www.elementos.buap.mx

Meiofauna, un mundo diminuto y frágil

Leonardo **García-Vázquez**
Samuel **Gómez**

El término meiobentos fue acuñado por Mare en 1942 y proviene del griego μείος, meîon, que traducido al español significa "más pequeño", y βένθος, benthos, que significa "fondo marino", e incluía, por ejemplo, copépodos (un tipo de crustácaeo), nemátodos (gusanos no segmentados), y foraminíferos (organismos unicelulares con concha calcárea externa). Actualmente, los términos meiobentos y meiofauna se consideran sinónimos (Giere, 2009) y se usan indistintamente. Los animales de la meiofauna se caracterizan principalmente por su tamaño diminuto, usualmente en un intervalo entre medio milímetro y 0.036 mm. Otras características de la meiofauna son que desarrolla todo su ciclo de vida sobre o entre los granos de sedimento, tiene altas tasas de reproducción, posee tiempos generacionales cortos, y carece de estadios larvarios pelágicos (fases tempranas del desarrollo de algunos organismos marinos como crustáceos, moluscos y peces, en toda la extensión vertical del agua desde la superficie hasta el fondo del mar), por lo que tienen una capacidad de dispersión muy limitada (Bongers y Ferris, 1999; Giere, 2009).

Respecto a la diversidad del grupo, 24 de los 32 phyla (una de las categorías taxonómicas más altas en las que se divide a los seres vivos) que componen al reino Animalia, son o pertenecen exclusivamente a la meiofauna o poseen miembros que forman parte de estas comunidades, y

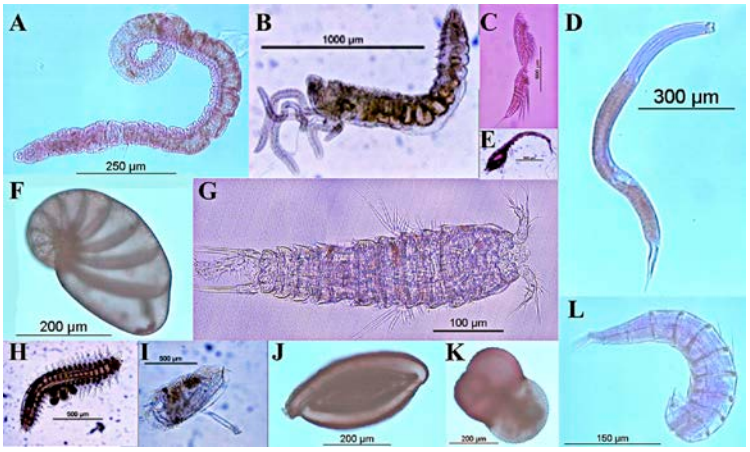

Figura 1. Organismos que forman parte de la meiofauna. A: Oligochaeta; B y H: Polychaeta; C y G: Copepoda; D: Nematoda; E: Tanaidacea; F, J y K: Foraminifera; I: Ostracoda; L: Kinorryncha.

Figura 2. Interacciones de la meiofauna con otros organismos y procesos.

solamente ocho phyla no tienen representantes en la meiofauna (Worsaae *et al*., 2023).

Además de su alta diversidad (Figura 1 y Tabla 1), la meiofauna se caracteriza también por su abundancia (de hasta millones de organismos por metro cuadrado) y por su ubicuidad (se distribuye en prácticamente todos los ecosistemas acuáticos). Así, miembros de la meiofauna pueden estar presentes en ambientes dulceacuícolas (epicontinentales y subterráneos), lagunares-estuarinos; en ambientes marinos, desde los polos hasta los trópicos, y en un alto rango altitudinal, demostrando con ello una gran capacidad adaptativa a las distintas condiciones ambientales.

La meiofauna juega un papel crucial en los ecosistemas acuáticos debido a su posición única y a sus interacciones con otros organismos y procesos dentro del ambiente físico-químico (Figura 2). Aunque se trata de animales con un tamaño diminuto, su influencia en la trama trófica de los ecosistemas es significativa. Se ha demostrado que los grupos que conforman la meiofauna sirven de alimento a organismos más grandes, muchos de ellos de importancia comercial, como bivalvos, crustáceos

