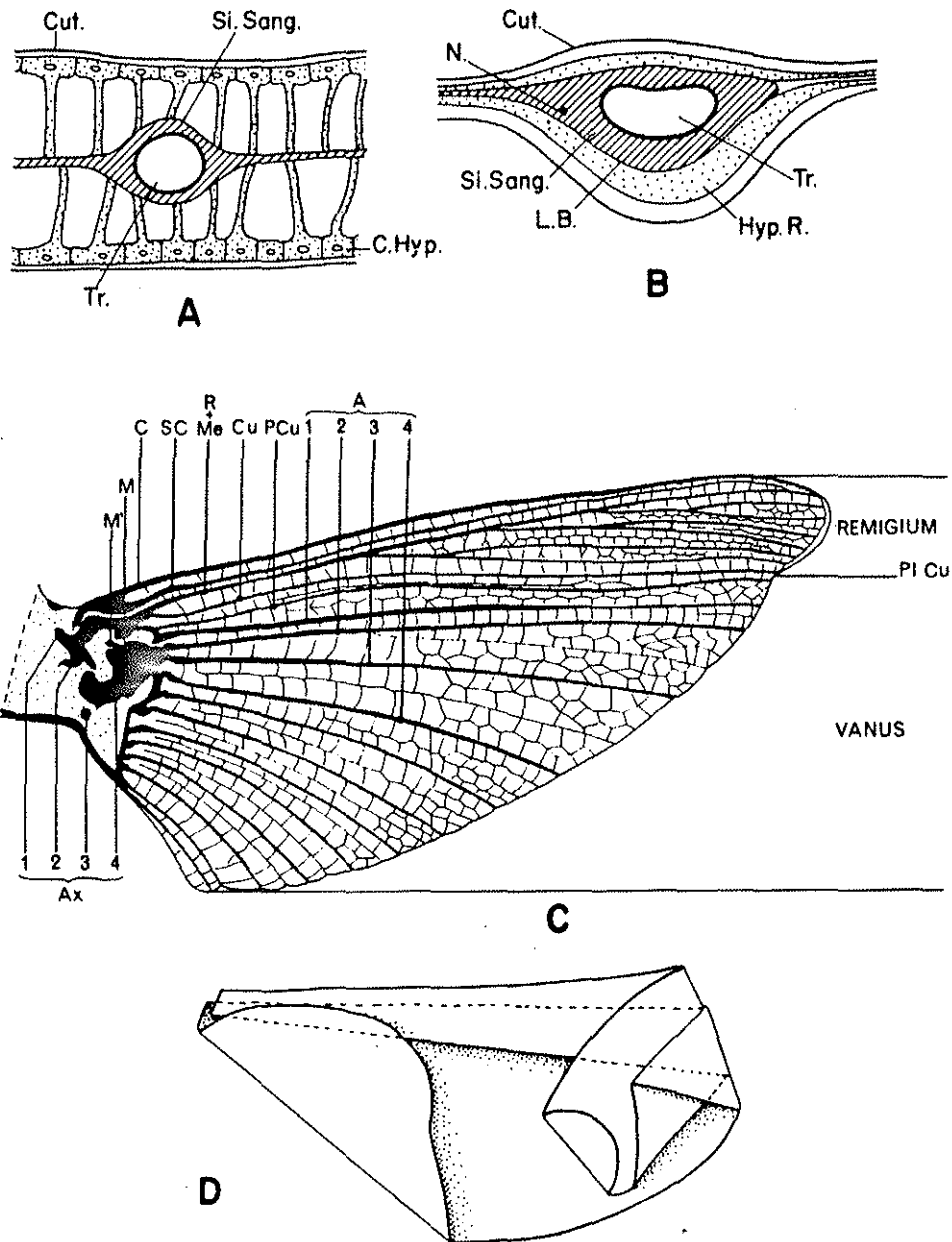
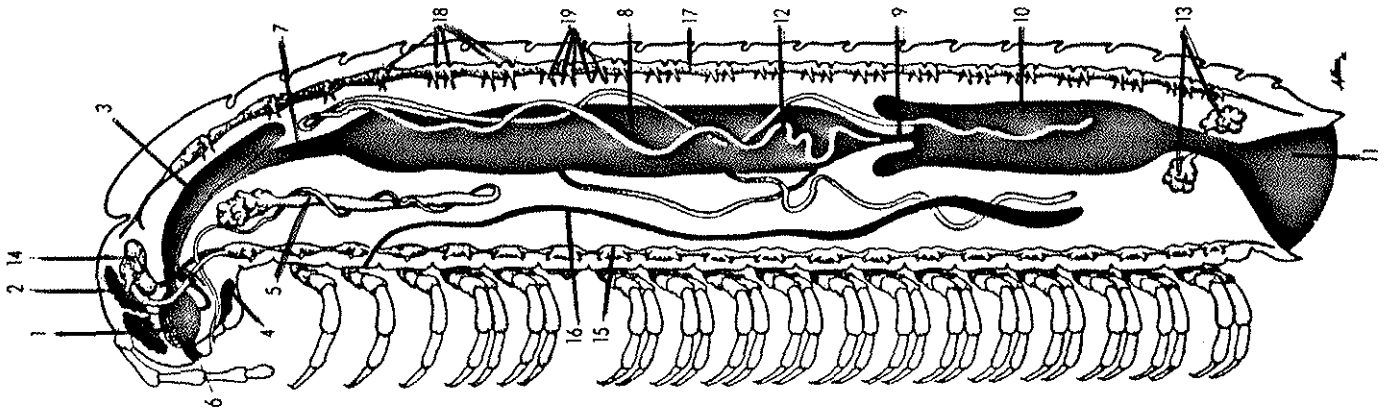
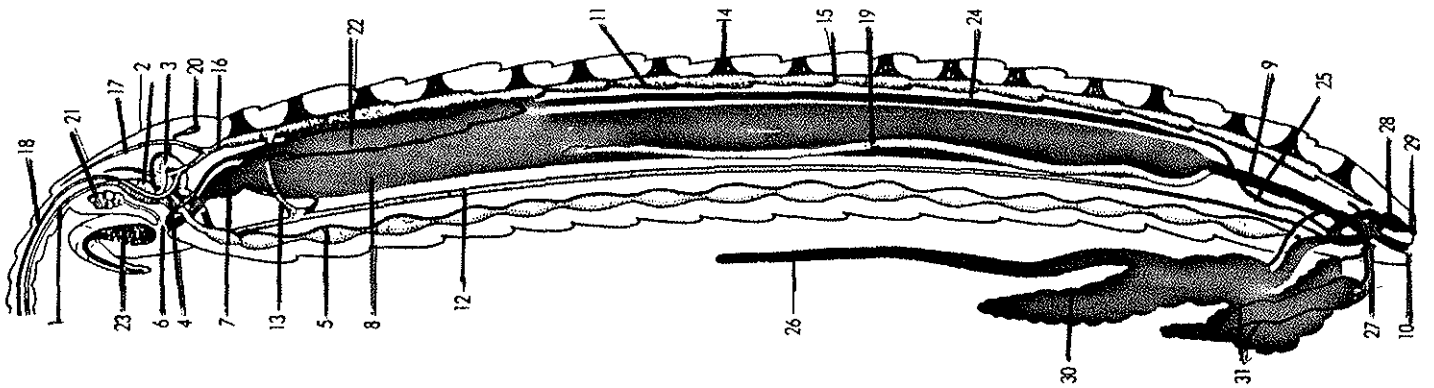


