

# REVISTA DE DIVULGACIÓN E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

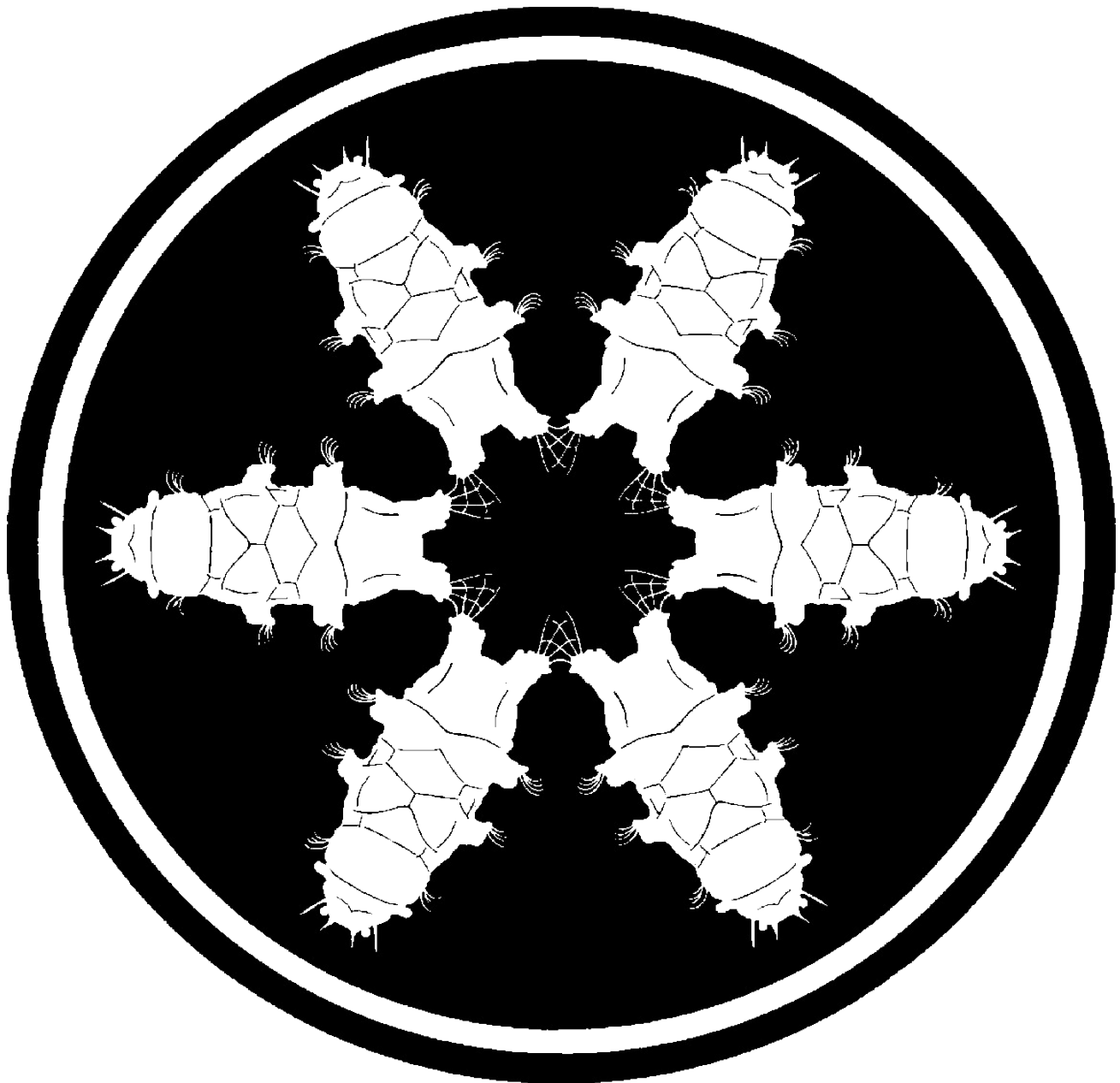
LA LIBERTAD DE DIVULGAR

**EDITORIAL – Animalismo Científico**

**Discusión Filogenética sobre Polyptherus y Erpetoichthys**

**Etología y filogenia de Araneidos**

**CIENCIA E IDEOLOGÍA - La Teoría Científica y sus Raíces Socioeconómicas y Políticas**





*No era un líder común [...]. Se atrevió a exhortar la no violencia en un momento en que la violencia de Hiroshima y Nagasaki había explotado en nosotros; exhortó a la moralidad cuando la ciencia, la tecnología y el orden capitalista la habían expulsado, reemplazó el interés egoísta por el interés del grupo sin minimizar la importancia del propio individuo. De hecho, la interdependencia de lo social y lo personal está en el centro de su filosofía. Él busca el desarrollo simultáneo e interactivo de la persona moral y de una moral social.*

Nelson Mandela sobre las acciones de Gandhi (The Sacred Warrior, 2000)



# Breve Discusión sobre la Filogenia de *Polypterus* y *Erpetoichthys*

Álvaro G. Molinero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura en Ciencias Biológicas

## RESUMEN

Los braquiopterigios han sido en los últimos años un grupo filogenéticamente muy controvertido. Clásicamente, se les ha considerado un grupo afín a los actinopterigios, pero con una ruta evolutiva diferenciada. Actualmente dos posiciones se enfrentan sobre la posición de este grupo, compuesto por los géneros, *Polypterus* y *Erpetoichthys*: aquellos que consideran a los dos géneros más próximos a los sarcopterigios, y aquellos que los consideran un grupo basal de actinopterigios. En este trabajo se presenta una breve revisión bibliográfica de pruebas morfológicas y moleculares que apoyan la hipótesis de la proximidad a los actinopterigios.

## ABSTRACT

The Brachiopterygii have been in recent years a group phylogenetically very controversial. Classically, they have been considered a related group to the Actinopterygii, but with a distinct evolutionary path. Nowadays currently two positions facing on the position of this group, consisting of the genera, *Polypterus* and *Erpetoichthys*: those who consider the two genres sarcopterigios next to, and those who consider basal actinopterygian group. This paper presents a brief literature review of morphological and molecular evidence to support the hypothesis of proximity to the Actinopterygii.

## INTRODUCCIÓN

Los Braquiopterigios, que clásicamente han comprendido los géneros *Polypterus* y *Erpetoichthys*, son un taxón, definido como subclase, dentro de la clase Osteictios (Nelson, 1984). Según esta clasificación, sería una subclase compuesta por un único orden, los Polipteriformes. Antes de empezar una discusión filogenética sobre la posición de este orden, deberíamos conocer más sobre sus características para poder discutir con argumentos y comprender las ulteriores clasificaciones. A continuación discutiremos la posición filogenética de los géneros *Polypterus* y *Erpetoichthys* realizando un breve estudio morfológico de ambos géneros.

Las aletas son pares y carnosas. Tienen una estructura peculiar ya que los largos radios forman un abanico en torno a un grueso eje formado por piezas, en su mayoría cartilaginosas. Este eje se compone de las *placas marginales dorsal y ventral*, ambas delimitan una placa central parcialmente osificada, la *placa osificada media*. La cintura escapular, con la cual se relacionan estas aletas (las anteriores) es primitiva, pero muy similar a los condrosteos (Fig. 1A y 1B).

El lóbulo muscular de la aleta se inserta en el lado externo de la pared del cuerpo. Esta es una característica que prácticamente descarta una relación con los sarcopterigios. Las múltiples diferencias de esta aleta con una de

actinopterigios se interpretan como una aleta de actinopterio muy modificada (Parker, 1991).

Las diferencias en el cráneo con los celacantos son muy notables tanto en la serie orbital como en la serie temporal. Se asemeja mucho más al cráneo de un actinopterio primitivo. La disposición de las narinas es típicamente actinopteria (dispuestas en la superficie dorso-lateral de la serie facial. Es característica la presencia ventral de dos *placas gulares* en la mandíbula y que corresponden a una prolongación de la membrana branquiostega que recubre el opérculo, este opérculo es una característica claramente actinopteria, pese a que el género *Erpetoichthys* todavía presente reminiscencias de los espiráculos, (queda abierto un conducto faringo-hipofisario). Vertebras ancílicas sin perforación, típicas ya de actinopterigios más evolucionados. Presentan, además la característica primitiva de poseer dos pares de costillas por cada vertebra. Esto se da en elasmobranquios, uno de estos pares del costillas es dorsal, y se sitúa entre la musculatura dorsal y ventral. Son costillas de considerable longitud. El otro par, ventral, se sitúa pegada al peritoneo. Los actinopterigios modernos pierden el par dorsal.

Existe una cintura pélvica muy vestigial en forma de cartílago romboide a los que se unen los extremos de los huesos basales. Ahí se apoyan los radiales. Dientes y forma de recambio dentario diferente a sarcopterigios. Gruesas escamas rómbicas ganoideas (placas óseas recubiertas de ganoína y articuladas entre sí. Se suelen encontrar, además,

dientes dérmicos que recuerdan a las escamas placoides de los condriktios.

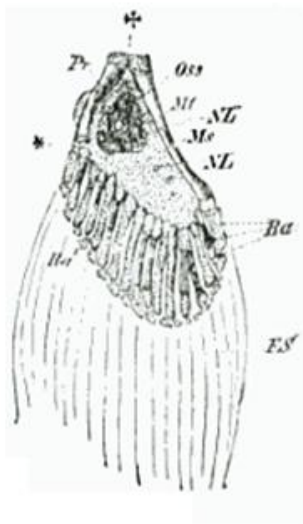


Fig. 1A. La presencia de 3 elementos en *Polypterus*, a saber, la Placa osificada (Oss), las placas marginales dorsales (Pr.) y la placa ventral (Mt.), proporciona a esta aleta cierta semejanza superficial con la aleta pectoral de los seláceos. No hay significación filogenética en esta similitud. Radios dérmicos (F.S), Forámenes nerviosos (N.L), Primeras radiales (Ra1), segundas radiales (At). Los radios marginales óseos unen y cierran la región media de la cintura dorsal [tomado de Parker, 1991].

Anatomía interna también semejante a los actinoptergios: ciego pilórico en el intestino y aparato urogenital del tipo de los teleosteos. (Cierta información contradictoria acerca de la presencia o no de una válvula en espiral: Parker aboga por la similitud del digestivo al de actinoptergios y Michael Collyer dice que existe una válvula en espiral similar a la de los seláceos o a la de *Protopterus*). Vejiga natatoria pulmonoide ventral y par. Desigualmente desarrollada, siendo el lóbulo izquierdo más largo. Algunas especies presentan compartimentación interna desembocadura ventrolateral a la faringe. Irrigación sanguínea por parte de dos arterias denominadas ya pulmonares que provienen de ramificaciones de las arterias epibránquiales, igual que sucede en dipnoos. Similar a alguno dipnoos y en general, sarcopterigios. Tipo de aleta caudal variable según género. El juvenil es muy similar en morfología al de un dipnoo y a la de un anfibio. Tiene branquias externas situadas sobre los opérculos y no, como es típico en actinoptergios, sobre los arcos branquiales. Estos, opérculos son alargados. Se apoya en las aletas anteriores.

### DISCUSIÓN

La filogenia que propone Nelson en 1984 se corresponde con las evidencias morfológicas descritas ahora. Si observamos bien, la mayoría de información conduce a pensar que los polipteriformes son un orden cercano a los actinoptergios, puesto que la mayoría de características anatómicas primitivas, así como las características comunes, indican hacia esa hipótesis. La respiración pulmonar tiene la misma consideración que en dipnoos, es decir,

como adaptación a una desecación del medio acuoso en el que viven y por tanto, en principio, no es suficiente evidencia para relacionarlos. Si que hubo en alguna clasificación más antigua, donde se les colocó como grupo hermano de los sarcopterigios, incluso incluidos en ellos, pero según esta clasificación, la estructura ósea de la cintura escapular, los huesos de las aletas pares anteriores y la inserción muscular en esta misma extremidad, resultan claramente diferentes a los sarcopterigios, y por tanto su relación ya en 1984 quedó descartada. El problema surge en años venideros cuando nos preguntamos que cual es el papel de estos polipteriformes en la evolución.

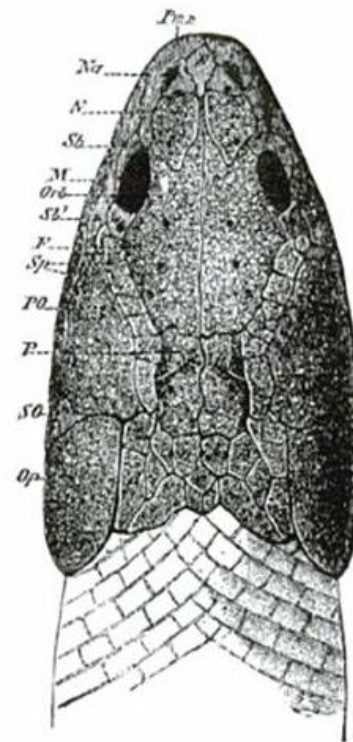


Fig. 1B. *Polypterus* en visión Dorsal. Premaxilar (Pmx), Narina Externa (Na), Nasal (N), Suborbitales anterior y posterior (Sb y Sb1), órbita (Orb), Maxilar (M), Huesos espiraculares (Sp.), Preopérculo (PO), Subopérculo (SO), Opérculo frontal (Op), Frontal (F), Parietal (P) y Escudos supraoccipitales (a,b,c y d). Las 2 flechas indican la posición de las aberturas de los espiráculos en la superficie externa del cráneo [tomado de Parker, 1991].

Si bien es cierto que acabo de decir que Nelson los consideró grupo basal en Actinoptergii ¿Realmente son los orígenes de estos peces óseos o son una línea evolutiva a parte?, es decir, ¿los consideraremos subclase braquiopterigios y, por ende, línea filogenéticamente separada, o un orden incorporado a la línea evolutiva de los Actinoptergios? Ya en la década de los 90 estudios morfológicos, estudios sobre el esperma y algunos moleculares, por fin aportaron luz a la situación basal que se les otorga hoy en día a estos polipteriformes.

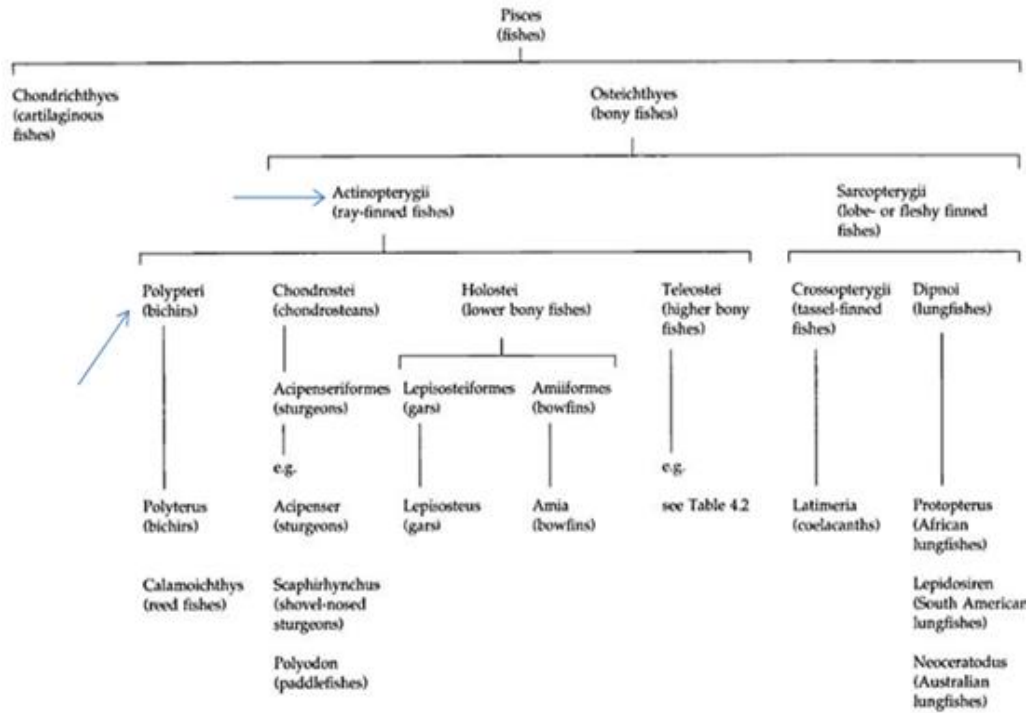


Fig. 2. Relaciones sistemáticas y las respectivas subdivisiones en los osteictios [Tomado de Greenwood et al., 1966; Grzimek, 1973; Lauder & Liem (1983a,b)]

Según estos estudios, a sabiendas de que en cualquier momento pueden aparecer otros que demuestren lo contrario, parece muy probable que los polipteriformes formen parte de los actinopterygios y por tanto su relación con los *crossopterygios* quede, de momento, descartada (Fig. 3). Esta relación ya ha sido identificada por varios autores (Greenwood, 1966; Grzimek, 1973; Lauder & Liem, 1983), (ver Fig. 2).

Queda pues discutir cómo se relacionan los polipteriformes con el resto de actinopterygios. Esta clara que su posición es basal puesto que se parte de la hipótesis de que probablemente todas las características que les relacionan con los sarcopterygios, son en realidad caracteres pleio-somórficos, y que por tanto los sarcopterygios han mantenido y los actinopterygios han evolucionado.

En los actinopterygios, como se comentará en la parte del trabajo correspondiente, se han dividido clásicamente en condrosteos, holosteos y teleosteos. Esta nomenclatura actualmente no tiene validez, pero es útil para indicar antigüedad, condrosteos, y más modernidad, teleosteos. Si atendemos a lo dicho anteriormente, es lógico incorporar los braquiopterygios definidos en 1984 en los actinopterygios más primitivos, constituyéndose como un grupo dentro de ellos.

Ahora bien, vamos a ser taxonómicamente rigurosos. Según la síntesis más actual se define un taxón de características también primitivas (Nelson, 1994). Este taxón es la subclase *Chondrostei*, que es diferente al concepto de condrosteo, con el sentido de primitivismo que le

hemos otorgado. En esta subclase encontramos muchos fósiles y el orden *Acipenseriformes*.

