

EL FLYSCH Y SUS PROBLEMAS ⁽¹⁾

por Joaquín Gómez de Llarena

Entre las facies que se distinguen en los sedimentos constituidos en el medio marino, el "flysch" es el que más enigmas encierra respecto a su origen. El signo litológico característico del flysch es estar constituido por una alternancia de estratos duros y blandos, correlativos de la composición litológica, también alternante.

Otro signo distintivo del flysch es la presencia de *pistas*, rastros o huellas del paso de animales, a través de los materiales que forman los estratos, o a lo largo de las superficies inferior y superior de cada uno de ellos.

De esta forma se observan, en ambas caras de los estratos duros, y menos claramente en los blandos, abundantes pistas, pero de distinto aspecto las de la cara superior respecto a las de la cara inferior. La reiterada verificación de este hecho facilita la interpretación tectónica, en las regiones de complicada constitución geológica, comprobando si la posición de los estratos es normal o invertida, mediante el examen de las pistas.

Por otra parte, del estudio de "las pistas" se deducen consecuencias sobre la génesis de las facies flysch y las condiciones ecológicas en las que vivían los organismos productores de tales pistas.

Ha ocurrido con frecuencia, que ciertos fósiles inicialmente descritos como "invertebrados", al ser debidamente interpretados, han pasado a ser simples "pistas" o "huellas" del flysch.

QUATREFAGES, en 1849, describe un gusano "Anélido de gran talla", que encontró en el terreno secundario de San Sebastián, y le da el nombre de *Scolicia* y así figura en los tratados de Paleontología de la segunda mitad del siglo pasado; pero ya, en 1883, Zittel duda de tal interpretación y lleva la *Scolicia* al grupo de los "Problemática" sin entretenerse en más consideraciones. Es necesario llegar a Otenio Abel, quien en 1929, al observar los rastros dejados en las playas del África del Sur, descubre una configuración idéntica a la dejada por el gusano *Scolicia*, pero hecha sencillamente por un gasterópodo, *Bullia*, que al arrastrarse por la arena, deja una pista en donde se ven los "pliegues del

cuerpo", los "tabiques interanulares", el "intestino", que QUATREFAGES describió en su ejemplar de San Sebastián. *Lorenzinia*, del Numulítico de Guefaria y Alicante, que se tenía como la impronta de una medusa, se interpreta ahora como el relleno de las impresiones radiadas producidas por un gusano tubícola cuando asemaaba su cabeza sobre la arena en que vivía. *Chondrites*, antes un alga, es ahora la pista fina y delgada de un gusano, aplastada al consolidarse la plástica arcilla del sedimento en donde vivía. *Cruziana* y formas afines, tan características todas de las cuarcitas del Paleozoico inferior, en un tiempo consideradas como algas fósiles, son probablemente, en gran parte, los rastros de los Trilobites.

Quedan aun, no obstante, pistas fósiles que deben seguir en el grupo de los "Problemática", como ocurre con *Palaeodictyon*, *Zoophycos*, y otros, que no han recibido hasta ahora una acertada interpretación.

Es evidente, que los nombres que reciben estos fósiles no pueden ajustarse a las normas rígidas de la nomenclatura zoológica; y cuando no se tiene en cuenta esta circunstancia, fácilmente se llega a una proliferación de nombres y sinonimias innecesarias. Era pues conveniente reunir en un cuadro sinóptico la mayor cantidad de datos gráficos para facilitar la mejor indentificación de las pistas halladas en el flysch. Esta es una de las razones que me indujeron a publicar en español el "Cuadro sinóptico de asociaciones ienológicas" realizado por Adolfo SEILACHER, publicado el año 1955, que comprende la mayor parte de las pistas conocidas a partir del Cámbrico. Son seis las grandes series extratigráficas consideradas: Cámbrico inferior de la "Saltrange" (Cadena de la Sal) del Pakistán; capas de Nereites del Ordovícico al Devónico de Portugal; "areniscas de carrizos" del Trías superior continental de Württemberg; areniscas del Lías y Dogger de Suabia; flysch cretácico-terciario de Europa y molasa marina de Suiza. Se distin-

(1) Véase el resumen de las obras de SEILACHER publicado por J. G. DE LLARENA en *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, núm. 72 (1963).

guen: *Huellas de reposo, pistas de reptación, rastros de pacerura o apacentamiento, galerías de nutrición y viviendas*, hasta un total de 98 pistas que figuran en el cuadro.

Faltan sin embargo en este cuadro algunas importantes, sobre todo las *Cruziana*, que más adelante serán objeto de otra publicación. Varios de los ejemplos del flysch cretácico-numulítico se han tomado de las publicaciones del autor de estas líneas.

En otra de sus obras Seilacher establece las diferencias y afinidades entre la *molasa* y el *flysch*. Aquella es típica de las regiones perialpíneas; el *flysch* alcanza una extensión mucho mayor, en regiones alejadas de los Alpes. Una distinción ya clásica, entre el *flysch* y la *molasa*, señalada por los geólogos alpinos, es que el *flysch* es *sinorogénico* y alcanza su máximo desarrollo durante la fase principal del plegamiento, mientras que la *molasa* es *postorogénica* y se ha formado al levantarse en bloque la cadena montañosa.

Lo mismo en una que en otra de estas *facies* se establecen divisiones, *subfacies*, según aspectos genéticos distintos: *tectofacies*, *litofacies*, *biofacies*. En cada una de estas subfacies, se reconoce una marcada diferencia entre *flysch* y *molasa*.