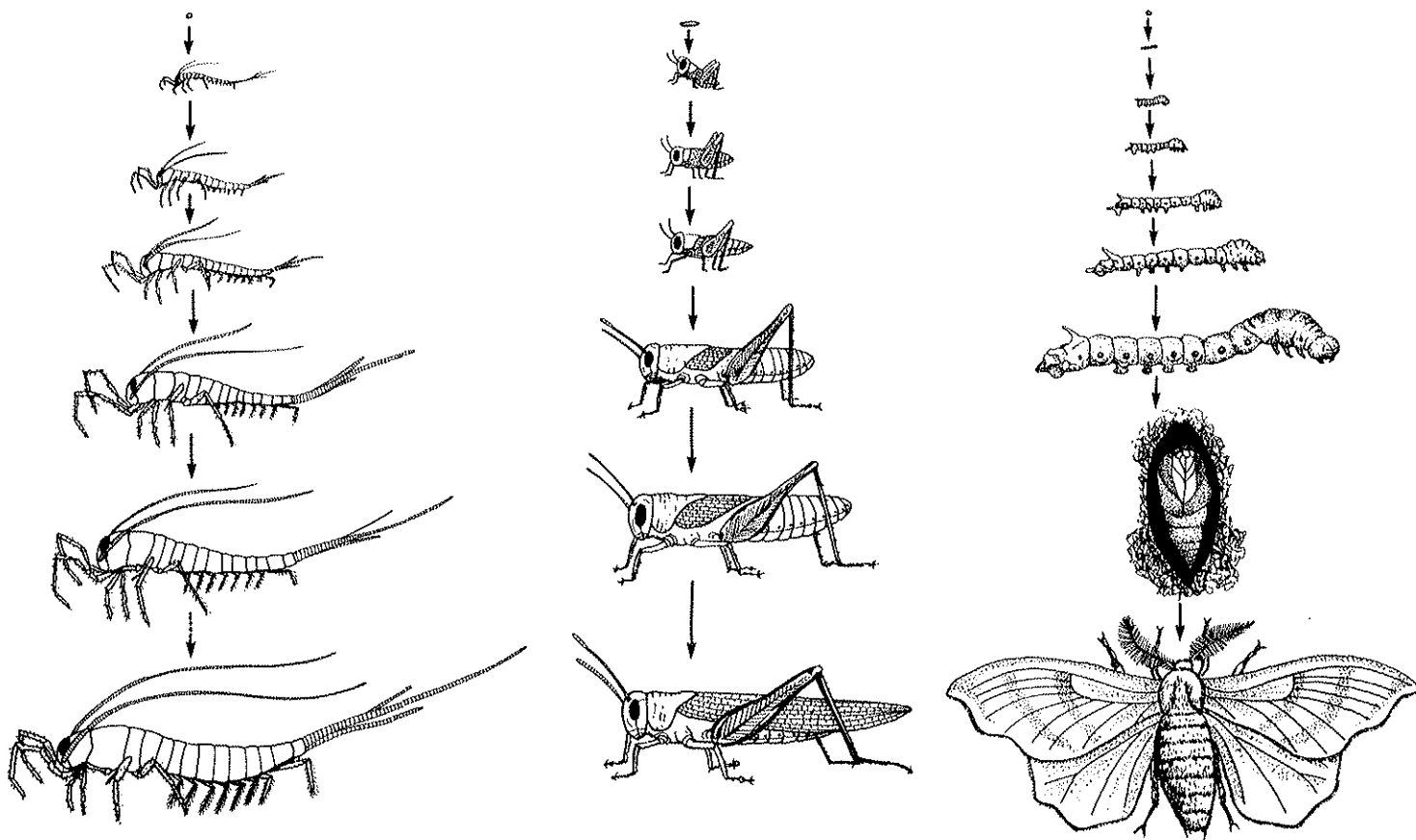
FIG. 21-12. A et B. : Structure des ailes au niveau du limbe (A), au niveau d'une nervure (B) ; C. : Les ailes postérieures de *Locusta* : nervation et articulation ; D. : Schéma du plissement des ailes postérieures des Coléoptères. 1 A, 2 A, 3 A, 4 A : nervures anales 1, 2, 3, 4 ; Ax. 1, Ax. 2, Ax. 3, Ax. 4. : sclérites axillaires 1, 2, 3, 4 ; C. : nervure costale ; Cel. : cellule ; Cu. : nervure cubitale ; Cut. : cuticule ; Hyp. R. : hypoderme résiduel ; L. B. : lame basale ; M., M'. : plaques médianes ; Me. : nervure médiane ; N. : nerf ; N. L. Ac. : nervure longitudinale accessoire ; P. C. : nervure précostale ; P. Cu. : nervure post-cubitale ; Pl. Cu. : pli cubital ; R. : nervure radiale ; S. C. : nervure sous-costale ; Si. Sang. : sinus sanguin ; Tr. : trachée.