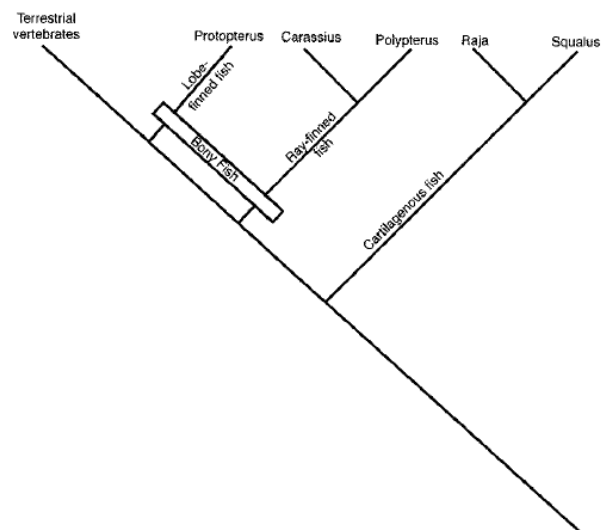


Fig. 3. Relaciones filogenéticas entre diferentes grupos de pisciformes basadas en la aparición de mielina en las neuronas. Según esta filogenia, hace 440 m.a. aparecieron los primeros vertebrados con mielina en sus neuronas, y el género *Polypterus* se relacionaría estrechamente con los Osteictios Actinopterygios (*Carassius* spp.) y se alejaría de los Osteictios sarcopterygios (*Protopterus* spp.). [Tomado de Yoshida, M., & Colman, D. R. (1996)]

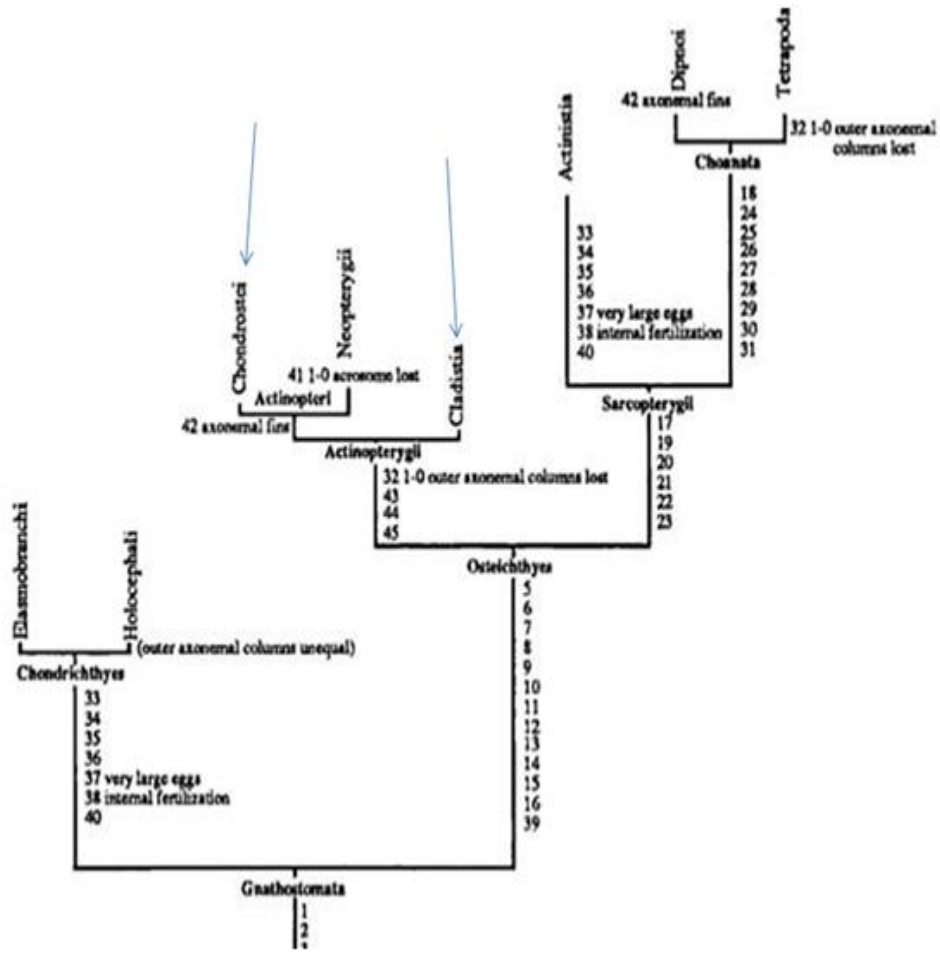


Fig. 4. Filogenia obtenida mediante el análisis morfológico y posterior análisis de parsimonia según la cual se separa a los Chondrostei de los Cladistia (Polypteriformes) [tomado de Jamieson, B. G. M., & Leung, L. K. (1991)]

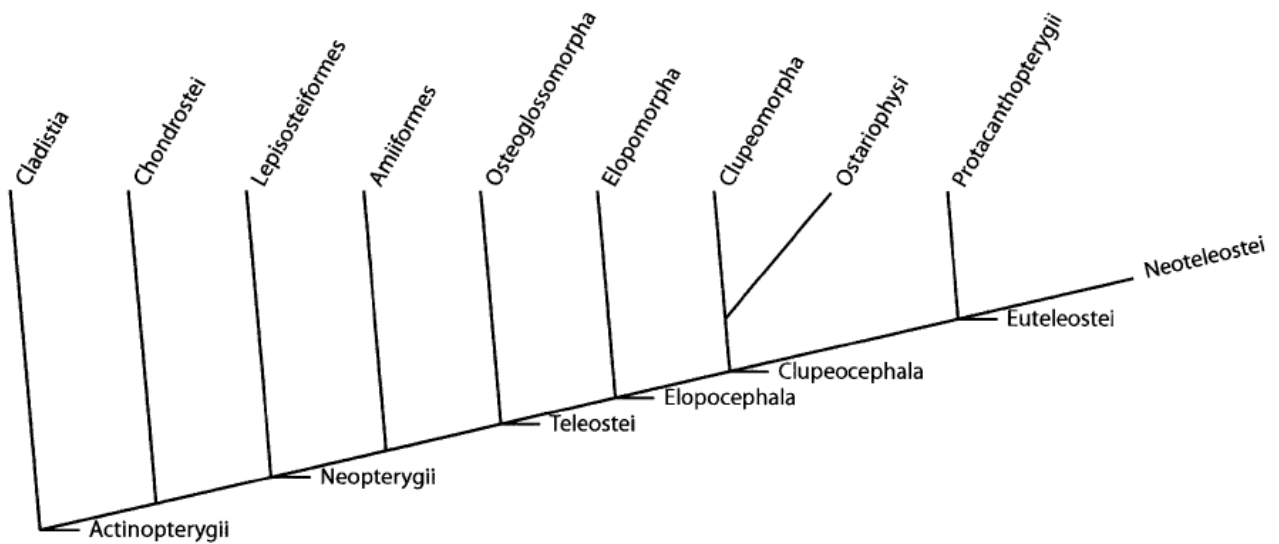


Fig. 5. Filogenia consenso actual (Nelson, 2006), donde los géneros en cuestión (*Polypterus* y *Erpetoichthys*) quedan incluidos como familias dentro de la subclase Cladistia

Este orden está formado actualmente por los esturiones y los peces espátula y es un orden con una características muy primitivas pero que han perdido, las escamas ganoideas de sus antepasados (todavía puede haberla en la cola) y el esqueleto interno, muy osificado en los antecesores, ha degenerado casi tanto como el de los tiburones, quedando poco hueso.

Atendiendo a esto ¿Podemos incluir a los polipteriformes en la subclase Chondrostei, o por el contrario, debe ser considerado una subclase a parte? En 1983 se realizaron unos estudios sobre el esperma de ambos grupos, además de grupos de sarcopterigios y de otros actinopterigios, y sugerían que ambos grupos debían de estar separados (**Fig. 4**).

### **CONCLUSIONES**

Así pues durante unos años de polémicas y pruebas a favor y en contra de la incorporación de los Polipteriformes al grupo de los actinopterigios y la relación entre ambos, se llegó al consenso en 1994 (Nelson, 1994), donde los actinopterigios se componían, entre todas las subclases dentro de los mismos, por la subclase Cladistia, en la cual se enmarcan los polipteriformes. Es una subclase compuesta única y exclusivamente por este grupo de peces. Así pues se supone que los antepasados de este grupo basal son los antepasados del resto de peces actinopterigios que vemos en la actualidad (Nelson, 2006).

Los Braquiopterigios se abandonan como nombre taxonómicamente válido y se substituye por cladista (para ver la posición actual ver **Fig. 5**).

### **REFERENCIAS**

- Greenwood, P. H., Rosen, D. E., Weitzman, S. H., & Myers, G. S. (1966). Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *Bulletin of the AMNH*; v. 131, article 4.
- Jamieson, B. G. M., & Leung, L. K. (1991). *Fish Evolution and Systematics: Evidence from Spermatozoa: With a Survey of Lophophorate, Echinoderm, and Protochordate Sperm and an Account of Gam.* Cambridge University Press.
- Lauder, G. V., & Liem, K. F. (1983a). *The evolution and interrelationships of the actinopterygian fishes.* Harvard University.
- Lauder, G. V., & Liem, K. F. (1983b). Patterns of diversity and evolution in ray-finned fishes. *Fish neurobiology*, 1, 1-24.
- Nelson, J. S. (1984). *Fishes of the World.* John Wiley (ed.), 2<sup>th</sup> edition
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the World.* John Wiley (ed.), 4<sup>th</sup> edition

Parker, T. J., & Haswell, W. A. (1987). *Zoología. Cordados* (Vol. 2). Reverte.

Yoshida, M., & Colman, D. R. (1996). Parallel evolution and coexpression of the proteolipid proteins and protein zero in vertebrate myelin. *Neuron*, 16(6), 1115-1126.

Greenwood, P. H., Miles, R. S., & Patterson, C. (Eds.). (1973). *Interrelationships of fishes* (Vol. 53). Academic Press.

# La Taxonomía de Araneidos y el Comportamiento de elaboración de Telas

Álvaro G. Molinero<sup>1</sup>

Licenciado en Ciencias Biológicas<sup>1</sup>

## RESUMEN

Esta es una revisión somera de lo que actualmente se conoce de las “arañas” o el grupo de los Araneae. Se realizará una breve discusión taxonómica concluyéndose que los Araneae son un grupo basal dentro de los pantetrapulmonata. Pero el cuerpo de la revisión se centra en el componente etológico: las diferentes familias de Araneae y los diversos tipos de telas que son capaces de realizar. Algunas familias no tejen telas complejas, como los Salticidae o los Lycosidae que se dedican a la depredación; otras familias son identificables única y exclusivamente por el tipo de tela que tejen, como por ejemplo los lynphiidae, con telas muy tupidas y desorganizadas. Para concluir la revisión, se explorarán algunos otros usos de las telas y se analizará brevemente la morfología de los Araneae.

## INTRODUCCIÓN

Los *Arachnida* son un grupo de artrópodos, enmarcados dentro del *subphylum Cheliceromorpha*, que se caracterizan generalmente por poseer un cuerpo dividido en dos tagmas, prosoma y opistosoma y por poseer cuatro pares de patas marchadoras, pedipalpos, y por supuesto quelíceros, apéndice que da nombre al subfilo. Son en su mayoría animales depredadores y de alimentación fluidófga. Precisamente estas dos últimas características son las que se potencian y alcanzan su mayor evolución en los *Araneida* y que, como veremos, la evolución los ha dotado de excelentes herramientas y grandes soluciones para el

arte de la depredación, siendo entre estas las más importantes, el uso de venenos para la inmovilización de las presas y el uso de redes tejidas con seda para la caza y la defensa.

### Breve situación taxonómica de los Araneida dentro de los Arachnida.

Dentro de la clase *Arachnida* nos encontramos hasta once órdenes diferentes de arácnidos actuales que agrupan aproximadamente a 86.500 especies de distribución cosmopolita. El orden Araneida, del cual nos ocuparemos en este trabajo, es uno de estos once órdenes, y es quizá el que goza de más conocimiento popular. Las relaciones entre los diferentes órdenes de arácnidos no están nada clara porque los diferentes estudios se contradicen.

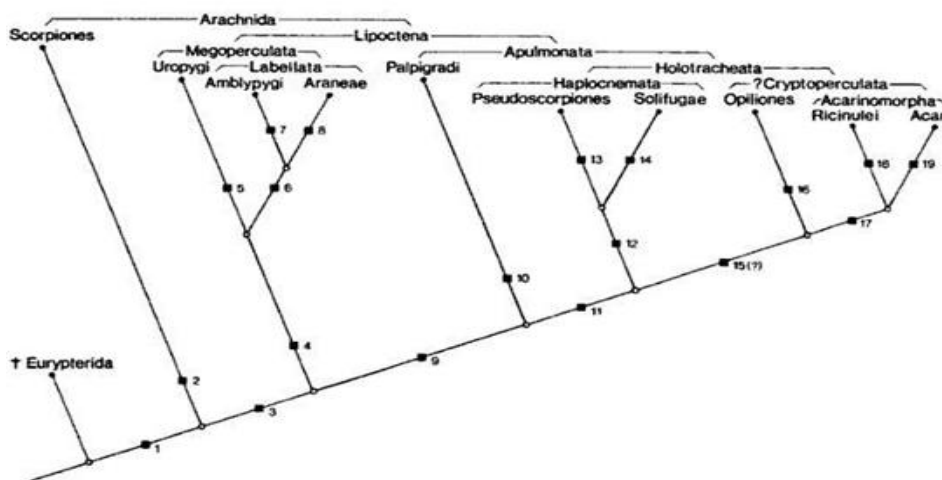


Fig. 1.. Diagrama de las relaciones filogenéticas entre las principales líneas evolutivas de los Arachnida [tomado de Ax, P. (2000)]

Algunos autores a finales de los 90's establecieron la siguiente relación filogenética (Peter Ax, 1999). Los *Eurypterida*, taxón extinto, se situaría en la base como del árbol evolutivo, dando origen al grupo de los *Arachnida*. De los arácnidos actuales, los *Scorpionida* se situarían como el taxón más primitivo. De ellos surgiría una línea evolutiva que daría lugar a los *Uropigyda*, a los *Amblypigya* y a los *Araneida*. Los siguientes más evolucionados serían los *Palpigrada*, mientras que estos darían lugar a otra línea evolutiva que comprendería a los *Pseudoscorpionida* y a los *Solifuga*. Para este autor los arácnidos más evolucionados serían los *Opilonida*, los *Ricinuleida* y los *Acarida*, (Fig. 1). Una clasificación más actualizada y basada en datos moleculares y morfológicos sugiere una disposición diferente de todos estos grupos (Giribet, 2002). Según esta propuesta existen tres líneas evolutivas en los arácnidos. La primera compuesta por *Scorpionida*, *Opilonida*, *Pseudoscorpionida* y *Solifuga* (esta sería la línea evolutiva que se escindió primero). La segunda estaría formada por *Acarida*, *Palpigrada* y *Pycnogonida* (que por primera vez se incorpora a los *arachnida*) y la tercera línea evolutiva del grupo sería la compuesta por *Trigonotarbida* (extintos), *Ricinuleida* (Estos dos más emparentados entre si) y por *Araneida*, *Amblypigya* y *Schizomida*, (Fig. 2).

Posteriormente Wheeler & Hayasi en el año 1998 propusieron la idea básica de lo que posteriormente sería la clasificación básica de los arácnidos, a las cuales añadirían pequeñas modificaciones introducidas por los estudios combinados de morfología y datos moleculares. En la imagen vemos las relaciones que se establecen.

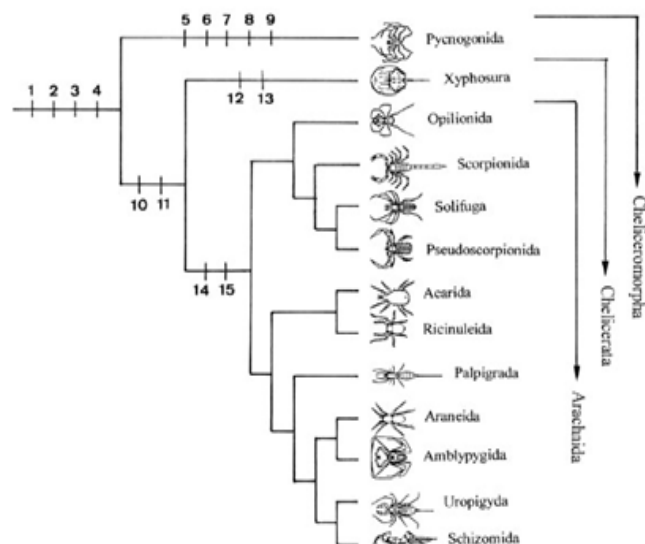


Fig. 2. Análisis combinado morfológico y molecular de los Cheliceromorpha actuales (Wheeler & Hayasi, 1998), añadiendo sinapomorfias morfológicas de los principales grupos de quelicerados (Brusca & Brusca, 1990). 1: cuerpo dividido en prosoma y opistosoma, 2: queliceros como primeros apéndices, 3: palpos como segundos apéndices, 4: típicamente con cuatro pares de patas marchadoras, 5: probóscide, 6: ovígeros, 7: opistosoma, 8: patas locomotoras de ocho podómeros, 9: diversos gonoporos situados uno en cada coxa, 10: prosoma en

forma de escudo, 11: primero o segundo metámero opistosómico modificado como segmento genital, 12: apéndices opistosómicos con branquias en libro, 13: telson elargo y en forma de espada, 14: apéndices opistosómicos reducidos, perdidos o modificados, 15: con tráqueas, pulmones en libro o con ambas estructuras

Recientemente se ha modificado esta clasificación con nuevos datos moleculares (Shultz, 2007). Esta nueva clasificación distingue cuatro líneas evolutivas. Además le atribuye un origen común a los *Xiphosura*, *Eurypterida* y *Arachnida*. Estas líneas evolutivas estarían constituidas basalmente por *Scorpionida* y *Opilonida* más *Pseudoscorpionida* y *Solifuga*. En esta línea evolutiva coincide con las otras clasificaciones ya aportadas (Giribet, 2002). Posteriormente se sugiere a los *Palpigrada* como línea única, al igual que ya hicieron otros autores (Peter Ax, 1999). Siguiendo la propuesta de Shultz, nos encontraríamos con una línea muy diversificada compuesta por los *Araneida*, *Amblypigya*, *Thelyphonida* (Substituye a *Uropigyda*) y *Schizomida*, además de grupos extintos. En esta filogenia los grupos más derivados serían *Ricinuleida*, *Acarida* y *Anactinotrichida* (familia tradicionalmente incorporada en *Acarida*, que se independiza), (Fig. 3).