Phylum	Subphylum	Clase	Subclase	Orden	Nombre común
Annelida	-	Polichaeta	-	-	Poliquetos
Arthropoda	Crustacea	Malacostraca	Eumalacostraca	Amphipoda	Anfípodos
-	-	-	-	Cumacea	Cumáceos
-	-	-	-	Isopoda	Isópodos
-	-	Hexanauplia	Copepoda	Harpacticoida	Copépodos
-	-	Ostracoda	-	Myodocopida	Ostrácodos
Brachiopoda	-	Craniata	-	Craniida	Conchas lámpara
Bryozoa	-	Stenolaemata	-	Cyclostomatida	Animales musgo
Chaetognatha	-	Sagittoidea	-	Aphragmophora	Gusanos flecha
Cnidaria	Anthozoa	-	-	-	Corales, anémonas, medusas, mixozoos
-	Medusozoa	-	-	-	-
-	Endocnidozoa	-	-	-	-
Cycliophora	Eucycliophora	-	-	Symbiida	Ciclióforos
Entoprocta	-	-	-	Solitaria	Entoproctos
Echinodermata	-	Echinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea	-	-	Erizos, estrellas, ofiuros
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
Gastrotricha	-	-	-	Macrodasyida	Gastrotricos
Gnathostomulida	-	-	-	Bursovaginoidea	Gnatostomúlidos
Hemichordata	-	Enteropneusta	-	-	Hemicordados
Kinorhyncha	-	Cyclorhagida	-	-	Quinorrincos
Loricifera	-	-	-	Nanaloricida	Loricíferos
Micrognathozoa	-	-	-	-	Micrognatozoos
Mollusca	-	Caudofoveata	-	Chaetodermatida	Quetodermos
-	-	Bivalvia	-	Limoida	Bivalvos
Nematoda	-	Adenophorea	-	Desmodorida	Nematodos
Nemertea	-	Hoplonemertea	-	Monostilifera	Nemertinos
Platyhelminthes	-	Rhabditophora	-	Proseriata	Gusanos planos/ planarias
-	-	-	-	-	-
Priapulida	-	-	-	Meiopriapulomorpha	Priapúlidos
Rotifera	-	Monogononta	-	Bdelloidea	Rotíferos
Tardigrada	-	Heterotardigrada	-	Arthrotardigrada	Tardigrados, osos de agua
Urochordata	-	Ascidiacea	-	Enterogona	Tunicados o urocordados
Xenacoelomorpha	-	-	-	-	Xenacelomorfos

Tabla 1. Phyla que conforman la meiofauna (en negritas los que son exclusivos de la meiofauna). Adaptado y modificado de Worsaae *et al*., 2023.

y peces (Coull, 1990). Dentro de las funciones más importantes que desempeña la meiofauna en los ecosistemas bentónicos (áreas del fondo marino que sirven de hábitat para distintos organismos) figuran la bioturbación, es decir, la alteración del sedimento marino, la remineralización de nutrientes y la activación de los ciclos geoquímicos (Bonaglia *et al*., 2014). Sin embargo, la meiofauna también está amenazada por la actividad humana.

La contaminación de los cuerpos de agua tiene un impacto profundo en la diversidad, abundancia y distribución de estas comunidades microscópicas (Osuna-Flores y Riva, 2002). Entre las causas directas de la contaminación se encuentra el crecimiento poblacional y las actividades económicas asociadas con la producción de desechos agrícolas, vertidos industriales y urbanos, y derrames de hidrocarburos.

Figura 3. Consecuencias de las perturbaciones sobre la meiofauna.

¿QUÉ PASA CON LA MEIOFAUNA ANTE LOS DISTURBIOS AMBIENTALES?

Con el paso de los años hemos sido testigos de diversas acciones antropogénicas que se han desarrollado en los océanos, por ejemplo, derrames accidentales de hidrocarburos, vertido de aguas negras y de irrigación, construcción de fábricas en zonas costeras.

La meiofauna responde ante las distintas perturbaciones antropogénicas, y esta respuesta se puede evaluar en términos de su resiliencia, es decir, de la capacidad de una población o ecosistema afectado para renovarse, reorganizarse y persistir (Holling, 1973).

Los efectos pueden ser examinados en el corto plazo al analizar los impactos adversos sobre los organismos de la meiofauna.

En particular, los cambios en la abundancia y la diversidad causados por la contaminación acuática dependen directamente del tipo y concentración de los contaminantes que ingresan al sistema y de las condiciones locales (Figura 3).

Estimar la diversidad es uno de los retos en el estudio de la meiofauna debido a su alta variedad y abundancia. Ello implica mucho tiempo de trabajo bajo el microscopio y requiere de un conocimiento notable de la biología de los invertebrados que componen estas comunidades.