**315 ANATOMIA D'UN DIPLÓPODE**, en un tall longitudinal del cos. Hom hi distingeix: 1, 2, 3, 4, glàndules salivals, 5 glàndula excretora maxillar, 6 boca, 7 intestí anterior, 8 intestí mitjà, 9 esfínter, 10 intestí posterior, 11 sac anal, 12 tubs de Malpighi, 13 glàndules anals, 14 cervell, 15 cadena nerviosa ventral, 16 gónada, 17 cor, 18 ostíol, 19 vasos.  
[Dibuix: Arnadeu Blasco, a partir de fonts diverses]

**326 ANATOMIA D'UN QUILÓPODE**, en un tall longitudinal del cos. Hom hi distingeix: 1 nervi antenal, 2 deutocervell, 3 protocervell, 4 tritocervell, 5 cadena ganglionar, 6 boca, 7 esfòfag, 8 intestí mitjà, 9 intestí posterior, 10 anus, 11 vas dorsal, 12 vas ventral, 13 anell aòrtic, 14 brides musculars, 15 ostíol, 16 aorta caefàlica, 17 artèna celàfica, 18 artèna antenal, 19 tub de Malpighi, 20 glàndula celàfica, 21 glàndula maxillar, 22 glàndula salival, 23 glàndula del veri, 24 testicle, 25 canal deferent, 26 vesícula seminal, 27 canal ejaculador, 28 atri genital, 29 penis, 30 glàndula accessòria dorsal, 31 glàndules accessòries ventrals.  
[Dibuix: Gustavo Hormiga, a partir d'originals diversos]