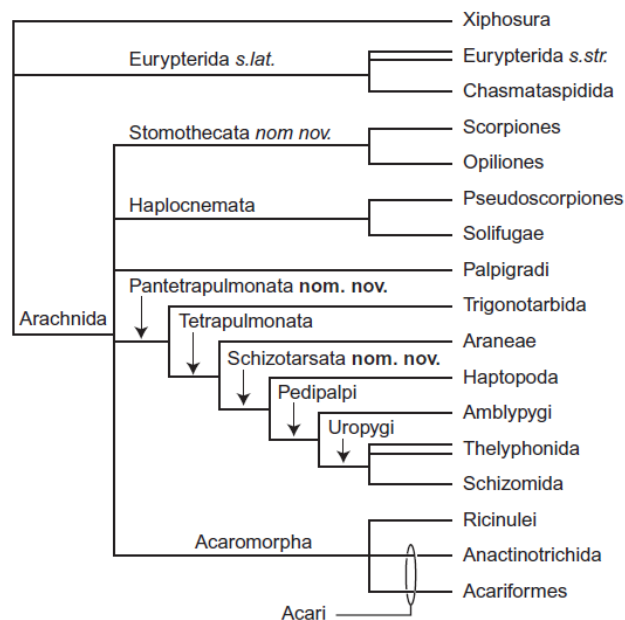


Fig.3. Cladograma que resume los resultados del análisis de los grandes linajes dentro de los Eucherata mediante un análisis de parsimonia. El árbol se ha generado mediante el estudio de 59 géneros de Eucherata utilizando únicamente caracteres morfológicos [tomado de Shultz (2007)]

El orden *Araneida* se subdivide en los subórdenes *Araneomorphae*, antiguos *Labidognatha*, los *Mesothelae* y los *Mygalomorphae*, antiguos *Ortognatha*. Los *Araneida* primitivos poseían una posición ortognata de los queliceros y un solo par de filotráqueas en el opistosoma y en la evolución solo lo han mantenido el grupo de los *Mygalomorphae*. En un primer momento de la evolución ya se separaron dos tendencias evolutivas en los *Araneida*, por

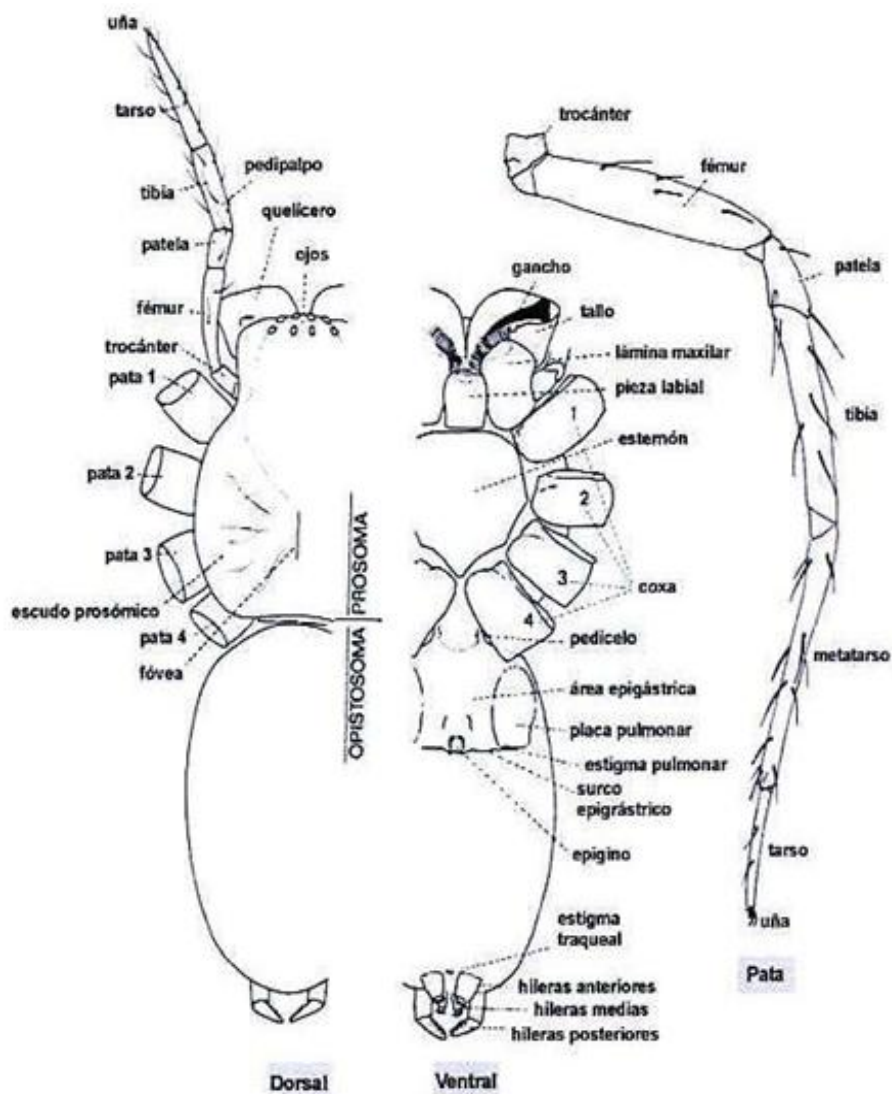


Fig. 4. Anatomía externa general de un Araneida

un lado los *Mesothelae*, y por otro lado los *Opisthothelae*, que posteriormente se diferenciaron en *Mygalomorphae* y *Araneomorphae*.

En el grupo de los *Mesothelae*, de las tres familias que lo componen, solo queda una con representantes actuales, son los Lipístidos. Como ya se ha dicho, los *Mesothelae* son un grupo primitivo dentro de *Araneida* y se diferencia de sus grupos hermanos por poseer cuatro pares de órganos filiformes, dos pares de filotráqueas, la placa esternal muy estrecha y poro genital simple. A simple vista pueden ser distinguidas del resto por poseer unas terquitas muy características en el dorso del opistosoma, es decir poseen externamente el opistosoma segmentado. No poseen glándula de veneno en sus queliceros y por tanto constituyen una excepción dentro de *Araneida* (junto con la familia *Uloboridae*) y se caracterizan por ser, dentro de este orden, las que menos usan la construcción de las clásicas telas de araña. Sus hábitos de caza, como ya se explicará más adelante, más bien consiste en la construcción de un refugio tapado en el suelo, y a modo de

trampa, cazar las presas cogiéndolas por sorpresa. Este grupo es de distribución exclusivamente asiática con 87 especies descritas distribuidas en 5 géneros.

En el grupo de los *Mygalomorphae* la biodiversidad presente se amplía considerablemente. Popularmente este grupo es conocido como las tarántulas. Difiere de los *Mesothelae* y los *Araneomorphae* en que posee, como ya se ha dicho, los caracteres primitivos, propios de los ancestros de los *Araneida*. De forma característica poseen ocho ocelos con algunas excepciones y sí que tienen glándula del veneno en los queliceros, siendo estos últimos grandes y poderosos. Existen especies de *Mygalomorphae* que llegan a realizar entramados de más de un metro de diámetro. Son animales que, en comparación con los otros grupos, pueden vivir muchos años (se han contabilizado individuos de algunas especies con más de 25 años).

Finalmente queda decir que los *Araneomorphae* se diferencian de los otros dos grupos principalmente por la disposición labidognata de sus queliceros y por constituir en su mayoría el grupo que denominaríamos arañas

tejedoras. La diversidad que presenta este grupo es enorme. De las 40000 especies que componen el orden *Araneida*, aproximadamente el 80% son *Araneomorphae*, distribuyéndose en más de 30 familias, de las cuales, las más importantes serán comentadas en el punto 1.3.

### **Características distintivas de las arañas tejedoras dentro de Araneida**

Los *Araneida* como *Cheliceromorpha* que son, poseen el cuerpo constituido por dos tagmas, prosoma y opistosoma, anatómicamente muy bien definidos gracias a un estrechamiento del primer segmento del propio opistosoma denominado pedicelo. El prosoma se encuentra recubierto dorsalmente por una capa esclerotizada denominada escudo prosómico y que en su parte más anterior alberga los ocelos. Normalmente son ocho y como veremos son una importante característica desde el punto de vista taxonómico. En el prosoma distinguimos seis pares de apéndices correspondiendo con los seis metámeros que lo conforman. Quelíceros, pedipalpos y cuatro pares de patas marchadoras. Los esternitos se fusionan en una placa ventral o placa esternal disponiéndose entre las coxas de los cuatro pares de patas marchadoras y el esternito del metámero quelicelar se transforma en la placa labial situándose entre las láminas maxilares. Además las coxas de los pedipalpos ayudan a la alimentación de forma que se transforman en enditos formando un "parapeto" que impide que la presa en cuestión se escape. Son por tanto gnatocoxas (Revisión morfológica general en Fig. 4).

A continuación realizaremos una caracterización externa del grupo empezando por las características externas del prosoma. Los quelíceros en todas las arañas presentan una terminal que se pliega sobre el tallo de la misma. Esto corresponde al segundo y primer artejo de una unidad suprafuncional que se denomina subquela. Pues bien, este pliegue de la subquela presenta dos morfologías, una donde el pliegue es perpendicular al eje sagital del cuerpo, y otra donde el plano de pliegue es paralelo. Esto corresponde con las formas labidognatas y ortognatas (Fig. 5) y que coincide a su vez con los subórdenes *Araneomorphae* y *Mygalomorphae*.

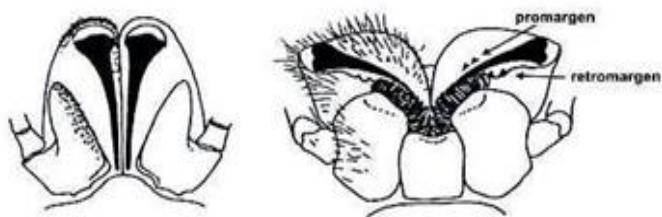


Fig. 5. Diferencias entre arañas labidognatas y ortognatas. La imagen de la derecha corresponde a una disposición ortognata y la imagen de la izquierda con una labidognata [tomado de Barrientos, J. A., & Abelló, P. (2004)]

En el cuarto par de patas marchadoras existe una estructura pilosa denominada calamistro que se utiliza

para dominar o peinar la seda que se produce en las glándulas sericígenas, pese a que estas últimas se hallen en el opistosoma. Está formado por un conjunto de pelos más largos y ordenados que los del resto del apéndice que se sitúa en el metatarso del mismo.

Como ya se ha comentado, la disposición ocular es muy importante desde el punto de vista taxonómico. Normalmente existen ocho ojos simples que se suelen disponer en dos líneas (ojos anteriores y posteriores) situados en la zona cefálica. Esta disposición posee múltiples variantes, desde el posicionamiento ocular a nivel frontal, en arañas depredadoras que no usan tela para la caza, hasta la reducción de este número de ocelos. Caso particular es el de la familia de los Lipístidos perteneciente al suborden *Mesothelae*, que poseen seis ocelos.

A continuación hablaremos de estructuras destacables a nivel del opistosoma. El clibelo es una placa que se sitúa en la parte posterior del opistosoma, normalmente entre las hileras y el orificio respiratorio filotraqueal. Esto se debe a que tanto esta estructura, como el cólulo, pequeño tubérculo que sustituye al clibelo en algunas formas aclibeladas, se consideran vestigios de unas hileras medias anteriores que solo existen en algunos Lífistidomorfos. Por tanto se consideran hileras modificadas (Fig. 6 y Fig. 7).

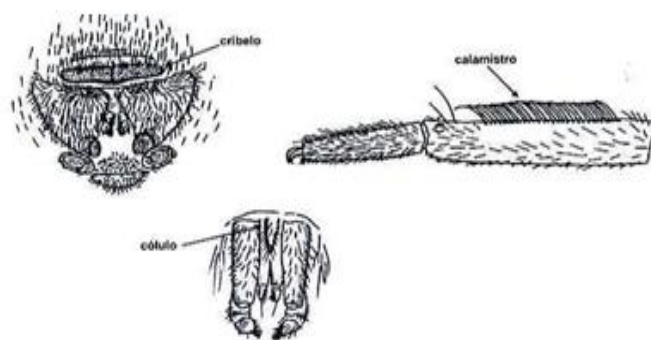


Fig. 6. Clibelo, cólulo y calamistro de Araneida [tomado de Barrientos, J. A., & Abelló, P. (2004)]

Las hileras son apéndices exclusivos de este grupo. Aparecen en el cuarto y quinto metámero opistosómico. Las glándulas sericígenas, encargadas de la producción de seda, se abren en el extremo de los mismos mediante poros o fúsulas (ver Fig. 8). Encontramos tres tipos de hileras, que como cualquier apéndice artropodiano, se presentan en pares. Por tanto encontramos un par de hileras inferiores o anteriores, un par de hileras medias y un par de hileras superiores o posteriores. Estos apéndices se componen de un par de artejos puesto que están muy modificados para la función que realizan, que no es otra que la de hilar la seda.

Caracterización interna: Empezaremos hablando del endoesqueleto que pueda poseer un arácnido. Este es de vital importancia porque sirve para la inserción de musculatura y dada la actividad de algunos arácnidos,

este presentará especial desarrollo. Los apodemas son básicos en este sistema de sustentación interna de la musculatura y una estructura denominada *endosternita*, de origen mesodérmico y que se sitúa por debajo del aparato digestivo. La musculatura que se inserta en estos apodemas y en la endosternita puede ser metamérica o no. La condición de metamería se mantiene en el opistosoma, pero en el prosoma, debido al proceso de tagmosis, esta endosternita se reduce o se hipertrofia en función de las necesidades del araneido.

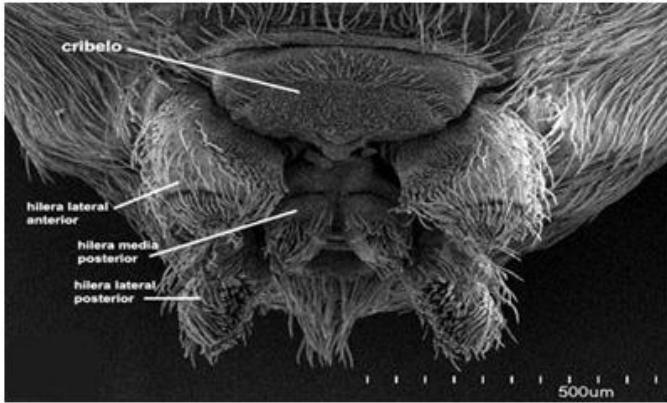


Fig. 7. Estructura macroscópica de las hileras (microscopía electrónica de barrido) [tomado de Saravanan, D. (2006)]

Las diferentes glándulas presentes en este grupo presentan también su propia musculatura para realizar sus secreciones. El conjunto de estas glándulas conforman el *sistema exocrino*. Son muy importantes porque forman parte básica en la vida de un araneido. Por ejemplo, este grupo presenta alimentación, generalmente, fluidófaga que consigue mediante la inyección de veneno proteolítico en su presa.

Este veneno, como se ha dicho, está en la glándula del veneno situada en los quelíceros. Además, para terminar de fluidificar el contenido interno de su presa, presenta glándulas salivares con abundantes enzimas digestivos. Además están las glándulas de la seda o sericígenas.



Fig. 8. Imagen de falso color en microscopía de barrido donde se muestran los poros de las hileras en plena acción excretora de seda [tomado de Saravanan, D. (2006)]

Como se ha dicho, el contenido de enzimas digestivos en la saliva es muy elevado. Esto se debe a que un araneido típico realiza una predigestión externa de sus presas mediante la trituración con las gnatocoxas de los pedipalpos y quelíceros pudiendo verse ayudados por la inoculación de veneno. Posteriormente aplican estas secreciones salivales. En la cavidad bucal, además de desembocar estas glándulas salivales, se observa la presencia de pelos que filtran el alimento para que solo se ingiera aquel propiamente líquido. El estomodeo está formado, además de por la boca y la cavidad bucal, por una faringe muy musculada con función suctora para esa alimentación fluidófaga. Es tanto el poder suctor que necesita un araneido que el esófago se ensancha y también se dota tanto de musculatura intrínseca, bastante hipertrofiada, como de musculatura extrínseca, para ayudar a esta succión. El esófago se ensancha al llegar al opistosoma y deriva en el intestino medio. Este intestino con función estomacal (análogo a un estomago) presenta multitud de divertículos formando una masa extensa, con glándulas secretoras de jugos gástricos, constituyendo un verdadero *hepatopáncreas*. En este mismo lugar se produce la absorción de los nutrientes digeridos. Pueden o no presentarse tubos de Malpighio. El tubo digestivo se continúa en un intestino posterior o proctodeo. En este lugar aparece una estructura específica de araneidos denominada *ampolla rectal* que sirve tanto para la acumulación de heces, como para incrementar la superficie del recto y por tanto incrementar la reabsorción de agua.