Para enfrentar estas limitaciones, se han inventado recientemente herramientas poderosas de análisis moleculares como el *metabarcoding*. Esta técnica ha permitido cuantificar la diversidad a partir de la identificación de los taxa (clases, órdenes, familias, géneros, especies) presentes en una muestra. Las muestras pueden provenir de cualquier ambiente perturbado, como el aire, el agua, los suelos o los sedimentos marinos.

El *metabarcoding* se basa en la secuenciación de ciertas regiones específicas del ADN o ARN, las cuales actúan como un tipo de "código de barras" específico para cada especie.

Posteriormente, las secuencias obtenidas pueden ser comparadas usando análisis bioinformáticos con bases de datos genéticos para determinar la identidad y abundancia relativa de los taxa en la muestra. Esta metodología ha permitido estudiar grupos taxonómicos difíciles de muestrear y de identificar como copépodos, nemátodos y ácaros.En general, estudios que combinan técnicas clásicas de microscopía y tecnologías de ADN han demostrado la utilidad de la meiofauna para monitorear el impacto del cambio climático y otras actividades antrópicas.

INICIATIVAS QUE INVOLUCRAN A LA MEIOFAUNA EN EL MANTENIMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

1. Fomentar la educación y la conciencia pública sobre la relevancia de la meiofauna y de la fauna acuática en general, para contribuir a su preservación y al cuidado del ambiente. Esto se puede lograr a corto, mediano y largo plazo a través de charlas de divulgación científica, talleres y visitas a los centros de investigación. También es importante la participación de diversos actores sociales, tomadores de decisiones, organismos gubernamentales y empresas privadas cuya presencia y participación son fundamentales para la preservación de la estabilidad y el buen funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

2. Como demostraron los estudios mencionados en líneas anteriores, los monitoreos de manera regular sobre parámetros fisico-químicos como conductividad, pH, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y contenido de materia orgánica, nos brindan información significativa sobre las probables afectaciones al medio acuático, a la salud, al comportamiento y distribución de la meiofauna.

3. Es necesaria la planificación de investigaciones sobre la ecología de la meiofauna y sus interacciones con otros grupos de los ecosistemas acuáticos, como el plancton y la vegetación costera.

4. Controlar la contaminación para reducir los contaminantes que ingresan en los ecosistemas acuáticos y así evitar el impacto sobre los sedimentos donde habita la meiofauna.

5. Evitar en lo posible perturbaciones físicas ejercidas directamente sobre el fondo marino, como dragados o excavaciones que afectan no solo a la meiofauna, sino también a otros organismos del ecosistema bentónico. Ejemplos de este tipo de actividades son la minería submarina, la construcción de plataformas petroleras de extracción fijadas al lecho marino, y el dragado de los fondos para la creación de canales y puertos.

6. Mantener la diversidad biológica del bentos en los ambientes acuáticos, incluyendo a la meiofauna, pues las interacciones entre estas comunidades conforman los fundamentos de la trama trófica y tienen un efecto directo sobre el bienestar humano.

REFERENCIAS

Bonaglia S, Nascimento FJA, Bartoli M, Klawonn I and Brüchert V (2014). Meiofauna increases bacterial denitrification in marine sediments. *Nature Communications* 5:5133.

Bongers T and Ferris H (1999). Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring. *Trends in Ecology & Evolution* 14(6):224-228.

Coull BC (1990). Are members of the meiofauna food for higher trophic levels? *Transactions of the American Microscopical Society* 109 (3):233-246.

Giere O (2009). *Meiobenthology: The microscopic motile fauna of aquatic sediments*. Second Ed., Springer-Verlag, Berlin.

Holling CS (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4:1-23.

Mare MF (1942). A study of a marine benthic community with special reference to the microorganisms. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 25:517-554.

Osuna-Flores I and Riva MC (2002). Organochlorine Pesticide Residue Concentrations in Shrimps, Sediments, and Surface Water from Bay of Ohuira, Topolobampo, Sinaloa, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 68:532-539.

Worsaae K, Vinther J and Sørensen MV (2023). Evolution of Bilateria from a meiofauna perspective –miniaturization in the focus. En Giere, O. y Schratzberger, M. (Eds.) *New horizons in meiobenthos Research*. *Profiles, patterns and potentials*. (pp. 1-31). Springer, Switzerland.

Leonardo García-Vázquez
Samuel Gómez
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México
Unidad Académica Mazatlán
leonvz@ola.icmyl.unam.mx

© **Gabriela Torres Ruiz**. Sin título. Fotografía digital, 2020.