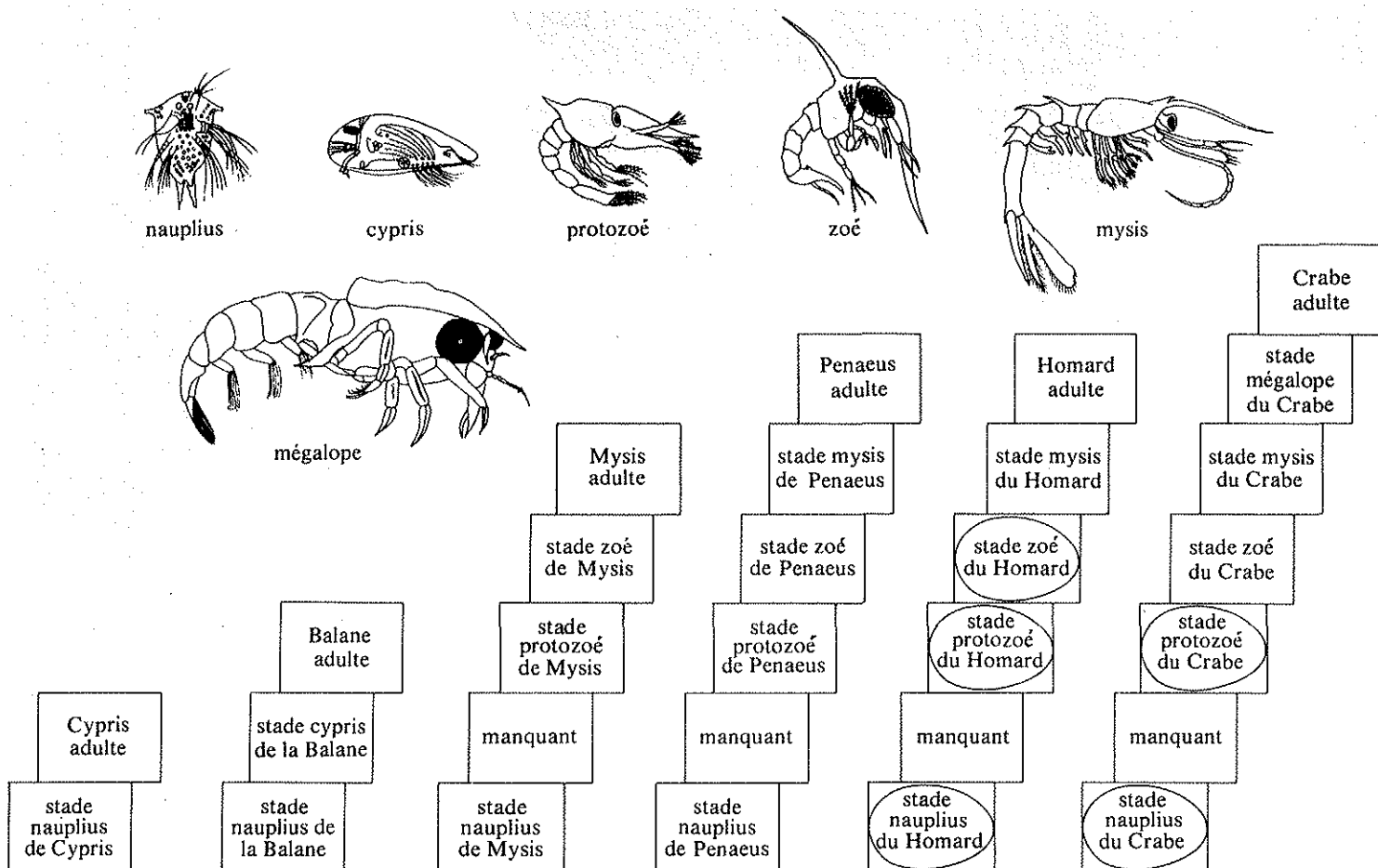


AMETABOLOUS

HEMIMETABOLOUS

HOLOMETABOLOUS

FIGURE 21.4. Basic types of development in insects. Broken arrow indicates several molts.



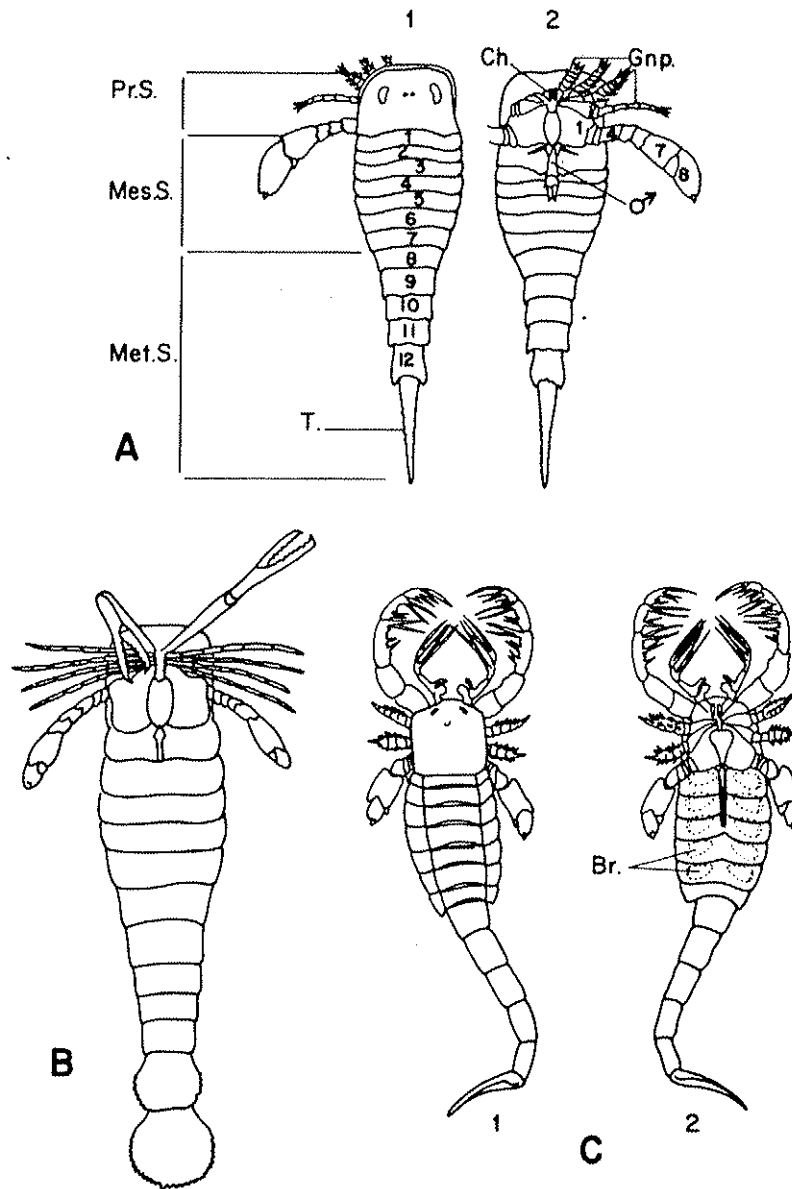


FIG. 18.5. A. : *Eurypterus remipes*, vue dorsale (1) et vue ventrale (2), B. : *Pterygotus buffaloensis* du Silurien ; C. : *Mixopterus kiaeri* : face dorsale (1), face ventrale (2). ♂ : appendices sexuels mâles ; Br. : branchies (traces) ; Ch. : chélicères ; Gnp. : gnathopodes ; Mes. S. : mésosome ; Met. S. : métasome ; Pr. S. : prosoma ; T. : telson.