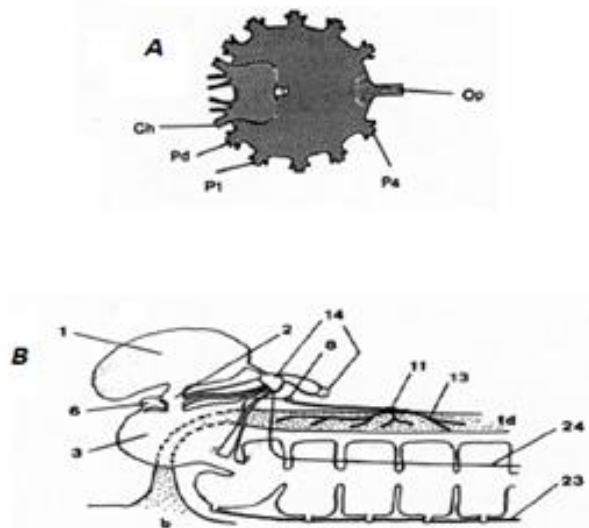


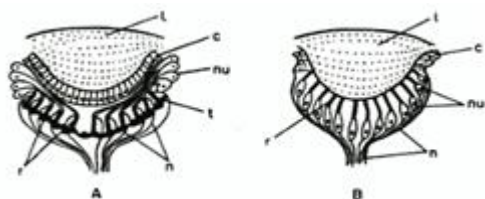
Fig. 9. (A) esquema de la cadena nerviosa fusionada de un Araneida y (B) Visión sagital de la cadena nerviosa y el cerebro de un Chelicermorpha modelo.1. 1. Protocerebro, 2. deutocerebro, 3. tritocerebro, 6, ganglio frontal, 8, ganglio innominado, 11. Ganglio suprafaríngeo, 13. SNS anterior, 14. Órganos de Schneider, 23. Nervio ventral impar,

24.nervio lateral. (td) tubo digestivo, (b) boca. [tomado de J. Pujade-Villar, J.S. Arlandis (2002)]

Esta reabsorción de agua es muy importante para el balance hídrico del araneido y por tanto, este grupo posee una gran batería de órganos excretores para realizar la función de, además de excretar los residuos del metabolismo del nitrógeno en forma guanina (excepción en artrópodos), regular el contenido en agua de estas excreciones y por tanto controlar el balance hídrico. Las glándulas coxales en araneidos se sitúan primitivamente en el quinto y séptimo metámero del prosoma y, por tanto, se abren en las coxas del primer y tercer par de patas. En las arañas más evolucionadas se reduce la presencia de estas glándulas al primer par de patas marchadoras. Los *tubos de Malpighio* son evaginaciones del intestino medio que se presentan en número de dos y, como ya se ha dicho, se sitúan al final de este mesodeo.

El sistema nervioso se compone de los elementos habituales en un artrópodo, cerebro y cadena nerviosa ventral. El cerebro posee las tres partes características, reduciéndose mucho el deutocerebro o incluso desapareciendo. El protocerebro en muchas especies depredadoras y que presentan frontalización de la dotación ocelar visual (Familia *Salticidae*), se desarrolla espectacularmente debido a que los cuerpos pedunculados deben recibir multitud de información del exterior. La cadena nerviosa en este grupo así como, generalmente en la clase *Arachnida*, presenta una fusión ganglionar muy notable. Esta fusión alcanza su máximo esplendor precisamente en *Araneida*, donde existe una única masa nerviosa ventral resultante de la fusión de todos los ganglios prosómicos y opistosómicos (para anatomía completa ver **Fig. 9**).

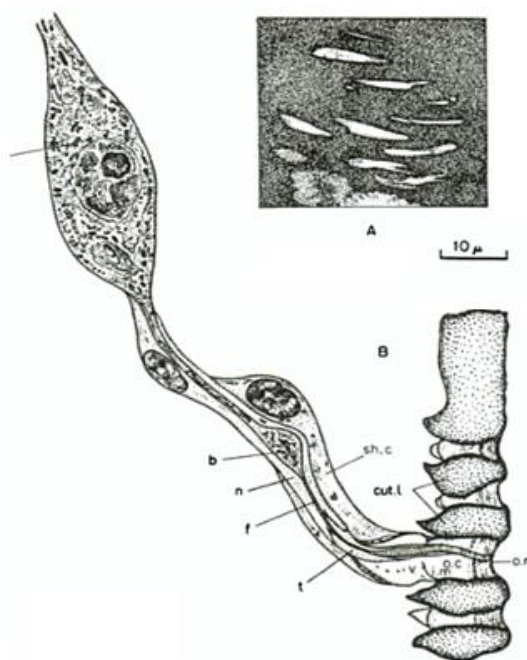
El sistema simpático es de modelo par, es decir hay bifurcación del nervio ventral impar. El ganglio frontal se incorpora al tritocerebro. Este sistema simpático inerva el estomodeo regulando la digestión y presenta estructura neurosecretoras para la regulación del sistema endocrino. Además en araneidos se presenta un ganglio único situado a nivel del corazón dorsal, y por tanto opistosómicamente, que se encarga de regular el bombeo del mismo. Es por tanto un esbozo de sistema autónomo que se conoce como *sistema cardíaco*. Por su parte el sistema endocrino está típicamente compuesto por los órganos de Schneider (exclusivos de Araneidos) que son estimulados por las zonas neurosecretoras del cerebro. Son los encargados de la secreción de ecdisona.



**Fig. 10.** Ojos de arácnidos. A) Araneidos, ojo indirecto (lateral) con núcleos y cuerpo vítreo; B) Escorpiones, ojo directo (lateral). Los ojos directos de las arañas son parecidos pero presentan una capa córnea

continua y los nervios se dirigen a la mitad de las células y luego confluyen en un nervio óptico común. Células córneas (c), Cristalino (l), Fibras nerviosas (n), núcleos (nu), retina (r), tapete (t) [tomado de J. Pujade-Villar, J.S. Arlandis (2002)]

El sistema nervioso es el encargado de recibir las señales de un sistema sensorial que dotará al araneido de herramientas con las cuales defenderse y actuar como buenos depredadores que son. Estos órganos que componen el sistema sensorial son: ocelos (dotación sensorial), pelos y espinas sensoriales (quimiocepción, mecanocepción, etc.) y órganos liriformes (quimiocepción fundamentalmente). Los ocelos son una importante herramienta para el araneido (**Fig. 10**) y para el entomólogo que las clasifique. Estos se presentan lateralmente y/ o centralmente en un número máximo de 8, excepto las arañas más primitivas que poseen 6. Los ocelos laterales suelen ser simples desde el punto de vista estructural, y en arañas, se presentan como ocelos de retina invertida, visión indirecta o nocturna (has un máximo de 5 ocelos) y los ocelos medio son más complejos y de retina secundaria-mente revertida, son por tanto de visión directa, diurna y dan un imagen más nítida de los objetos. Se utilizan por tanto para la visualización de objetos en movimiento (caso, otra vez, de la familia *Salticidae*). Los araneidos que poseen ambos tipos de ojos poseen una visión estereoscópica por superposición de ambos campos visuales.



**Fig. 11.** A) Aspecto superficial del órgano liriforme de *Achaearanea tepidariorum* B) Figura esquemática de una de las grietas. Bulbo terminal (b), lamela cuticular (cut. I.), filamento (l), membrana interna (i.m.), neurilema (n), cámara exterior (o.c.), membrana exterior (o.m.), célula sensorial bipolar (s.c.), vaina celular externa (sh.c.), túbulo (t), vaso (v) [tomado de Salpeter, M.M. & Walcott, C. (1960) y de Barth, F.G. (1971)]

Por lo que respecta a otras estructuras sensoriales podemos decir que los pelos y espinas son de muy diferentes tipos y, según el hábito de vida del araneido, presentan una determinada función. Son muy importantes para esta función las setas sensoriales o tricobotrias. Los órganos tarsales se sitúan en la cara dorsal de los tarsos y permiten una quimiocepción mediante la evaginación del tegumento en forma de cúpula. Esta cúpula forma un receptáculo donde las sustancias químicas de interés interaccionan con un fondo completamente repleto de terminaciones nerviosas. Los órganos metatarsales, una variante de estos últimos y presentes en la familia *Theridiidae*, son órganos mecanorreceptores, concretamente de vibraciones y especializados en la detección de movimientos. Por último a los órganos liriformes se les considera quimioceptores (**Fig. 11**). Se sitúan cerca de la unión entre las coxas y la

placa esternal, y externamente se reconocen por la presencia de hendiduras, dentro de las cuales se sitúan

las células sensoriales.

Por lo que respecta al sistema circulatorio podemos decir, que como es típico en artrópodos, este es abierto y en su condición más primitiva, como la que presenta este grupo, consta de un corazón tubular dorsal encerrado en un pericardio y en el cual se abren los ostios, generalmente 2 pares prosómicos y 5 opistosómicos. En este grupo existe cierta vascularización de los tejidos, concretamente se vascularizan las filotráqueas. Esta vascularización conduce la hemolinfa del seno ventral al seno pericárdico haciendo más eficiente la circulación. El pigmento respiratorio es siempre hemocianina, incorporada o no a cianocitos. La hemolinfa en este grupo basal de artrópodos cumple todavía la función de intercambiadora de gases a nivel tisular, pero en arañas más evolucionadas donde el sistema filotraqueal se abandona por uno dendrotraqueal, esto no se cumple porque esta respiración lleva a nivel de la célula el intercambio gaseoso. En estos casos se en-

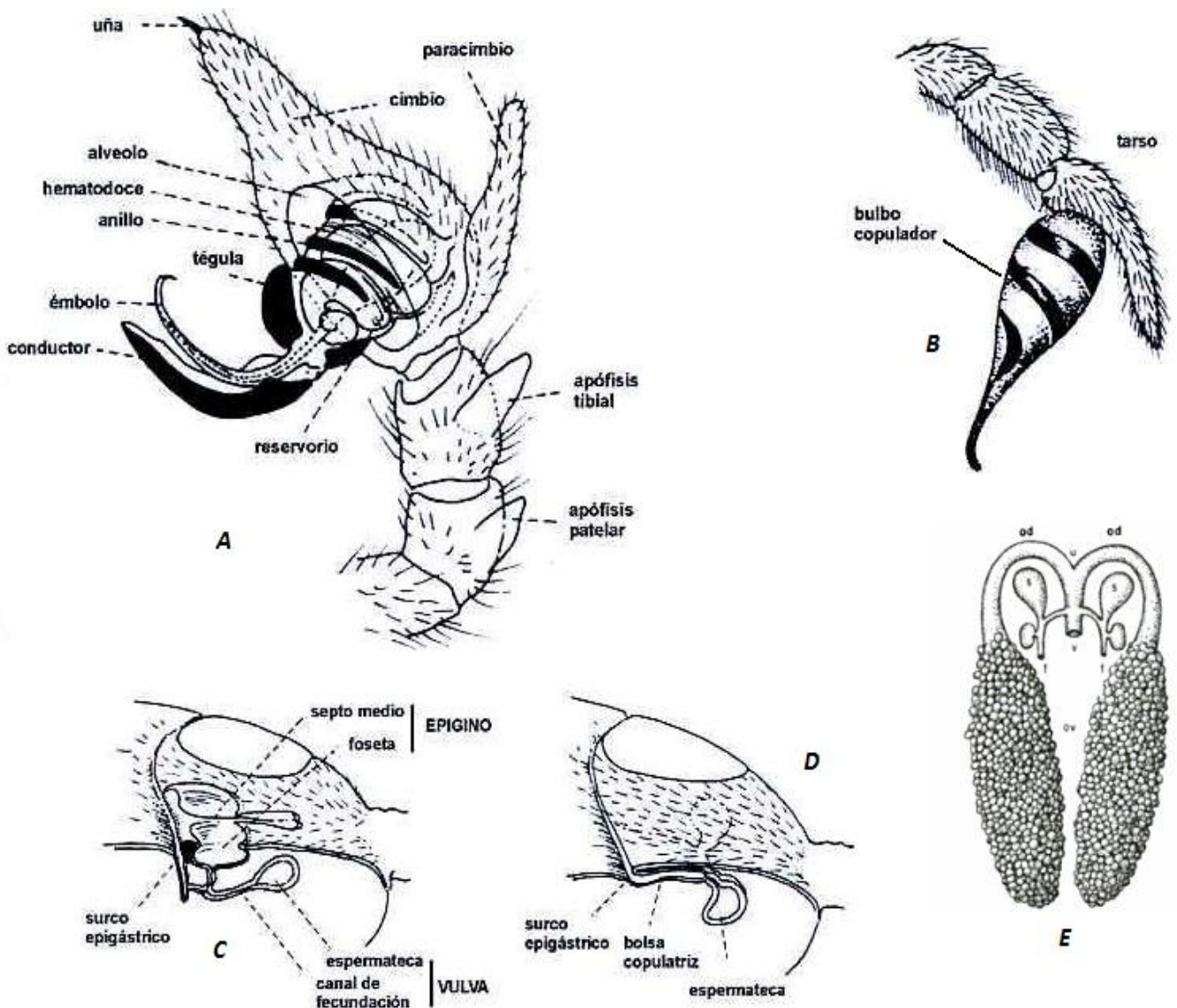


Fig. 12.. (A) Ultraestructura de un bulbo copulador (B), vista externa del bulbo copulador (C), Estructura del aparato reproductor de hembras enteleginas (D), hembras haploginas (E), esquema de las gónadas saculares (válido para ovarios y testículos).

cuentran un par estigmas respiratorios situados en la parte posterior del opistosoma. Pero por lo general, la respiración es de tipo filotraqueal, con un par de estructuras filotraqueales situadas en el segundo metámero opistosómico. También suelen combinarse ambos tipos de estructuras respiratorias.

Por último hablaremos del aparato reproductor. Las gónadas son dos, ocupando el segundo metámero opistosómico y, a veces, con la ocupación interna de metámeros contiguos. Los araneidos presentan gónadas de tipo sacular. Las estructuras que unen estas gónadas con el exterior son las esperadas: gonoducto, atrio genital, glándulas anexas y gonoporo. Las glándulas anexas se encargarán de la producción del espermatóforo típico o la cementación del la puesta (**Fig. 12**), y como comentaremos más adelante, entran a formar parte del complejo ritual de apareamiento que poseen estos artrópodos. Poseen, por tanto, una transferencia indirecta del esperma. Las hembras presentan modificaciones en estas vías genitales. Podemos distinguir, según la complejidad de estas modificaciones, entre hembras *enteleginas* y *haploginas*. Las hembras enteleginas o de modificación compleja presentan una estructura situada más internamente, de consistencia esclerosa (placa) y con multitud de fosetas y salientes denominado *epiginio*. El epiginio se conecta con el exterior mediante un par de tubos de fecundación, cada uno de los cuales, pudiendo diferenciar una espermateca, constituyendo una *vulva interna*. En las hembras haploginas no se diferencia epiginio, ni tubos de fecundación. En cambio poseen una bolsa copulatriz más de una espermateca por bolsa copulatriz. Los machos poseen en los pedipalpos una modificación del tarso para esta transferencia indirecta del esperma. Básicamente el tarso se modifica mediante la presencia de un bulbo copulador, compuesto interiormente por un receptáculo seminal, del cual se prolongan dos estructura, un conductor y el embolo. El bulbo copulador queda protegido en el tarso mediante una cavidad o alveolo. Además la tégula es un esclerito que protege, tanto al conductor como al embolo cuando el bulbo copulador esta en reposo. Estas estructuras, lógicamente, se modifican en función de si la hembra es enteleginas o haploginas, puesto que el macho utiliza el bulbo copulador para cargarlo de esperma por contacto con su gonoporo e insertarlo en el gonoporo de la hembra (para ver un resumen de la anatomía interna de un araneido, ver **Fig. 11**).

#### **FAMILIAS Y GÉNEROS DE ARAÑAS TEJEDORAS MÁS IMPORTANTES DE LA FAUNA IBÉRICA Y SU COMPORTAMIENTO TEJEDOR**

las principales familias de arañas tejedoras a nivel europeo son las siguientes: agelenidae, araneidae, clubionidae, dictynidae, theridiidae, thomisidae, lycosidae, nemesidae, salticidae, dysderidae, gnaphosidae y linyphiidae. De ellas vamos a hablar a continuación.

La familia Agelenidae se caracteriza por presentar un prosoma y un opistosoma que se ajustan al modelo

de los arácnidos, junto con un par de hileras típicas y bien desarrolladas que las hacen visibles dorsalmente. Presentan un comportamiento sedentario fabricando telas amanteladas sobre vegetación arbustiva o cavidades, en el centro de la misma se dispone una guarida tubular ciega donde se esconde la araña. Los machos de esta familia suelen tener un bulbo copulador muy complejo puesto que las hembras son enteleginas. Aún así, en el tarso que alberga el bulbo copulador, carece de *paracymbium*. Los géneros más importantes son *Tegenaria*, *Textrix* y *Agelela*.

La familia Araneidae se caracteriza también por poseer ocho ocelos similares que se disponen en dos líneas. En esta familia se da un ensanchamiento típico del prosoma, y el opistosoma suele presentar coloraciones llamativas (género *Argiope*). A esta característica se le denomina *folium*. Esta familia de arañas, elaboran telas típicamente orbiculares. Pueden verse frecuentemente presidiendo esta tela orbicular en el centro de la misma adoptando actitudes miméticas. También hay especies que optan por ocultarse en la vegetación circundante a la tela. El *paracymbium* de los machos, en este caso, si está bien desarrollado, así como el *cymbium*. El bulbo copulador es complejo debido a que las hembras son enteleginas, presentando por tanto epiginio. Los géneros más importantes son *Araneus* (*Araneus diadematus*), *Argiope* (*Argiope bruennichi*), y otros géneros de tamaños menores como *Araniella*, *Neoscona* o *Cyrtophora*.

La familia Clubionidae, es una agrupación clásica de todos los araneidos con dos uñas en el tarso y con una hileras más bien reducidas y muy agrupadas formando un cono. Actualmente esta familia ha quedado subdividida en otras muchas, pero aparte de estos caracteres comunes, interesa para este trabajo dejar esta clasificación puesto que todas tienen en común la elaboración de *refugios de seda* bajo piedras o en la vegetación. Son conocidas bajo el nombre popular de "arañas de bolsa". En esta bolsa es donde se protegen y desde donde, activamente, capturan sus presas. En la fauna ibérica esta familia se ve representada por un único género, el género *Clubiona*.

La familia Dictynidae presenta como características distintivas un buen desarrollo del clibelo y del calamistro. Además su hábito de vida es sedentario y la elaboración de telas no es tan espectacular como las tres familias anteriores. Elaboran telas irregulares entre la vegetación. Coloración muy variable. Géneros de interés: *Dyctina*, *Nigma* y *Lathys*

La familia Dysderidae es una familia característica de la fauna edáfica. Solo poseen 6 ocelos, dispuestos curvilíneamente en el dorso del prosoma. Este prosoma es ovalado y posee unos quelíceros muy desarrollados. La placa esternal del mismo, se prolonga hacia las coxas de las patas. Generalmente 4 orificios respiratorios. Construyen redes muy irregulares y escasas. Son similares a una familia menor; los *Aripidae*. La coloración del grupo es característica, siendo el prosoma rojizo y el opistosoma blanquecino. Géneros más importantes: *Harpactocrates* y *Dysdera*.