44 ASPECTE EXTERN  
DELS TRILOBITS (x 3) vis-  
tos per la cara dorsal (A) i  
ventral (B) i posició dels  
elements morfològics se-  
guents: 1 glabella, 2 línia  
ecdisial, 3 ull compost, 4  
gena, 5 punta genal, 6  
pleures, 7 raquis, 8 antena,  
9 endopodi, 10 exopodi, 11  
hipostoma, 12 boca, 13  
anus.  
[Dibuix: Gustavo Hormiga,  
a partir d'originals diversos]

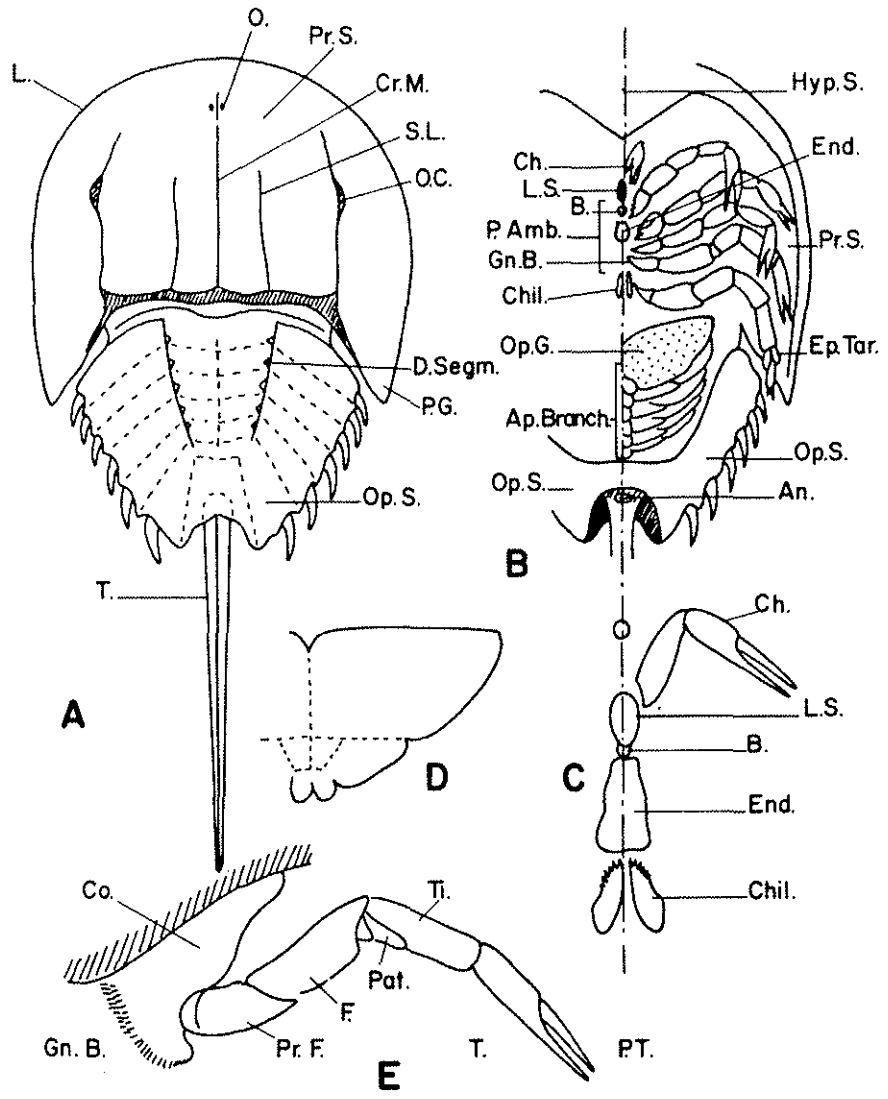
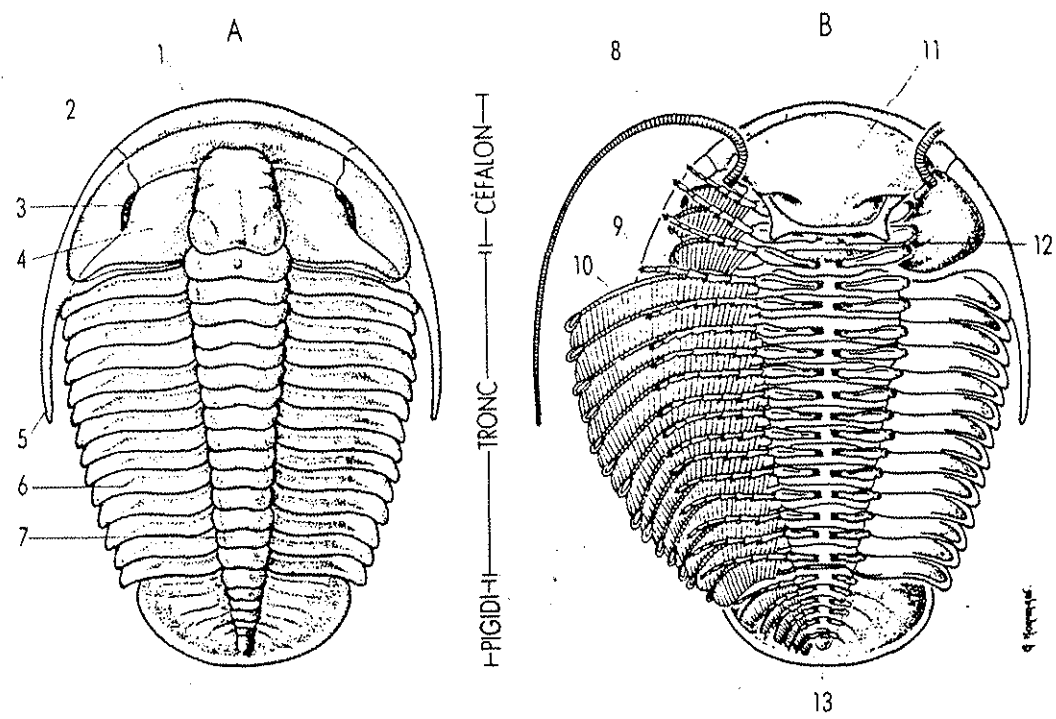


FIG. 18.1. *Xyphosura polyphemus*.