La familia Gnaphosidae es característica porque no elabora telas para la caza. Al igual que los Disdéridos, se relacionan con la fauna edáfica, aunque se las suele encontrar más a menudo bajo piedras y entre la hojarasca. El prosoma es ovalado y opistosoma alargado, dándole un aspecto muy estilizado a la araña. Poseen 8 ocelos, dispuestos en dos líneas. Los dos ojos medianos posteriores son de visión indirecta (se sabe gracias a su brillo nacarado que delata un *tapetum* interno). Las hileras presenta el artejo basal muy desarrollado, cosa que es característica de esta familia. Los géneros más importantes pertenecientes a esta familia son: *Gnaphosa*, *Drassodes* y *Zelotes*.

La familia Theridiosomatidae es una familia de distribución prácticamente cosmopolita pero que la información disponible sobre ellas es poca y por tanto son poco conocidas. Son muy reconocibles por realizar redes en cono o de tipo orbicular poco elaborado y por su pequeño tamaño. Poco más se ha encontrado a la hora de realizar este trabajo.

La familia Linyphiidae es una familia que se asemeja mucho a los *Araneidae*. Se distingue de ellos por su menor tamaño y por ciertas características morfológicas como, que presentan un cóndilo quelicelar rudimentario y unas láminas maxilares mucho más largas que anchas. Por eso es fácil confundirlas a simple vista. Pero si las observamos en la naturaleza, la forma de sus telas no tiene nada que ver. Estas, construyen telas irregulares, tridimensionales y complejas, tendidas sobre la vegetación y a nivel del suelo. La familia se subdivide en dos subfamilias que difieren en pocos aspectos, así pues a efectos prácticos no consideraremos esta división. Es una familia muy diversificada poseyendo un amplio número de géneros. Los más importantes son *Linyphia*, *Lepthyphantes*, *Pelecopsis* o *Diplocephalus*, etc.

La familia Lycosidae presenta como características propias un prosoma con la zona cefálica y torácica bien marcada. Los ocho ocelos se disponen en tres líneas. La primera línea es frontalizada, de cuatro ocelos más pequeños, la segunda, más dorsal, está formada por dos grandes ocelos, y la tercera dorsal, de dos ocelos muy reducidos. Esta disposición ocular también la presentan otros géneros de otras familias, pero esta familia es distintiva porque no posee ni clibelo ni calamistro (distintivo al género *Zoropsis*, familia *Zoropsidae*), posee más de dos uñas tarsales (distintivo al género *Zora*, familia *Zoridae*) y las hileras de los lycósidos no son unas más largas que las otras (distintivo al los géneros *Textrix* y *Lycosides*, familia *Agelenidae*). Las arañas de esta familia no elaboran telas para la caza. Es típico el transporte de la prole en las hileras y su disposición las ninfas en el dorso de la hembra. La mayoría de las especies son formas errantes, aunque se conocen especies sedentarias en el género *Lycosa*. Además de este género, otros que pertenecen a esta familia son *Pardosa*, *Arctosa* y *Alopecosa*.

La familia Nemesiidae es una de las pocas familias de migalomorfos o tarántulas que viven en la península ibérica. Es característica porque las especies de la mis-

ma, generalmente presentan un cuerpo grande y unas patas cortas y fuertes. Los ocelos se presentan agrupados en un campo ocelar y los quelíceros ortognatos y muy desarrollados. Utilizan la seda para recubrir sus refugios que construyen, dejando un opérculo desde el cual sorprenden a sus presas. El género *Nemesia* es el que más ampliamente se distribuyen en la península.

La familia Salticidae no elabora telas, pero merece una mención por su peculiar disposición ocular (ver anexo). Los ojos también se disponen en tres líneas siendo la primera la más desarrollada y espectacular, claramente frontalizada. Géneros: *Salticus*, *Neon*, *Heliophagus*, etc. La familia Pisauridae, por su parte, es una familia de distribución cosmopolita. Viven en el suelo, en la superficie de aguas estancadas y en plantas acuáticas. Son arañas grandes que se parecen a la familia *Lycosidae* en la forma que tienen de cazar y atrapar a la presa. Su escudo prosomómico es ovalado con marcas longitudinales. Las hembras llevan el ovisaco suspendido de los quelíceros y cuando nace la puesta, los neonatos son colocados en unas telarañas con forma de carpa, donde la hembra se encarga de la cuida hasta que se hayan realizado un par de mudas.

La familia Theridiidae es una familia que presenta una disposición ocelar típica en dos líneas. Morfológicamente se distinguen del resto de familias porque poseen unas láminas maxilares que se unen por delante de la pieza labial. Además el cuarto par de patas posee un conjunto de pelos distintivos en la familia. Son, en general, formas sedentarias que elaboran telas irregulares y tridimensionales. A esta familia pertenece el género *Latrodectus* o viudas negras (en la península ibérica *L.tredecimguttatus* y *L.liliana*), además de otros géneros como *Theridion* o *Episinus*.

La familia Thomisidae es una familia característica por su corto prosoma con ocho ocelos dispuestos sobre salientes formando las dos líneas típicas, a veces con frontalización de la primera. Elaboran telas para esperar al acecho a que alguna presa caiga, pero basan su caza sobretudo en el mimetismo con la flor en la que esperan. Las elaboran sobre la vegetación o suelo, típicamente en las flores. Los dos pares de patas anteriores, en esta familia, son claramente más largos y anchos que los posteriores orientándose lateralmente lo que les permite un típico desplazamiento lateral. Géneros más destacados: *Thomisus*, *Misumena*, *Xysticus* o *Synema*.

Y por último, la familia Pholcidae es una familia característica por la elaboración de telas grandes, flojas y sin ninguna estructura definible. Son arañas con una morfología muy característica que, a veces, las hace confundibles con los opilones. Poseen patas muy largas y finas, con un cuerpo reducido. Poseen ocho ocelos dispuestos en una fórmula 2+3+3. Los dos primeros son mucho más grandes que el resto y están dispuestos dorsalmente. Su hábitad necesita de oscuridad y humedad y por tanto son especialmente abundantes en construcciones abandonadas. Por último, y como curiosidad, la hembra transporta

la puesta entre sus queléceros. Una puesta que consta entre 15-20 huevos de color rosáceo. Géneros *Pholcus* y *Smeringopus*.

### COMPORTAMIENTO TEJEDOR Y TIPOS DE TELA

La producción de seda es un proceso vital en la vida de un Araneido, pero hace aproximadamente 320 m.a. esta producción de seda no existía entre, ni si quiera los arácnidos. Los fósiles en ámbar más antiguos que se han encontrado, y que demuestran que haya aparecido la capacidad de producción de seda en los araneidos datan de aproximadamente hace 115 m.a., en el cretácico superior. Es en estos momentos, además cuando se produce una explosión de diversidad en los araneidos (ESKOV & ZONSHTEIN, 1990). Entonces, ¿Cómo llegaron las arañas a obtener esta facultad?. Se han propuesto varias teorías para explicar este hecho, pero la más aceptada se basa en que el motor evolutivo fue una “carrera armamentística” adaptativa entre depredador, arañas, y presas, insectos. Como en la actualidad, los Araneomorfos del devónico superior, depredaban insectos ápteros, que por aquel entonces eran los que más abundaban. Cuando estos insectos ápteros se vieron superados en número y diversidad por los alados, las armas de caza que hasta entonces poseían los araneomorfos, se quedaron obsoletas. También se ha propuesto como motor selector de los insectos alados a favor de los ápteros, esta depredación por parte de los arácnidos (y otros depredadores) y por eso hablamos de carrera armamentística. Así pues aquellas arañas que poseyeran algún tipo de excreción sedosa poseerían una gran ventaja sobre sus competidoras que no pudiesen producirla, siendo esta una fuerte presión selectiva que acabaría por hacer, de las arañas productoras de seda, las dominantes en los araneidos.

#### Construcción, tipos y función

La producción y secreción de seda se fue perfeccionando. En un primer momento las arañas más antiguas poseían 4 pares de estas (aun en la actualidad las poseen las *Mesothelae*, género *Liphistius*), conforme avanzó la evolución se modificaron y se quedaron en las tres actuales que presentan la mayoría de arañas. Otras, en cambio, tienen reducción de las mismas o modificaciones, como ya hemos comentado, del cuarto par en un clibelo, también secretor de seda. Esta seda producida por el clibelo se peina por el calamistro y, a menudo, tiene un aspecto diferente a la producida por las hileras ya que esta es de consistencia algodonosa. Primero comentaremos brevemente los tipos de telas que son capaces de producir las arañas y comentaremos extensamente como los construyen, fundamentalmente, la tela de tipo orbicular, por ser la más común y más estudiada. Existen 7 tipos diferentes de telas que pueden elaborar una araña y prácticamente el mismo número de glándulas sericígenas. Es decir, cada tipo de hilo tiene la glándula que lo elabora. Encontramos glándulas ampuladas, agregadas, flageliformes, aiciniformes, piriformes y cilíndricas y cada una de ellas elabora

un hilo con propiedades fisicoquímicas distintas. Típicamente todas las telas están hechas a partir de proteínas denominadas *fibroínas* o *fobromas* y es la disposición de las mismas lo que determina sus características. El primer tipo de hilo, y más básico, es el “*hilo rastrero* o *de seguridad*”. Es un hilo que dejan las arañas cuando se van desplazando por el medio y que es producido por las *glándulas ampuladas*. Tiene la función principal de proteger a la araña de una caída al vacío imprevista o para descender voluntariamente de algún lugar.

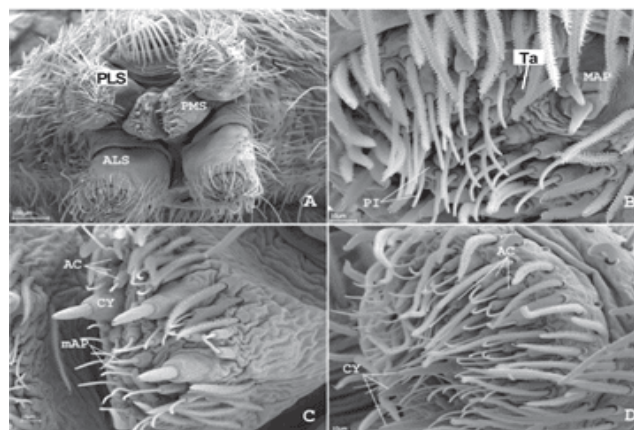


Fig. 13. Hileras de la hembra de *Caloctenus Oxapampa*. A) visión general, B) Cierre de las hileras ALS, C) Hileras PMS, D) Hileras PLS. AC (glándula actiniforme)

También es usado para encontrar el camino de regreso al refugio o para el reconocimiento sexual mediante su impregnación en feromonas (casos excepcionales). Además, este tipo de hilo es producido ya por las ninfas de las arañas, y por ejemplo en el caso de la familia *Lycosidae*, lo utilizan para sujetarse al dorso de la madre. El siguiente tipo de hilos es el denominado de “*flotación*”. Este hilo es utilizado por multitud de formas ninfales de las familias *Theridiidae*, *Araneidae*, *Lycosidae* y *Linyphiidae*. Es empleado para la dispersión y consiste en la excreción de pequeños hilos a modo de cometa para favorecer esta disgregación. Las ninfas, para mejorar la eficiencia del método, suelen encaramarse a las zonas más altas de la vegetación circundante y aprovechar las ráfagas de viento que por allí circulan, inclinando su cuerpo con el opistosoma hacia arriba. Este mecanismo también puede ser usado por adultos. La tela para el “*depósito del esperma*” es un tipo de tela tejida solo por los machos y se elabora exclusivamente para este fin. El macho deposita una gota de esperma en esta tela, e inmediatamente carga los bulbos copuladores con esta gota. Es una variante a otro método de carga del bulbo copulador que poseen otros machos de arañas. Estos machos se dejan de sofisticaciones, y directamente carga en bulbo copulador del gonoporo, como ya explicamos.

Las telas suelen tener un uso muy frecuente en la **elaboración de ovisacos** por parte de las hembras. Este tipo de telaraña es producido por prácticamente la totali-

dad de especies ya que resulta un método de protección de la puesta bastante efectivo.

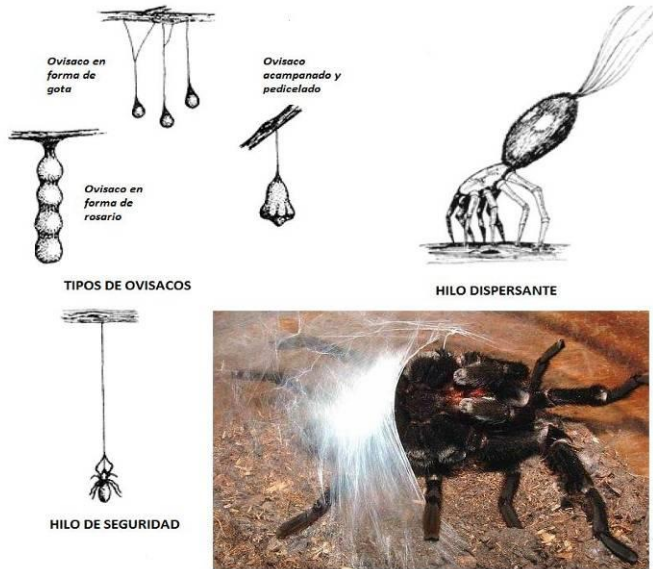


Figura 14. Diferentes tipos de telas comentados y una foto de la tela para el esperma (Mygalomorphae)

Estos ovisacos pueden adornarse con tonalidades y aspectos miméticos para facilitar así su ocultación y su gruesa capa de seda les confieren protección contra la desecación y contra las temperaturas extremas. Existen muchísimos tipos de ovisacos: esféricos, ovalados, aplanados, alargados, piriformes, con aspecto de gota, de campana, de huso o de rosario, sésiles o provistos de un pedicelo o filamento de variada longitud, del cual quedan colgados de algún objeto, con texturas también que varían muchísimo, lisa o tosca al tacto, algodonoso, lanuda, etc. Algunas arañas cuelgan sus ovisacos a un lado de la red o de su refugio, desde donde los vigilan. A veces, la hembra se queda todo el tiempo sobre su ovisaco, protegiéndolo con las patas extendidas. Otras especies meten el ovisaco a su refugio (tipo de tela que posteriormente explicaremos) para cuidarlo más de cerca, incluso muchas arañas llevan consigo su ovisaco, ya sea adherido a las hileras o cargándolo por delante con ayuda de los quelíceros.

Los tres siguientes tipos de telas ya se han citado pero, como comentaremos algo de su construcción, hemos de nombrarlos ahora. Son: las telas que se utilizan en la construcción y tapización de refugios, las telas de caza y las telas para envolver las presas. Como he dicho, vamos a comentar con más detalle cómo se construye una tela de araña. Para ello vamos a tomar como modelo las telas de caza, pero sobretodo, las telas orbiculares. El resto de telas de caza en sentido estricto no gozarán de la elaboración que goza esta, disponiendo los hilos de las mismas de forma mucho más aleatoria y desordenada.

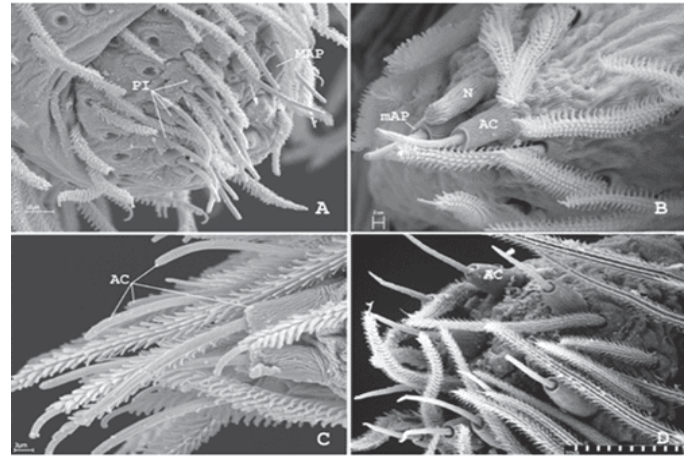


Figura 15. Estructura de las glándulas aciniformes

En una tela orbicular, se presentan cuatro estructuras de seda básicas que la componen: el hilo *punte*, el hilo del *marco*, los hilos de *amarre*, los *radios* y los *hilos en espiral*. Todos estos hilos son secretados por las glándulas ampuladas. Los hilos de punte son los que inician la construcción de la tela orbicular y estos deben estar situados en un buen lugar y por tanto la búsqueda de un buen lugar es crucial para el éxito de esta técnica de caza. El comportamiento de búsqueda para la construcción de la tela de caza es muy interesante y complejo. Todas las noches suele comerse la tela que han elaborado durante el día y al día siguiente, vuelven a elaborarla. Al amanecer, mediante el uso del hilo de seguridad, la araña recorre la vegetación cercana en busca de un buen lugar para empezar a realizar su tela. Cuando el sitio es definitivo la araña empieza construyendo el puente. Puede construirse a partir de un hilo de seguridad, previamente ya secretado, o la araña puede secretar el hilo que formará el puente y esperar a que una ráfaga de aire lo pegue en algún punto, después de esto, restirará el hilo reforzándolo con sucesivas secreciones para conformar este puente. A continuación la araña, formará un hilo flojo partiendo de los dos extremos del hilo puente, y dejándose caer colgada de un hilo de seguridad, formará un triángulo constituido por el puente, y los dos primeros radios, formados a partir del estiramiento por gravedad de este hilo flojo. La araña seguirá descendiendo de su hilo de seguridad hasta encontrar algún lugar donde amarrarlo, este hilo de seguridad se transformará entonces en el siguiente radio.

Estos elementos son reforzados de nuevo puesto que esta es la base que soportará estructuralmente la tela. A partir de aquí, la araña empezará a formar el resto de radios utilizando la estructura ya formada para desplazarse e ir adhiriendo los nuevos hilos a la vegetación. Cada vez que se elabore uno nuevo, la araña retornará al centro de la tela para tensarlo y reforzar la unión. A continuación formará el marco. Una vez hecho esto la araña elaborará una tela espiral temporal, no definitiva, de un material seco no pegajoso y una vez hecho esto, sustituirá

el material no pegajoso por la tela con sustancia pegajosa, secretada esta vez por las glándulas agregadas.