A. : Vue dorsale ; B. : Vue ventrale ; C. : Région buccale ; D. : Opercule génital ; E. : Détail de l'organisation d'une des 4 premières paires de pattes ambulatoires. An. : anus ; Ap. Branch. : appendices branchiaux ; B. : bouche ; Ch. : chelicère ; Chil. : chilarium ; Cr. L. : crête latérale ; Cr. M. : crête médiane ; Co. : coxa ; D. Segm. : dépression segmentaire ; End. : endostome (ou sternum) ; Ep. Tar. : épine tarsale ; F. : fémur ; Gn. B. : gnathobase ; Hyp. S. : hypostome ; L. : limbe ; L. S. : lèvre supérieure ; O. : ocelle ; O. C. : œil composé ; Op. G. : opercule génital ; Op. S. : opisthosoma ; P. Amb. : patte ambulatoire ; Pat. : patella ; P. G. : pointe genale ; Pr. F. : préfémur ; Pr. S. : prosoma ; P. T. : prétarse ; S. L. : sillon longitudinal ; T. : tarse ; Ti. : tibia.

**54 ANATOMIA DELS ARÀCNIDS**, vista sobre dos models: una aranya (A) i un escorpi (B), i indicació dels principals elements interns: 1 cervell, 2 ulls, 3 ulls laterals, 4 ulls dorsals, 5 massa ganglionar infraesofàgica, 6 cadena nerviosa ventral, 7 boca, 8 faringe, 9 cecs laterals, 10 cecs apendiculars, 11 cecs hepatopancreàtics, 12 intestí, 13 ampolla rectal, 14 recte, 15 anus, 16 tubs de Malpighi, 17 aorta anterior, 18 cor o vas dorsal, 19 ostioli, 20 arteriola metamètica, 21 pericardi, 22 filotràquees, 23 si pulmonar, 24 ovaris, 25 oviducte, 26 orifici genital, 27 espermateca, 28 testicles, 29 glàndules accessòries, 30 atri genital, 31 glàndules sericigènes, 32 fileres, 33 glàndula de verí.  
[Dibuix: Arnadeu Blasco, original de l'autor]