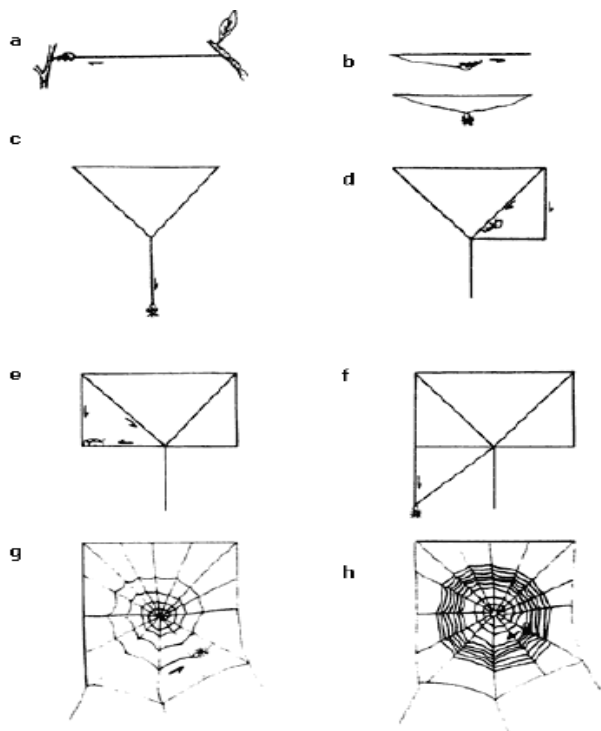


Figura 16. Construcción de una red orbicular (Fam. Araneidae). Formación del puente (a,b); formación de los primeros radios (c,d); continúan formándose los radios (f,g); inicio de la espiral de seda seca (g) y formación de la seda viscosa (h).

En el anterior caso, la tela de material seco, se elabora del centro hacia afuera de la tela, pero la de material pegajoso se elabora de fuera hacia dentro. Este se debe al hecho de que, algunas arañas, al acabar de elaborar la tela y para poderse situar en el centro, se comen esta zona, dejando solo los radios que sustentan la estructura. Incluso hay arañas, que en vez de comerse esta zona la refuerzan con los conocidos *estabilizadores de red* que también pueden construirse por otras zonas que no sean el centro (ej.: *Argiope Bruennichi*).

Como se ha comentado, este es el tipo de red más complejo, en cuanto a su elaboración, que podemos encontrar en los araneidos. Como anteriormente ya comentamos qué familias elaboraban telas y cuáles no, ahora nos fijaremos en algunas peculiaridades, en cuanto a la construcción de telas, de estas familias. Por ejemplo, las familias *Linyphiidae* y *Agelenidae* no utilizan seda pegajosa en la manufactura de sus redes, sino únicamente seca. En estos dos casos, el aspecto de la red es completamente diferente. Este tipo de red horizontal, que queda suspendida por debajo de un laberinto o maraña de hilos, se considera mucho más primitiva. Otras veces el desorden de la tela es lo que impera, es el caso de la familia *Pholcidae*. El género *Oecobius* de la familia *Oecobiidae* teje telas de escaso alcance, normalmente entre grietas o huecos, ya sea en la naturaleza o en construcciones. La familia *Dicty-*

*nidae* teje telas que parecen de encaje. Los filamentos de la red están formados por dos hilos paralelos, unidos por manojos de seda dispuestos en zigzag. Este encaje toma con frecuencia el aspecto de un abanico. La familia *Theridiidae* forma redes enmarañadas o en laberinto. En la parte de arriba, sostenida por varios hilos restirados que se fijan a varios puntos laterales la red de laberinto mientras toda esta estructura superior soporta una plataforma abierta, de donde parten algunos hilos-trampa, provistos de pequeñas gotitas de material pegajoso, que van a fijarse al suelo. La red de la viuda negra es de este tipo, sólo que los hilos son extremadamente fuertes, elásticos y resistentes. Todas estas redes se construyen generalmente cerca del suelo, a donde llegan los hilos-trampa para la captura de presas. Una familia de distribución Indomericana fundamentalmente, la familia *tetragnathidae* y concretamente el género *Nephila*, forman las redes del tamaño más grande conocido, que en algunos casos llegan a abarcar espacios de 4 metros. Hay solo una especie de este género que habita en la península ibérica, esta es *Nephila clavipes*, es una especie que apunta alto en cuanto al interés económico por su tela. Muchas arañas tejen redes irregulares, conectadas o no a sus refugios, como las de las familias, *Theridiidae*, *Amaurobidae*, *Thomsidae* o *Theridiidae*, entre otras. Varias tienen aspecto y formas caprichosas, como especies del género *Gasteracantha* (familia *Araneidae*) que adornan sus redes con pequeñas borlas; otras, como especies de *Argiope* tejen las ya mencionadas bandas en zigzag, que sirven como estabilizadores. Algunas *Frontinella* (familia *Linyphiidae*) tejen una red en forma de tazón; otras, del género *Linyphia* (de la misma familia) construyen una red con aspecto de cúpula o domo. Especies de la familia *Theridiosomidae* hacen una red en forma de abanico, con tan sólo dos o tres radios, que parten de otro basal.

En general hay mucha variedad entre las familias de arañar tejedoras. Algunas forman tejidos flojos o con radios muy abiertos; en otras, por el contrario, el tejido es muy cerrado o con los hilos muy restirados, etc.

### LA CAZA Y DEFENSA CON TELAS DE ARAÑA

En este apartado profundizaremos en el uso de las telas, tanto para la caza como para la defensa, puesto que son dos estrategias que muy a menudo se unen un mismo tipo de tela.

#### *Tipos de telas implicados en la caza y en la defensa*

Este es el lugar para comentar los otros tres tipos de tela que nos dejamos por describir anteriormente. Quizá el tipo de tela que se utiliza para elaborar los refugios sea aquel tipo de tela que más se diversifica en su función porque, pese a que la función principal de un refugio sea esa, la de refugiar a la araña, este tipo de construcción puede presentar muchas y diversas funciones secundarias. Por ejemplo, las arañas que, además de elaborar refugios, pongan su puesta en forma de ovisacos

pueden utilizar esta estructura como un buen lugar de protección para esta puesta. Un buen ejemplo de este uso del refugio es el que hacen algunas arañas de la familia *Dictynidae*, que construyen refugios en las grietas de rocas y arboles, resguardando aquí la puesta, que permanecerá protegida hasta que se realiza la primera muda. Pero, como he dicho, son tantas las adaptaciones y que aparecen en tantas familias y géneros que el discutir sobre ello podría llevar muchas páginas. En vez de eso, comentaremos el tipo de tubo o refugio que realizan puesto que esto es mucho más específico de familia o incluso género, o especie (esto lo comentaremos posteriormente). Aún así existe mucha variabilidad. El primer de refugio que comentaremos es el más primitivo. Su construcción se realiza mediante la excavación de túneles bajo la tierra. Las arañas con esta pauta comportamental se ayudan de unas proyecciones esclerosadas que tienen en sus quelíceros para una mejor excavación. Estos refugios tubiformes pueden ser cortos o profundos, pueden estar en sentido vertical o tomar una posición horizontal u oblicua. La mayor parte están provistos de una tapa, que embona perfectamente en la abertura, gracias a varias capas de hilo de seda, con las que está recubierta su cara interior; puede abrirse y cerrarse como si tuviera una bisagra, debido a que, en un punto de su contorno, queda unida con hilos al suelo. Todo el interior del tubo está también tapizado con seda. La superficie de seda ofrece también una protección en contra de los cambios bruscos de temperatura. Por fuera, la tapa queda camuflada gracias a la adhesión de hojarasca o tierra. Las arañas que los habitan pueden poseer una buena visión, entonces aguardarán a ver si la presa a la que esperan al acecho pasa, o pueden no tener una buena visión. En este caso, poseen especial desarrollo de todos los mecanorreceptores ya comentados para detectar las vibraciones de su presa. Además de, como acabamos de ver, servir el refugio para el ataque y para la defensa, se puede incrementar su capacidad defensiva mediante la construcción en su paso de cuellos de botella que pueden soterrarse mediante un resorte construido a partir de seda y tierra. Otras arañas, además del cuello de botella, se construyen una salida de emergencia del refugio por si consigue entrar algún depredador. El siguiente tipo de refugio, y que podríamos considerarlo algo más evolucionado es el que se realiza entre las hendiduras de arboles o rocas, e incluso en el suelo, pero aquí se presenta la novedad de que no se excava, solo se aprovechan hendiduras naturales, y además, el refugio casi siempre conecta con una red principal de caza. Así pues este tipo de refugio es básicamente defensivo. Lo podemos encontrar más o menos cercano a la red de caza pero la araña siempre poseerá un par de hilos en su refugio que conectan con la tela de caza y que, mediante la vibración, les permitirá detectar cuando ha caído una presa en ella. Podemos observar variantes de este refugio porque algunas los construyen con vegetación unida por seda y otras realizan un refugio de doble salida. Lo siguiente para lo que pueden utilizar la tela las arañas es envolver a las presas en ella. Esto lo utilizan diversas familias para,

entre otras cosas, inmovilizar y conservar la presa. Los Ulobóridos clibelados son un caso extremo puesto que no poseen glándula del veneno, y por tanto toda su capacidad de inmovilizar a la presa pasa porque haga muy deprisa esta operación. Gracias a que tienen clibelo y calamistro el proceso es rápido. Otras familias como los *Theridiidae*, *Araneidae* y *Linyphiidae* utilizan este mismo sistema una vez han capturado la presa en su red. Por último, como hemos venido comentando a lo largo de todo el trabajo, las telas se usan para la caza. Ya hemos comentado el proceso de elaboración de una tela orbicular, y ya podemos intuir como se va a usar, pero existen múltiples variantes de esta que son tanto o más efectivas. Veremos a continuación algunos de los tipos más llamativos que nos podemos encontrar por el campo.

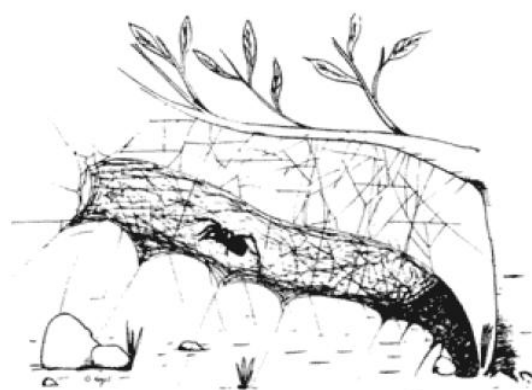


Figura 17. Tela en plataforma y embudo (familia Agelenidae)

La tela en plataforma y embudo es una tela constituida por hilos de seda secos que forman un estrechamiento característico hacia el final de la tela. Este estrechamiento constituye el refugio de la araña. Los insectos de los cuales se alimentan las *Agelenidae* (Fig. 17) no quedan adheridos a la tela puesto que esta no es pegajosa, pero si pueden atorarse, o bien en la plataforma, o bien en el embudo. Si esto sucede la araña nota las vibraciones y sale a su caza, clavándole los quelíceros y llevándose a su refugio para comerlo. (La tela orbicular ya fue comentada anteriormente).

Otro tipo de tela de caza especial podría ser la red de refugio y captura típica de algunas *Steatoda* (familia *Theridiidae*). Estas arañas construyen una red muy enmarañada e irregular, de hilos secos, que sostiene, a su vez, a una plataforma. Toda esta estructura se mantiene firme gracias a varios hilos superiores, inferiores, que llegan al suelo, y laterales, muy tensos, que se van a fijar a las ramas de los vegetales. Estos filamentos tan tensos son muy importantes para la cacería ya que son los hilos "trampa". Están provistos de pequeñas gotitas de material pegajoso. No es raro que alguno de los numerosos insectos que caminan por el suelo se tope con cualquiera de estos hilos y empiece a subir por él. Pronto encontrará alguna de las gotitas pegajosas y quedará adherido a ella. Al forcejear,

el insecto hará que este hilo se rompa o se desprenda de su contacto con el suelo y, como es un hilo que está muy tensionado, saltará como un resorte hacia arriba, enredando más al animal, que quedará colgado de él. Mientras tanto, la araña, que se encuentra descansando en el refugio, suspendida de sus patas, con el dorso hacia abajo, al sentir el tirón del hilo-resorte bajará hasta donde el hilo está suspendido de la plataforma y con ayuda de sus patas comenzará a subirlo, junto con la presa, a la que envolverá rápidamente con una gran cantidad de seda. Estas arañas poseen en el tarso del cuarto par de patas una serie de sedas gruesas aserradas que, a la manera de un peine, sostendrán y peinarán los hilos de seda a medida que salen de las hileras; en este caso no se trata de un calamistro, aunque es algo semejante. Existen casos muy llamativos de caza con telas en especies de distribución tropical. Los casos más llamativos son los del género *Phroncidia* (familia *Theridiidae*, Australia), y los géneros *Dicrostricus* (Australia) y *Mastophora* (familia *Araneidae*, México). Estas especies son conocidas como arañas boleadoras. Esto se debe a que disponen en un fino hilo de seda, una bola cargada de feromonas atrayentes para su especie presa, normalmente esta, suele ser un lepidóptero debido a que las feromonas en ellos, juegan un importante papel en la atracción a largas distancias. La araña, que cuelga este hilo en una de sus patas, lo balancea como si de un lanzamiento de martillo se tratase. De esta forma, la feromona difunde por el aire, atrayendo a sus presas.

**Familias y géneros más representativos y habitación de los mismos.**

En este apartado comentaremos algunas de las especies que poseen los tipos no comentados anteriormente o algunas peculiaridades de familias que ya se han comentado. Los casos son solo una pequeña pincelada de lo que podemos encontrar en la naturaleza. Caso ilustrativo, es por ejemplo, el de la familia *Araneidae* que, pese a que son conocidísimas por sus telas orbiculares, ni mucho menos tenemos que pensar que todas las especies de esta familia elaboran telas orbiculares, y pese a que casi todas construyen refugio, (como se ha resumido en la **tabla 1.**), también hay especies que en su modo de vida no incluyen ningún tipo de refugio.

A continuación explicaremos un poco mejor la tabla resumen. Las familias *Ctenizidae* y *Dipluridae* realizan los refugios con complementos extras de defensa, es decir, lo que hemos comentado en el apartado anterior, para la familia de los ctenízidos, refugios con un resorte de seda y tierra, y para la familia de los diplúridos, los refugios de doble salida. Algunas especies del género *Araneus* hacen, igualmente, un refugio arriba de la red, pero lo construyen con hojas unidas por hilos de seda. Ambas familias pueden usar estos refugios para el acecho y la captura de presas. *Cytophora* elabora una red horizontal, pero que en el centro está conectada por arriba por unos filamentos que se sujetan en el laberinto superior; a veces refuerzan esta pequeña red con pedazos de hojas o de ramas, constituyendo un refugio ideal no sólo para la

araña, sino también para la puesta (familia *Araneida*). Otras especies del género *Clubiona* (familia *Clubionidae*) forman su refugio con una hoja que enrollan y sujetan con sus hilos; este refugio foliar queda conectado al centro de la red y sirve, igualmente, como cámara incubadora. Por su parte algunas *Theridiidae*, sobre el laberinto de su red, construyen un refugio de forma cónica, hecho con hojas y ramas entretrejidas con el hilo de seda; tanto los huevos como la prole quedan protegidos dentro de este refugio desde donde son vigilados por la hembra.

*Tabla 1. Resumen de familias y géneros que utilizan el refugio como lugar de cobijo o de acecho*

FAMILIA	ALGUNOS GÉNEROS	TIPO DE REFUGIO
<i>Araneidae, Ctenizidae, Salticidae</i>	<i>Salticus, Ummidia,</i>	Algunas no construyen refugio
<i>Lycosidae, Ctenizidae, Araneidae</i>	<i>Lycosa,</i>	Refugios subterráneos, Acecho
<i>Dictynidae, Disderidae, Agelenidae, Araneidae</i>	<i>Clubiona</i>	Refugio tubular en grietas. Conectado a la tela
<i>Theridiidae, Araneida</i>	<i>Cytophora, Clubiona Nemusculus, Araneus, Phonognatha, Latrodectus</i>	Refugios en vegetación o de vegetación

*Latrodectus tredecimguttatus*, construye con su seda un refugio tubular que puede estar muy alejado de la red de captura de la araña, pero que siempre quedará comunicado con ella por una serie de hilos muy fuertes y resistentes que se extienden desde el refugio hasta el centro de la red. Este refugio se localiza generalmente en un lugar bien protegido en techos, paredes, tapancos, sótanos, algún rincón oscuro y escondido de las casas, o afuera, entre ranuras de rocas, hendiduras de la corteza de árboles y semejantes.

Hay muchísima variación en el uso de telas. Hay arañas de tamaño reducido, como especies de *Argyrodes* (familia *Theridiidae*) son oportunistas. No tejen redes, ni hacen refugio, sino que viven en las redes grandes de otras arañas, del género *Nephila*, y ahí se alimentan de las presas pequeñas que caen y que la dueña de la red no toma en cuenta para su alimentación, por su pequeño tamaño. Algunas arañas aprovechan las propiedades miméticas para pasar inadvertidas, no sólo para sus depredadores, sino también para sus posibles presas, a las que atraparán por sorpresa. Esto lo realizan algunas especies pequeñas de la familia *Thomisidae*, que adquieren las coloraciones de las flores, donde se resguardan en espera de algún insecto, principalmente abejas o avispas, que al llegar para recolectar el néctar de las flores son atrapadas por estos arácnidos. Ciertas especies de ésta y otras familias (*Gnaphosidae*) toman el aspecto de hormigas y así se acercan a estos insectos para cazarlos también

por sorpresa. Especies por su parte, disimulan su presencia cubriendo todo su cuerpo con partículas de arena, las que se quedan adheridas a sedas especiales. Este sería otro ejemplo de defensa mediante el uso de seda. Arañas con buena visión como las Salticidae, cazan a sus presas acechándolas primero y saltando sobre ellas después. La mayoría de las especies de esta familia suelen vivir entre la vegetación, pero algunas se atreven incluso a convivir con nosotros donde desempeñan una labor muy beneficiosa cazando moscas y los mosquitos. La familia *Scytodidae*, que no comentamos anteriormente, tienen un par de glándulas muy grandes, cuya secreción desemboca a los quelíceros. Esta sustancia la arrojan sobre la presa, que quedará inmovilizada y pegada al sustrato; la araña, entonces, se acercará de inmediato y asegurará su captura envolviéndola con varios hilos.

Existen mil y una formas de caza y defensa con las telas que han evolucionado satisfactoriamente, pero comentarlos todos sería poco menos que imposible. Creemos que con estos ejemplos y las familias nombradas se da un buen espectro de lo que las arañas son capaces de hacer con sus telas y de la flexibilidad adaptativa que poseen a este respecto.

#### **El papel de la seda en la reproducción**

Inducir, por parte de un macho, a que la hembra copule es una misión complicada. Esta es una máxima que se suele funcionar bastante en el mundo animal, pero en este grupo, es si cabe, donde esta expresión se manifiesta más fuertemente. El peligro de que el macho de una araña sea devorado en el proceso de cortejo es muy elevado, sobre todo si se trata de una especie depredadora puesto que el macho, en cuanto a tamaño, no tiene nada que hacer frente a la hembra. Machos de distintos géneros de Araneida han llegado de forma independiente a una serie de adaptaciones destinadas a reducir esta probabilidad de ser atacados por la hembra. En estas estrategias tiene mucho que decir la producción de seda. Ya comentamos anteriormente la morfología del bulbo copulador de los machos, y como gracias a la misma, cargaban el esperma aquí para “inyectarlo”, en el gonoporo de la hembra. El primer paso que ha de dar un macho para intentar copular con la hembra es avisar de su entrada mediante el adecuado “toque” de los filamentos exteriores de la red, o bien aquellos que comuniquen con el refugio en el caso de que la araña fuese de ese tipo. Después de esta fase pueden pasar dos cosas, que la hembra se muestre dispuesta a recibir al macho en su tela, con lo cual el proceso de cortejo continua, o bien que la hembra no esté por la labor y trate al macho como si de una presa se tratara. Este, entonces deberá de huir si no quiere ser devorado. Si el cortejo continua, existen cuatro ejemplos clásicos que podrían ilustrar las posibles situaciones para salvar el posible ataque de la hembra. En algunas especies de Mygalomorfos, los machos recurren a una maniobra bastante peligrosa. Mediante un acercamiento cuidadoso y uno movimiento lentos, el macho engarza, con unos ganchos que posee en su primer par de patas, los quelíce-

ros de la hembra, para que esta no los utilice. Una estrategia similar utiliza el género *Tetragnatha* (familia *Tetragnathidae*). Los machos de la familia *Lycosidae*, por su parte, utilizan una especie de danza realizada con los pedipalpos, consistente en la ondulación alterna de los mismos. En estos apéndices poseen unas coloraciones vistosamente coloreadas expresas para este fin y para que la hembra pueda atisbar el intento de cópula que está realizando el macho. La hembra puede o no responder, pero el macho no se acercará nunca si la hembra no ha respondido. Otro ejemplo clásico sería el de la especie *Pisuarina mirabilis* (familia *Plsauridae*), en la cual el macho ofrece a la hembra, una presa envuelta en seda. Esta sirve de bocado para la hembra, lo cual la entretiene, mientras el macho aprovecha para introducir su bulbo copulador en el gonoporo de la hembra. Finalmente, el último ejemplo clásico, y si cabe, más espectacular, es el que llevan a cabo los machos del género *Xisticus* (familia *Thomsidae*). El macho de estas especies sujeta a la hembra con seda por la parte delantera, donde esta los quelíceros, dejando el opistosoma más o menos libre, para aprovechar que la hembra no puede voltearse ni girar, para realizar la cópula (para un resumen gráfico de todas las estrategias comentadas ver Fig. 18).

#### **Protecciones de otros artrópodos frente a la depredación de estos araneida.**

Hablar de protecciones de otros artrópodos frente a las arañas es hablar de la defensa de los insectos frente a las arañas. Pese a que existan otras arañas que puedan llegar a capturar en sus telas incluso pequeños pájaros, o el caso descubierto recientemente de la araña “vegetariana”, *Bagheera kiplingi*, lo normal es que las arañas capturen insectos. Las principales defensas utilizadas por los insectos se centran en las arañas que no usan grandes estructuras de seda para la caza. Esto se debe a la dificultad que entraña escaparse de una seda con componentes pegajosos. La toxicidad de la hemolinfa y el tegumento es una de las defensas de tipo pasivo que más se usan en contra de las arañas. Los insectos han demostrado una gran capacidad de ingerir plantas con componentes alcaloideos (y que no les afectan), que los acumulan en estas dos estructuras, y al ser intentados devorar por las arañas esta mueren, haciendo la depredación de estos individuos, una estrategia evolutivamente desfavorable. Un ejemplo que podría representar esta afirmación es una constatación hecha por CONNER *et al.* (2000). Comprobó que los machos de la polilla *Cosmosoma myrodora* (superfamilia Noctuidea, familia Arctiidae), adquieran pirrolizidinas (alcaloides) de su alimentación vegetal (Fig. 19). Plantas tales como *Eupatorium capillifolium* le proporcionan esa composición corporal tan elevada en pirrolizinas. Posteriormente el macho descarga filamentos cargados con este alcaloide de unas glándulas abdominales situadas en el tegumento. Estos hilos son adheridos a la parte dorsal del abdomen de la hembra. Esta secreción se ha comprobado que reduce significativamente la depredación de las hembras por parte de la

araña *Nephila clavipes*. Parte de la pirrolizina se transmite a la hembra en líquido seminal y parcialmente se invierte en los huevos, quedando así también “inmunizada” la prole. Otros muchos artrópodos acumulan níquel en su hemolinfa, que se ha demostrado su toxicidad tanto para

depredadores invertebrados, como para depredadores vertebrados, mientras que otros son capaces de desarrollar un tegumento bastante céreo en su estrato más externo para evitar en la medida de lo posible esas sustancias pegajosas que la araña impregna en sus telas.

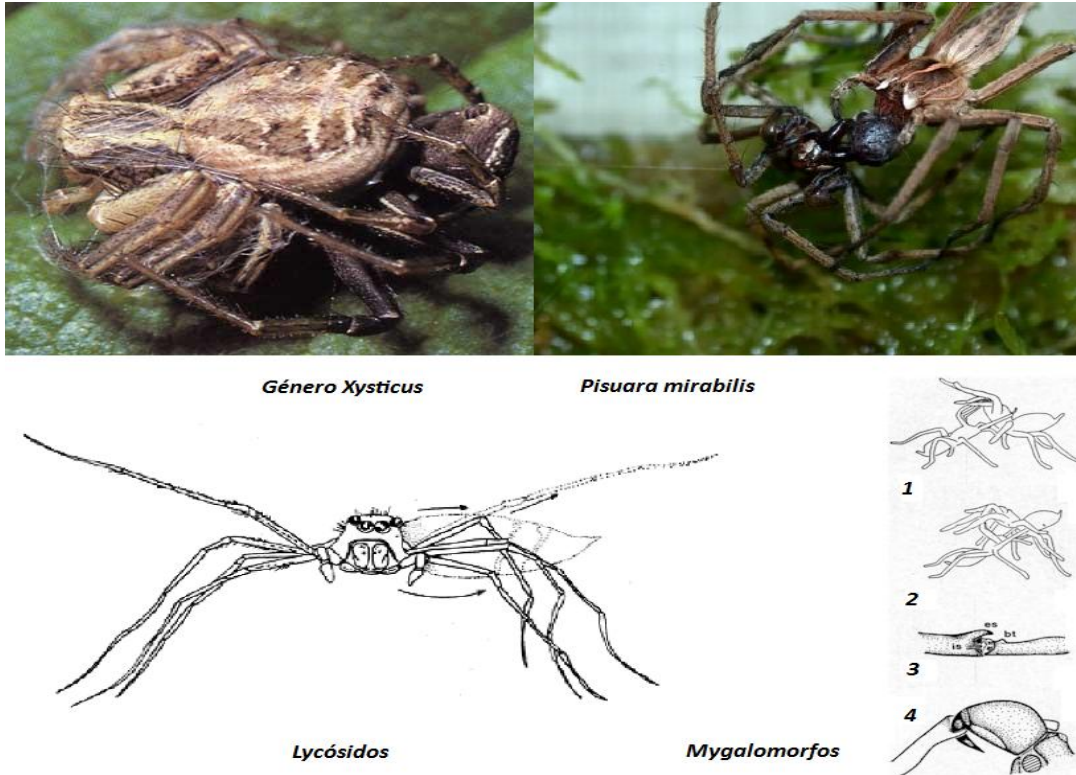


Figura 18. Diferentes estrategias de reproducción en araneidos



Figura 19. (C) Glándulas abdominales del macho de *Cosmosoma myrodora*, (D) secreción de hilos

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcock, J., & Vallespinós, F. (1978). Comportamiento animal: enfoque evolutivo. *Salvat Editores*.
- Alfagame, J. A. B., Ribera, C., & Pons, G. X. (2002). Nuevos datos sobre los Agelénidos de las islas Baleares (Araneae, Agelenidae). *Revista ibérica de aracnología*, (6), 85-90.
- Barrientos, J. A., & Abelló, P. (Eds.). (2004). Curso práctico de entomología (Vol. 41). *Univ. Autònoma de Barcelona*.
- Conner, W. E., Boada, R., Schroeder, F. C., González, A., Meinwald, J., & Eisner, T. (2000). Chemical defense: bestowal of a nuptial alkaloidal garment by a male moth on its mate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(26), 14406-14411.
- De Castro Díaz, L. F. *Nephila clavipes*.
- Hickman, C. P. LS Roberts y A: Larson. 2001. Integrated principles of Zoology.
- Hoffmann, A., & del Carmen Farias, M. (1993). El maravilloso mundo de los arácnidos. *SEP*.
- Higgins, L. E. (2009). Las arañas: cazadoras, tejedoras, visión y seda. *Ciencias*, (023).
- Marshall, A. J., & Williams, W. D. (Eds.). (1985). Zoología. Invertebrados (Vol. 1). *Reverté*.
- Seiden, P. A. (1996). La historia geológica de las arañas (Araneae).
- Ax, P. (2000). Multicellular animals: the phylogenetic system of the Metazoa (Vol. 2). *Springer*.
- Schowalter, T. D. (2006). Insect ecology: an ecosystem approach. *Academic Press*.
- Pujade-Villar, J., Arlandis, J. S., & i Villar, J. P. (2002). Fonaments de zoologia dels artròpodes (Vol. 53). *Universitat de València*.
- Saravanan, D. (2006). Spider silk-structure, properties and spinning. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 5(1), 1-20.
- Shultz, J. W. (2007). A phylogenetic analysis of the arachnid orders based on morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 150(2), 221-265.



---

# Ciencia e Ideología: la teoría científica y sus raíces socioeconómicas y políticas

---

Álvaro G. Molinero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura en Ciencias Biológicas

## RESUMEN

K. Marx y F. Engels se dieron cuenta, ya en 1846, que quien dominaba la economía, dominaba el poder, y quien dominaba el poder, dominaba las ideas. En los últimos años la biología ha sido el terreno para el cultivo de este poder ideológico. La transferencia del neoliberalismo a las disciplinas biológicas entró como cuchillo en mantequilla sobre la genética y al etología, dando lugar a una nueva disciplina: la sociobiología. En este ensayo se intenta resumir cómo la idea de objetividad es una quimera y que, por tanto, hemos de aceptar que todo conocimiento científico es posicionado, aquel que lo dice ser, y aquel que no. El objetivo es realizar una breve demostración de la ideología inserta en Darwin, como origen de una biología ideológica, continuar por la "Teoría Sintética de la Evolución" y terminar en el "Debate Sociobiológico". Se dedicará una parte importante al intento de una biología orgánica como contrarresto a una biología neoliberal. Se comentará brevemente el pensamiento de Kropotkin, Margulis, Jay Gould o Lewontin.

## ABSTRACT

K. Marx and F. Engels, was warned in 1846 this thing: who dominates the economy, dominates the power and who controls the power, dominates ideas. In recent years, biology has been the ground for the cultivation of this ideological power. The transfer of neoliberalism to biological disciplines was easy, especially in genetics and ethology, giving rise to a new discipline: the sociobiology. This paper attempts to summarize a fact: objectivity is a chimera and, therefore, we must accept that all scientific knowledge is subjective. One who claims to be, and who does not. The objective is provide a brief demonstration of the ideology embedded in Darwin, as a source of ideological biology, follow the ideology present in the "Synthetic Theory of Evolution" and end in the "sociobiology discussion". Important part will be devoted to attempted organic biology as a biology neoliberal countered. He briefly discussed the thought of Kropotkin, Margulis, Jay Gould and Lewontin.

## INTRODUCCIÓN

*"Las ideas de la clase dominante son en cada época las ideas dominantes. Es decir, la clase que constituye la fuerza material dominante en la sociedad es, al mismo tiempo, su fuerza intelectual dominante. La clase que tiene los medios de producción material a su disposición tiene al mismo tiempo el control de los medios de producción mental, de modo que, hablando en general, las ideas de aquellos que carecen de los medios de producción mental están sujetos a ella. Las ideas dominantes no son más que la expresión ideal de las relaciones materiales dominantes"* K. Marx y F. Engels en su *"La Ideología Alemana"* (1846, edición de 1970). Este enunciado de mediados del siglo XIX resume perfectamente la relación que a lo largo de la historia ha existido entre la ética, la religión, los intereses económicos o el poder, y la ciencia. Nos invita, además, a plantearnos cuestiones de vital trascendencia para conocer en profundidad los orígenes de una teoría científica, y los hecho que intenta explicar: ¿La ciencia es objetiva?, ¿Tie-

ne algún sentido que lo sea?, ¿El saber es impermeable a la sociedad?, ¿Los científicos son personas completamente diferentes a un simple mortal, y por ello, nos se ven sujetos a la realidad en la que viven ni a la casuística de sus vidas?

## EL CASO DE LA BIOLOGÍA COMO PARADIGMA

La biología nos servirá para intentar contestar a estas preguntas y poder darnos cuenta de que la ciencia, ni mucho menos, emite verdades objetivas que son verdades porque se han analizado todas las posibilidades y porque la hipótesis que se defiende es la que más soportada está por las pruebas, si no que más bien, tal y como ya observaron Marx y Engels, las teorías científicas suelen correlacionarse con la ideología imperante. Antes de comenzar una aclaración: que una teoría científica coincida con los preceptos principales de la ideología dominante, no significa que esta sea falsa (ni viceversa).

En concreto hablaremos de la “Teoría Sintética de la Evolución”. Un poco de historia: La teoría de la evolución, como es conocido por todos, fue enunciada por Charles Darwin, en 1859, en su archiconocida obra *“El origen de las especies por medio de la selección natural...”*. Lo que no es tan conocido es el subtítulo de la obra. Éste continúa de la siguiente forma: *“... o la preservación de las razas preferidas en la lucha por la vida”*. No es difícil de entender que Charles Darwin viera que una determinada raza/clase tuviera una supervivencia diferencial respecto a otra como algo normal, porque así ocurría en su sociedad victoriana (clases sociales) o en las sociedades occidentales con respecto a los aborígenes de muchos países (razas). De hecho, como ya se ha encargado de remarcar el profesor Máximo Sandín en su *“Pensando la evolución, pensando la vida”* publicado en 2006, Charles Darwin, como correspondía a un hombre de su posición y condición (hijo de Robert Darwin, médico y hombre de negocios y casado con Emma, su prima, y poseedora de una gran fortuna) pensaba que en unos miles de años *“las razas humanas civilizadas habrán exterminado y reemplazadas a todas las salvajes”* y, entonces, cuando esto haya ocurrido, *“la laguna será aún más considerable, porque no existirán eslabones intermedios entre la raza humana que prepondera en la civilización, a saber: la raza caucásica y una especie de mono inferior, por ejemplo, el papión; en tanto que en la actualidad la laguna sólo existe entre el negro y el gorila”*. Además como un buen hombre de ciencia aseveraba que la evolución había dado lugar, en lo que se refiere a la de la mujer, a *“características [que] son propias de las razas inferiores, y por tanto corresponden a un estado de cultura pasado y más bajo”* y por ello podemos inferir que *“los hombres están en decidida superioridad sobre las mujeres en muchos aspectos”* y que *“las facultades mentales del hombre estarán por encima de las de la mujer”*. Las obras en las que se basó Charles Darwin para la elaboración de su teoría evolutiva son dos pilares fundamentales del liberalismo económico y del Darwinismo Social: *“Ensayo sobre el principio de población”* de Thomas R. Malthus (1798) y *“La estática Social”* de Herbert Spencer (1950).

¿Quiere decir esto que los principios naturales que Darwin extrajo en su viaje del Beagle sean falsos?, ¿Quiere decir eso que no existe una reproducción diferencial de diferentes individuos en una misma especie? Naturalmente que no. Lo que Darwin descubrió fue un proceso de selección. Uno de tantos. Muchos biólogos, sobre todo paleontólogos, no están en absoluto de acuerdo con la idea de que la selección lenta y progresiva de mutaciones, y su posterior acumulación mediante ese cribado constante de “los más aptos”, da lugar a nuevas especies. Aducen que ese mecanismo no sería responsable de la mayoría de las especiaciones.

Lo que ilustra la historia de Darwin es que científicos como los de su talla se veían influidos por el contexto social que vivían. Darwin emitió esas ideas racistas y sexistas porque vivía en la sociedad en la que vivía, y pensó que el mecanismo universal responsable de la aparición de especies era la “Selección Natural” porque pensó

en términos económicos al evaluar las poblaciones de la especie. Al final de su vida, Darwin terminó claudicando, y acabó incluyendo varios mecanismos evolutivos, a parte de la selección natural. En frente tenía a Alfred Wallace, su “colega” co-descubridor de ese mecanismo, ya August Weismann y su “neodarwinismo” o “panselccionismo”.