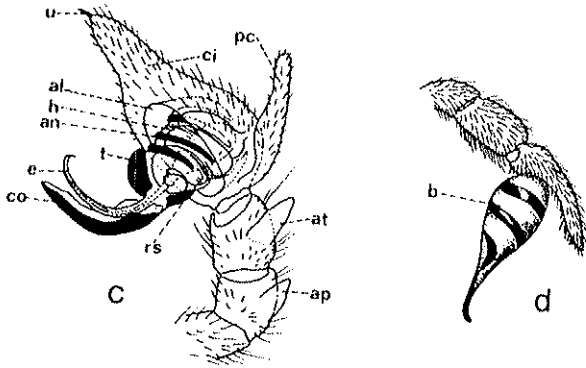
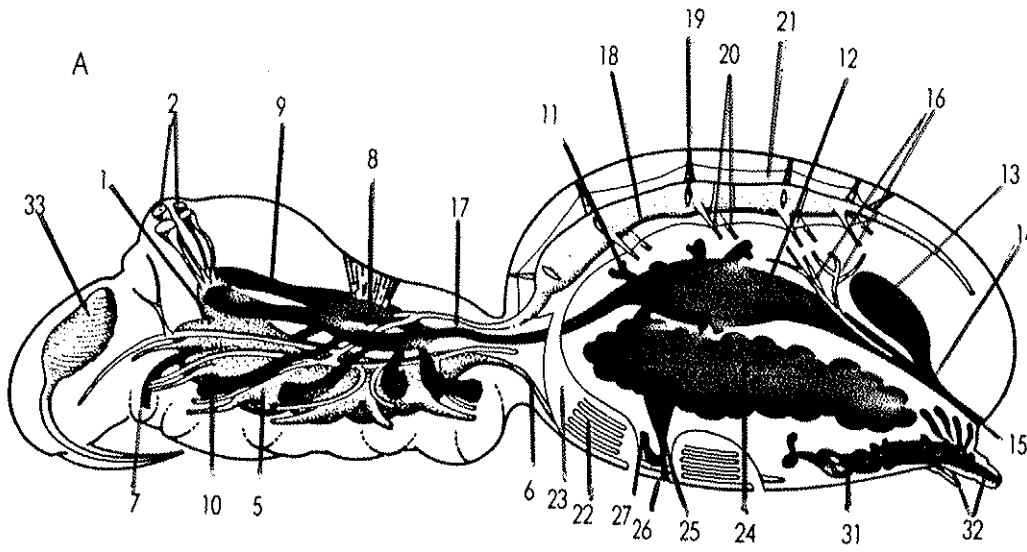
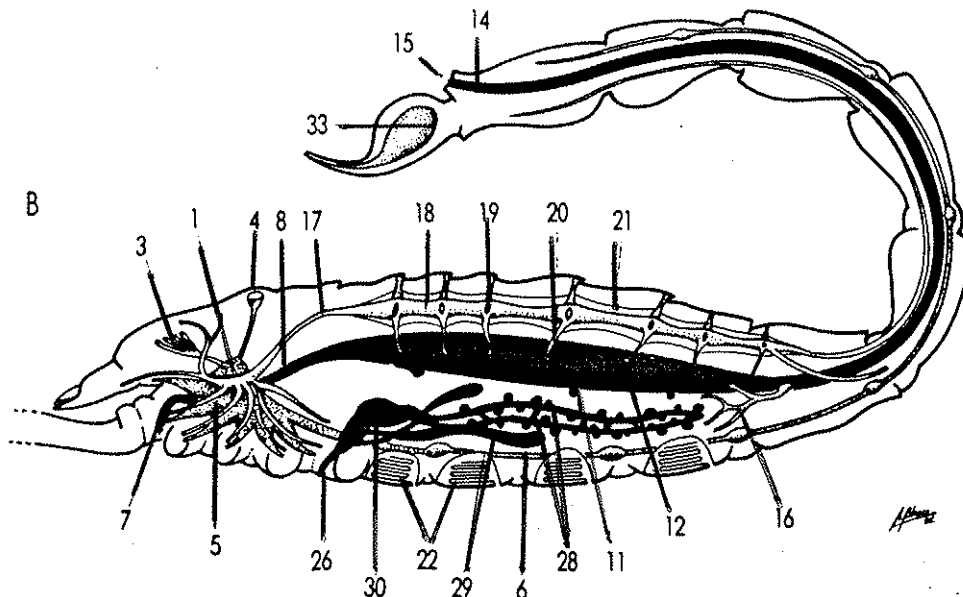
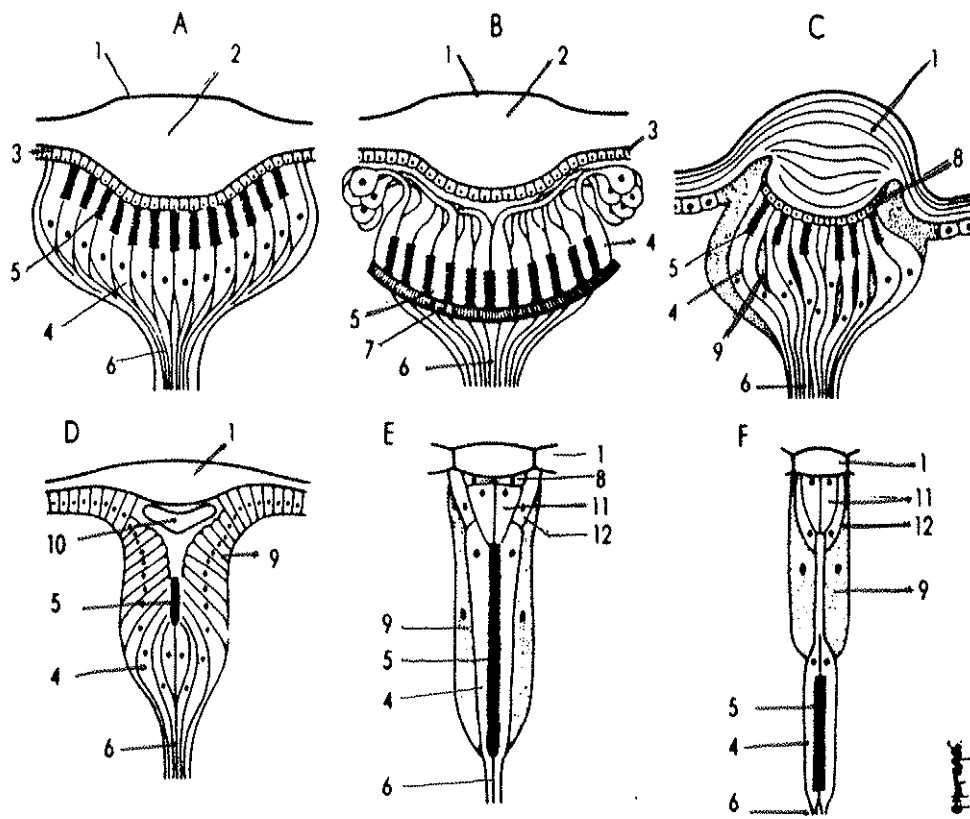


Fig. 6. Òrgans genitals: (a) diagrama del epigini i vulva en una aranya entelegina (*Pardosa*); (b) genitalia en una femella haplogina (*Dyspera*); (c) pedipalpe i bulb copulador entelegina (no corresponde a ningun cas real); (d) aspecte d'un bulb copulador haplogina (*Dyspera*). (al: alvéolo; an: anillos; ap: apòfisis patelar; ar: apòfisis tibial; b: bulb copulador; bc: bolsa copulatriu; cf: canal de fecundació; ci: cimbio; co: conductor; E: epigini; e: embolo; es: espermateca; f: foquetes; h: hematodoce; pc: paracimbio; rs: reservori seminal; se: surco epigàstric; sm: septo mediano; t: tégula; u: uña; v: vulva.)