Los distintos descubrimientos en paleontología, zoología, botánica, pero sobre todo, en genética, que inundaron los inicios del siglo XX, empujaron a todas las disciplinas biológicas para aunar lo clásico con los nuevos datos, para establecer un nuevo rumbo en la teoría evolutiva que tuviera en cuenta estos descubrimientos. Nombres con la envergadura de R. A. Fisher, William D. Hamilton, Sewall Wright, T. Dobzhansky, J.B.S. Haldane, Ernst Mayr o George G. Simpson (por cierto, todos hombres ¿No quisieron incluir a Ann Haven Morgan?, ¿Por qué?). Esto ocurrió en 1930, y en este nuevo paradigma científico se conjugaron las redescubiertas *Leyes de Mendel*, las matemáticas y el tiempo evolutivo. El principal axioma que regía este paradigma era el siguiente: la mutación es la única fuente de variación, sobre la cual, la selección natural actuará como único mecanismo evolutivo.

Este axioma, aparentemente libre de ideología, ha perdurado hasta nuestros tiempos, con el desarrollo de esta teoría sintética por parte de genetistas venidos a etólogos, como Sewall Wright y su *“coeficiente de parentesco”* (1931) (cálculo de cuanto tenemos en común con un determinado individuo de una especie: si somos gemelos univitelinos nuestro coeficiente es 1, si somos hermanos, nuestro coeficiente es 0,5; este coeficiente se interpreta como una probabilidad de que un determinado gen los compartan dos individuos) o William D. Hamilton y su *“Selección por parentesco”* (1964), y el paradigma se completó con varias obras, entre ellas las polémicas *“Sociobiología”* de Edward O. Wilson (1980) y *“El gen egoísta”* de Richard Dawkins (1976).

¿Inócuo? La mayoría de estos agregados al paradigma incorporan el neoliberalismo a la teoría evolutiva, y repito, esto no debe sorprendernos, es la ideología imperante en el sistema mundo, y por ende, tarde o temprano acaba alcanzado todos los lugares. Las herramientas matemáticas desarrolladas por Hamilton y Wright, sirvieron para que Wilson y Dawkins trasladaran las erróneas ideas de que siempre sobreviven los “más aptos”, de que la norma básica de la naturaleza es “la lucha por la supervivencia” y de que todo ello es aplicable al ser humano, tanto el hecho de que haya personas “más aptas” que otras y, que eso, da por ejemplo, derecho, a cometer las peores barbaridades. Si no me creen, miren sus afirmaciones: *“un código ético basado en el código genético, y por tanto justo, es esperable”* (Edward O. Wilson, 1980), *“somos máquinas de supervivencia; vehículos robot programados ciegame para preservar las moléculas egoístas conocidas como genes”* (Richard Dawkins, 1976), *“trate-mos de enseñar la generosidad y el altruismo, porque nacemos egoístas”* (Richard Dawkins, 1976), *“las donaciones de sangre son un tipo más de comportamiento egoísta mediado por un tercer observador, ante el cual, nos compor-*

*tamos de manera socialmente aceptable para obtener prestigio social* (Richard Alexander, psicólogo neodarwinista, 1974), etc.

Creo que, aunque sea de forma somera, se observa cual es el patrón que actualmente domina la teoría evolutiva: somos seres que nacen egoístas y que están sometidos a una naturaleza despiadada, en la cual solo sobreviven los mejores ¿Cuál es el mejor sistema posible en un mundo como este? Rosseau propuso, para similar problema, su “*contrato social*”, John Locke, el gobierno de los mejor, Adam Smith lo llamó “la mano invisible”. Actualmente lo llamamos neodarwinismo o “Nueva Síntesis”, y todo es producto de una tradición de liberalismo filosófico y económico.

### EL INTENTO DE UNA BIOLOGÍA ORGÁNICA

Pero los siglos XIX y XX no vivieron, precisamente, una hegemonía del capitalismo, si no que han sido los siglos de lucha contra el mismo, de movimiento obrero y de heterodoxia. Consecuentemente también se desarrolló otra interpretación de la realidad evolutiva, que por desgracia, ha sido sepultado por el “pensamiento único”, excepto aquellas ideas asimilables por la ortodoxia.

Comenzaremos por Piotr Kropotkin y su “*Apoyo mútuo*”. Kropotkin escribió este ensayo en 1902. Las palabras más comunes para definir su visión de la evolución que pueden escucharse actualmente, oscilan entre la comedia “falacia”, y la “necedad”, “barbaridad”, o simplemente ignorar sus postulados porque es “anarquista”. ¿Qué decía Kropotkin?: “*si preguntamos a la naturaleza, ¿Quiénes son los más aptos?, ¿son aquellos que se encuentran continuamente enzarzados en guerra mutua, o son aquellos que se sostienen mutuamente?, de inmediato vemos que aquellos animales que adquiere hábitos de ayuda mutua son indudablemente los más aptos. Tienen más probabilidades de sobrevivir y alcanza, en sus clases respectivas. El mayor desarrollo de la inteligencia y organización corporal*”. N.I. Danilevsky, experto en pesquería (no podemos denominarlo ecólogo porque todavía no se había conformado la ciencia) criticó el darwinismo porque éste identificaba una teoría científica con un “*valor nacional británico*”, como lo es la lucha por el beneficio personal, y que contrastaba claramente con los valores colectivistas eslavos (esto lo hizo sobre 1885). Consideraba que el darwinismo era “*una doctrina puramente inglesa basada en la línea de pensamiento que se extendía de Hobbes a Malthus, pasando por Adam Smith*”. Daniel P. Todes, historiador de la ciencia rusa nos da la clave del pensamiento de ambos autores: “*Rusia es un país inmenso, infrapoblado [...] tierra inhóspita, en la que es más probable que la competencia se ejerza entre el organismo y el ambiente que se manifieste entre organismo y organismo en contienda directa y sangrienta. ¿Cómo podría ningún ruso [...] ver el principio de Malthus de la superpoblación como un fundamento de la teoría evolutiva*” (citado por Stephen Jay Gould en “*Kropotkin no era ningún chiflado*”).

Kropotkin no rechazaba la lucha por la supervivencia como un mecanismo evolutivo, si no que aseveraba que no era el más abundante; que por lo menos había que establecer una dicotomía: I) Organismo contra organismo en el caso de recursos limitados, lo cual nos llevaría a la competencia y, II) Organismo contra ambiente, en caso de ambiente rigurosos, lo que llevaría a la cooperación: “*La sociabilidad es una ley de la naturaleza como lo es la lucha mutua*”. ¿Seguimos pensando que la ciencia es sinónimo extracto de objetividad, o más bien nos vamos dando cuenta de que, como en otras disciplinas, la ideología es la materia a partir de la cual se forjan las hipótesis? El tiempo es el único con capacidad para leer, sintetizar y globalizar ideas más allá de ideologías.

Konstantin Merezhkovski, Ivan Emanuel Wallin y Jules Paul Portier, a principios del siglo XX, sentaron las bases para que la genial bióloga, Lynn Margulis, formulara en 1970 la “*Teoría Endosimbiótica*”, por la cual postulaba que el surgimiento de la célula eucariota (el origen del tipo celular más complejo y del cual estamos formados todos los animales y todos los vegetales), se producía por la fusión de dos tipos de células procariotas (bacterias, en sentido amplio) y la cooperación de las mismas para constituir una nueva unidad biológica. Lynn Margulis tuvo que enfrentarse a 2 colosos: la sociedad patriarcal y el paradigma evolutivo presente en 1970 —la “*Teoría Sintética*”, reforzado por la ideología liberal. Margulis decía que la endosimbiosis es “*un potente mecanismo para generar nuevas especies*” ¿Cómo se atreve a cuestionar a la mutación como único fuente de variabilidad? A la comunidad científica del momento le faltó gritar en voz alta: “¡pero si es una mujer!”. Varios años tardó en conseguir que una revista científica publicase su trabajo y no fue hasta la década de los 80’s cuando la comunidad científica comenzó a aceptar este nuevo mecanismo evolutivo. No podían hacer otra cosa: las evidencias de que ese proceso ocurrió eran, ya en ese momento, enormes (por ejemplo, se constató que los ribosomas de nuestras mitocondrias eran de la misma naturaleza que los ribosomas de los procariotas, y distintas a las que encontramos en nuestro citoplasma). Al igual que el capitalismo, la “*nueva síntesis*” es un sistema de ideas enormemente flexible. Tardaron casi 20 años en considerar las ideas de Margulis, pero cuando lo hicieron le dieron la importancia suficiente como para explicar uno de los momentos más importantes en la historia de la evolución —la aparición de la célula eucariota— pero ese mecanismo de endosimbiosis quedaba relegado única y exclusivamente a ese momento. Nunca más se había producido. Cuando Margulis expuso que los cilios y flagelos (estructuras de locomoción presentes, por ejemplo, en paramecios, células reproductivas de algas, etc.) eran en realidad bacterias endosimbióticas, del tipo *espiroqueta*, o que géneros de animales como *Elysa sp.* (un gasterópodo nudibranquio) se habían generado gracias a la endosimbiosis, la reacción del mundo académico fue, poco menos, que tildarla de lunática. Era frecuente salir de sus conferencias y escuchar: “*creo que*

ya se le ha ido de las manos esto de la endosimbiosis. Ya está un poco vieja” (Conferencia dada en Valencia, 2007).

En resumen, actualmente, por lo que respecta a la ortodoxia evolucionista, la endosimbiosis es un proceso único en la historia que sirve para explicar el origen de la célula eucariota (ocurrieron muchas endosimbiosis, no solo una única que diera lugar a todas las células eucariotas. Por ejemplo, muchos tipos algales llegaron a originarse mediante dobles y triples endosimbiosis. No quiero profundizar demasiado en ello porque es complejo, pero esto no hace más que reafirmar la importancia de la endosimbiosis en la evolución), el resto de las especies se ha originado por el mecanismo de lenta y progresiva evolución a partir de una serie de variantes obtenidas por mutación.

Lynn Margulis era protistóloga. Quizá por ello también lo costó hacerse un hueco entre los evolucionistas. Pero no estaba sola en la lucha por conseguir una versión del mundo más plural, y sobre todo, una visión del mundo que no eleve a la categoría de ley natural el “sálvese quien pueda” o “la desigualdad es hija de la libertad” que tanto le gusta al actual presidente del gobierno español. Si dos organismos tan diferentes han cooperado para arreglárselas mejor en un mundo de ambiente tan cambiante, ¿Por qué no invalidar la afirmación de Dawkins de que “nacemos egoístas”? La madre del cordero ésta. Todo mecanismo evolutivo que proponga la cooperación, la selección de un grupo frente al individuo o la existencia del altruismo, es un ataque frontal contra la ideología imperante, y esa teoría científica por tanto a de descartarse, o como mucho, limitar su importancia.

### **La nueva ola contra la “Nuevas Síntesis”**

Stephen Jay Gould y Richard Lewontin fueron, durante los 80's, la punta de lanza de la nueva heterodoxia que surgía en la biología. Su “militancia” surgió frente a la “militancia” de Dawkins y Wilson. La ideología y la ciencia van siempre de la mano, y no hay que quejarse de ello. Hay que saberlo. Stephen Jay Gould, poco antes de fallecer, escribió uno de los más maravillosos libros que, en mi humilde opinión, se hayan escrito en ciencia. Más de 1300 páginas llenas de conocimiento y de heterodoxia... demasiada para la mayoría de los biólogos (también, su gran volumen, hace que el número de lecturas entre los estudiosos de la evolución alcance casi las mismas que “el origen de las especies” de Darwin). Gould en este libro discute la principal alternativa que existe, hoy en día, al “monopolio del egoísmo” detentado por la “Teoría Sintética”. En realidad no es una alternativa, es un supraconjunto, porque la evolución mediante selección natural, a nivel del individuo/genético, y mediada por el egoísmo de la unidad selectiva (individuo/gen), sería solo uno de las formas de generar nuevas especies que tiene la naturaleza, en cambio, la “Teoría Sintética” solo reconoce este mecanismo, y malgasta enormes energías en reducir el resto de formas propuestas por Gould, y otros autores (Elliot Sober y David Sloan Wilson y su recién recuperada

selección de grupo, el propio autor clásico de la selección de grupo, Wynne-Edwards, la selección a niveles superiores al de especie —¿Por qué determinados grupos animales dominan en el registro fósil sobre otros?— defendida por Elisabeth S. Vrba y el propio Gould, la selección a nivel celular propuesta por Leo W. Buss en 1987, etc.).

Lewontin por su parte, fue muy beligerante contra la propensión que la sociobiología (actualmente denominada Ecología del Comportamiento) tiene de vaciar de toda responsabilidad ética el actual sistema económico. Los sociobiólogos y ecólogos del comportamiento insisten en que el ser humano es un animal más y así ha de ser tratado. Faltaría más, pero de ahí a aceptar su recalcitrante y fascista reduccionismo va un trecho. Los sociobiólogos han intentado hallar la explicación de la violación en el ritual de apareamiento compartido por varios grupos de insectos denominado “inseminación traumática” y que consiste en que el macho de una determinada especie inocula, mediante unos apéndices adecuados, el semen a través del abdomen de la hembra, para llegar directamente al receptáculo del semen. Independientemente del calificativo que nos merezca este ritual de apareamiento, comparar sistemas nerviosos “sencillos” con sistemas nerviosos de tubo neural, como son los de los vertebrados, es poco menos que un delito biológico. ¿Qué tiene que ver la no disponibilidad para el apareamiento de la hembra de un insecto con un acto sádico, enfermizo y tan dependiente de la cultura, historia personal y momento histórico, como es la violación? Lewontin, junto con el también biólogo, Steven Rose, y el psicólogo Leon J. Kamin escribieron en 1984, “No está en los genes”, una crítica al intento sociobiológico de establecer como doctrina científica que la inteligencia se hereda y que el ambiente no tiene influencia, que la ideología se hereda, que la personalidad se hereda y que, por tanto, solo podemos quedarnos sentados, mientras que aquellos elegidos por la genética nos gobiernan. Las perlas de los sociobiólogos no acaban ahí. Edward O. Wilson en su “Sociobiología” llegó a afirmar que el dinero es “una cuantificación del altruismo recíproco” o que “la fórmula biológica del territorialismo se traduce fácilmente en los rituales de la propiedad privada”. Eso sí, escucharemos siempre que la teoría evolutiva no está justificando en absoluto la avaricia o nuestro “natural comportamiento egoísta”, pero si puede traducir “fácilmente los rituales de la propiedad privada”.

Brevemente, lo que esta nueva ola evolutiva postula es una “Teoría Multinivel”, donde la selección natural, u otros procesos, como por ejemplo el azar (las grandes extinciones), actuaría a diferentes niveles: gen, célula, individuo, grupo o población, especie y clado. Estos niveles, para ser reconocidos como tal, deberían de cumplir ciertos requisitos que los transformarían en “unidades de selección”. ¿Cuáles son esos requisitos? Pues básicamente los mismos que los considerados para un individuo: que se **reproduzca**, que exista un mecanismo de **herencia**, que exista **variación** de donde elegir y que exista **interacción** con el medio ambiente. Simplemente

lo dejo para pensar ¿Cómo puede reproducirse una especie?, ¿Cómo puede reproducirse un grupo?, ¿Cuáles serán sus sistemas de herencia?

En definitiva: la ciencia no es un oasis libre de ideología. Nadie; ninguna persona puede abstraerse de su contexto social. Un científico acomodado, que nunca haya pasado penurias y que viva en su “palacio de cristal”, educado en la excelencia, en que él es “especial” no nos extrañaría en absoluto que tendiera a defender diferencias innatas de las personas basadas en la herencia de caracteres como la inteligencia. En cambio, una persona que haya vivido su propio desarrollo como persona, cuando nadie daba un duro por él, y su fuerza de voluntad le valió para obtener, con esfuerzo y empeño, su titulación y su conocimiento, no aceptará tan fácilmente ese tipo de explicaciones. Es natural: cada uno viene de donde viene. Lo que no es de recibo es que los defensores de una teoría, que “causalmente” coincide con nuestro sistema de valores imperante, se nieguen en redondo a modificar el paradigma. “En la ciencia la única verdad sagrada, es que no hay verdades sagradas” (Carl Sagan).

### BIBLIOGRAFÍA

- Alexander, R. D. (1974). *The evolution of social behavior. Annual review of ecology and systematics*, 5, 325-383.
- Darwin, C. (2009). *El origen de las especies por medio de la selección natural*. Editorial CSIC-CSIC Press.
- Dawkins, R. (2004). *El gen egoísta* Barcelona: Salvat Editores.
- Gould, S. J. (1992). “Brontosaurus” y la nalga del ministro: reflexiones sobre historia natural. *Crítica*.
- Gould, S. J. (2002). *La estructura de la teoría a de la evolución*. Tusquets editores.
- Hamilton, W. D. (1964). *The genetical evolution of social behaviour. II*. *Journal of theoretical biology*, 7(1), 17-52.
- Kropotkin, P., & Cappelletti, Á. J. (1989). *El apoyo mutuo*. Ediciones Madre Tierra.
- Lewontin, R. C., Rose, S., & Kamin, L. J. (2003). *No está en los genes: racismo, genética e ideología*. *Crítica*.
- Malthus, T. R. (1846). *Ensayo sobre el principio de la población*. Est. Lit. y Tip. de Lucas Gonzalez y Compañía.
- Margulis, L. (1970). *Origin of eukaryotic cells: Evidence and research implications for a theory of the origin and evolution of microbial, plant, and animal cells on the Precambrian earth*. New Haven: Yale University Press.
- Marx, K., & Engels, F. (1970). *The german ideology* (Vol. 1). International Publishers Co.
- Sagan, C., Bergada, D., & Chabas, J. (1984). *El cerebro de Broca*. Grijalbo.
- Sandín, M. (2006). *Pensando la Evolución, Pensando la vida*. Ediciones Crimentales.
- Spencer, H. (1851). *Social statics: Or, the conditions essential to human happiness specified, and the first of them developed*. John Chapman, 142, Strand.
- Summers, K., & Crespi, B. (2013). *Human Social Evolution: The Foundational Works of Richard D. Alexander*. OUP USA.
- Todes, D. P. (1989). *Darwin without Malthus* (pp. 123-142). New York, Oxford: Oxford University Press.
- Wilson, E. O., & Navarro, R. (1980). *Sociobiología: la nueva síntesis*. Editorial Omega.
- Wright, S. (1931). *Evolution in Mendelian populations*. *Genetics*, 16(2), 97.