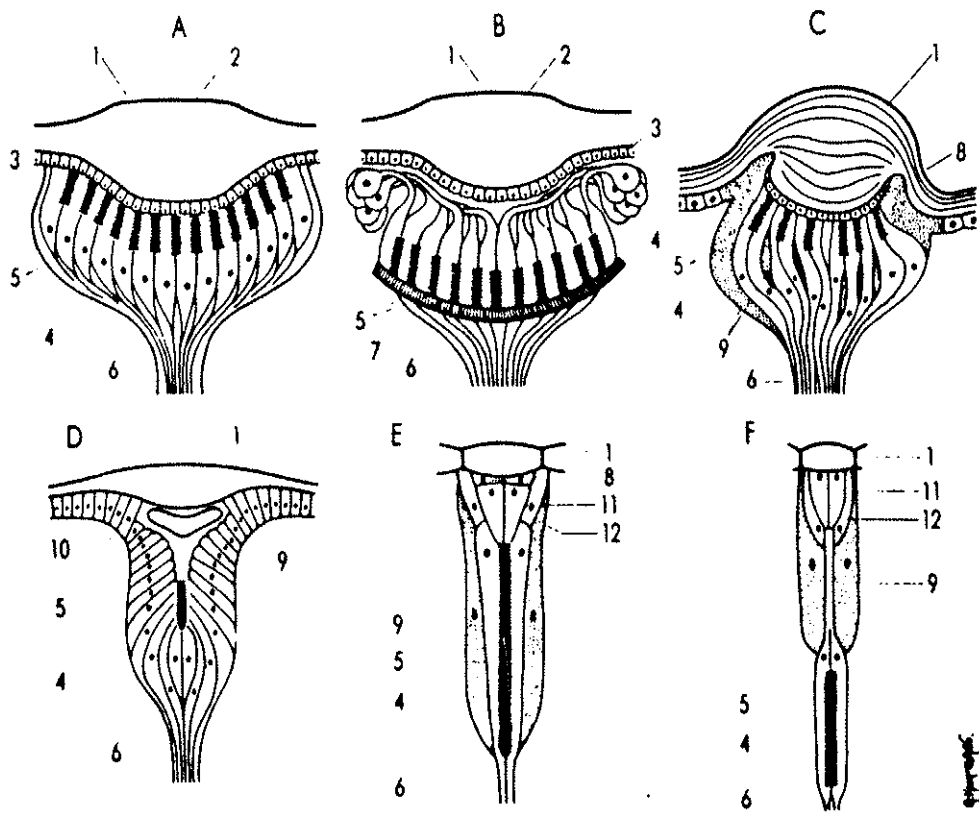
**54 ANATOMIA DELS ARÀCNIDS**, vista sobre dos models: una aranya (A) i un escorpi (B), i indicació dels principals elements interns: 1 cervell, 2 ulls, 3 ulls laterals, 4 ulls dorsals, 5 massa ganglionar infraesofàgica, 6 cadena nerviosa ventral, 7 boca, 8 faringe, 9 cecs laterals, 10 cecs apendiculars, 11 cecs hepatopancreàtics, 12 intestí, 13 ampolla rectal, 14 recte, 15 anus, 16 tubs de Malpighi, 17 aorta anterior, 18 cor o vas dorsal, 19 ostioli, 20 arteriola metamètica, 21 pericardi, 22 filotràquees, 23 si pulmonar, 24 ovaris, 25 oviducte, 26 orifici genital, 27 espermateca, 28 testicles, 29 glàndules accessòries, 30 atri genital, 31 glàndules sericigènes, 32 fileres, 33 glàndula de verí.  
[Dibuix: Amadeu Blasco, original de l'autor]





**19 DIFERENTS MO-  
DELS D'ÒRGANS VI-  
SUALS en els artròpodes:**  
A ocell de visió directa  
d'aràcnid, B ocell de visió  
indirecta d'aràcnid, C  
ocell d'insecte, D estem-  
mata d'insecte, E ommatidi  
d'aposió d'un ull compost  
d'insecte, F ommatidi de  
juxtaposició d'un ull compost  
d'insecte. Hom hi dis-  
tingeix: 1 còrnia, 2 cristallí,  
3 cos vitri (còrneola o capa  
de cèl·lules corneanes), 4  
cèl·lules retinals, 5 rab-  
dome, 6 fibres nervioses  
que, en conjunt, formen el  
nervi òptic, 7 tapetum, 8  
capa de cèl·lules corneanes,  
vitries o cristallines, 9  
cèl·lules pigmentàries, 10  
cos cristallí, 11 con cris-  
tallí, 12 cèl·lules del cris-  
tallí.  
[Dibuix: Gustavo Hormiga,  
a partir de fonts diverses]

10



**19 DIFERENTS MO-  
DELS D'ÒRGANS VI-  
SUALS en els artròpodes:**  
A ocell de visió directa  
d'aràcnid, B ocell de visió  
indirecta d'aràcnid, C  
ocell d'insecte, D estem-  
mata d'insecte, E ommatidi  
d'aposió d'un ull compost  
d'insecte, F ommatidi de  
juxtaposició d'un ull compost  
d'insecte. Hom hi dis-  
tingeix: 1 còrnia, 2 cristallí,  
3 cos vitri (còrneola o capa  
de cèl·lules corneanes), 4  
cèl·lules retinals, 5 rab-  
dome, 6 fibres nervioses  
que, en conjunt, formen el  
nervi òptic, 7 tapetum, 8  
capa de cèl·lules corneanes,  
vitries o cristallines, 9  
cèl·lules pigmentàries, 10  
cos cristallí, 11 con cris-  
tallí, 12 cèl·lules del cris-  
tallí.  
[Dibuix: Gustavo Hormiga,  
a partir de fonts diverses]

10