Al considerar las "icnofacies" y las "icnocenosis" o asociaciones de pistas fósiles, describe gráficamente, los aspectos icnológicos del *flysch* y de la *molasa*, reuniendo las pistas en los cinco grupos anteriormente indicados.

La comparación de todos estos aspectos icnológicos, estudiados en el Cámbrico, en el Ordoviciense, en el Jurásico, en el flysch cretácico-eoceno y en la molasa de distintas regiones, pone de manifiesto la constancia de condiciones bióticas desde las más remotas épocas sedimentarias, aunque la proporción en que entran cada uno de los grupos distinguidos varían de uno a otro de los períodos considerados.

La relación entre los icnofósiles y los sedimentos que los contienen, hace ver que los estratos de materiales duros psamíticos, son mucho más abundantes en ellos que los de materiales blandos, pelíticos. Las pistas más características son las de la cara inferior de los estratos duros, es decir, las que se presentan en "hiporrelieve".

Hemos de señalar la especial importancia que tienen las observaciones de SEILACHER en la interpretación de las pistas que, formadas

por hiporrelieves, se conservan en la cara inferior de los estratos de arenisca en contacto con la cara superior del estrato pelítico inferior: según este autor, los organismos generadores de tales pistas no vivían sobre la superficie de los materiales fangosos, como hasta ahora se suponía, sino en la arena que descansaba sobre aquellos, excavando galerías en busca de las materias orgánicas acumuladas sobre la superficie del fango subyacente.

En efecto, en la secuencia binaria constituida por un estrato de arenisca superpuesto a otro de arcilla pizarrosa, las pistas se acumulan en el contacto entre ambos estratos y, se comprueba que los hiporrelieves son, en su gran mayoría, los moldes de los huecos conservados en la superficie de separación entre la arena y el fango o lodo subyacente, aún sin consolidar, rico en materia orgánica.

Los animales descenderían hasta llegar al contacto con la delgada película alimenticia, recorriéndola de un extremo a otro y creando así pistas, de aspectos correspondientes a su peculiar constitución orgánica y a su modo de moverse en esta zona de contacto entre dos sedimentos de distinta naturaleza. En los sedimentos pelíticos, las pistas más frecuentes, son las galerías de alimentación que atraviesan el estrato, y que con frecuencia conservan las deyecciones de los organismos tubícolas en forma de "píldoras de excrementos", como ocurre en *Tomaculum* del Ordoviciense.

Confirmando las observaciones de autores anteriores, SEILACHER comprueba que las icnocenosis del flysch cretácico se diferencian apenas de las terciarias. En España, según, puede verse en la costa guipuzcoana, la identidad es casi completa (LLARENA, 1947, 1954). Asimismo, se verifica la ley geográfica de la ubicuidad de las pistas del flysch, habiendo encontrado las mismas icnocenosis en todas las regiones estudiadas.

* * *

Un capítulo de especial importancia es el que dedica SEILACHER a la génesis de la facies flysch, analizando las distintas hipótesis expuestas: asimilable al *manglar* actual; sedimento constituido por la *vibración del fondo* marino; depósito acumulado por las *corrientes de turbiedad*. La comparación del flysch con un *manglar* actual, muestra un carácter completamente distinto, entre uno y otro de los medios ecológicos en que se

an constituido; la *vibración del fondo* mano, tal como la imaginan sus partidarios, o es compatible con el carácter de la fauna el flysch. Las *turbiditas* tienen a su favor, según SEILACHER, varias circunstancias petrográficas: la sedimentación graduada, la estructura en "bola de nieve" tan frecuente en ellas, y los deslizamientos. Las *corrientes de turbiedad* pueden llevar consigo un material arenoso, ligero y rico en materia orgánica de la que se alimenta la fauna bentónica.

Al considerar las relaciones que existen entre las pistas y la profundidad en que se encuentran en los sedimentos actuales, el autor se decide a suponer que el flysch ha debido formarse, no como hasta ahora se admitía, en la región nerítica, sino en los fondos abisales.

* * *

La tercera de las obras de SEILACHER "*Estudios paleontológicos sobre la sedimentación, erosión de las turbiditas*" contiene ideas que significan un cambio fundamental respecto a varias hipótesis sobre la manera de formarse las pistas de la cara inferior de los estratos. Las observaciones realizadas en la costa guipuzcoana, acompañado en parte por el Dr. E. TEN HAAFF y por el autor de esta reseña, le han permitido obtener importantes resultados sobre la profundidad que alcanzan las galerías excavadas en la arena por organismos psamófilos.

Al comprobar que las pistas de la cara inferior de las capas de arenisca, sólo se encuentran en las de un determinado espesor, característico de cada una de las especies de animales cavadores, el autor presenta las siguientes hipótesis: a) todas las areniscas o psamitas del flysch son "turbiditas" (es decir, areniscas depositadas instantáneamente por una corriente de turbiedad); b) las pistas de la cara inferior de las areniscas han sido moladas después de haberse depositado éstas.

Ya en trabajos anteriores demostraba que las pistas creadas en el contacto entre el estrato pelítico (inferior) y el psamítico (superior) no son superficiales, sino que se reconocen que, muchas de ellas, han atravesado la arenisca desde arriba y se han detenido al llegar a la superficie del estrato pelítico, rica en materias orgánicas, que ha sido luego recorrida por los animales cavadores (gusanos, sobre todo) que las han hecho.

SEILACHER comprueba que los lechos de

arenisca más delgados son los más ricos en pistas. Entre las pistas determinadas establece dos grupos: "presedimentarias" (*Chondrites*, *Lorenzinita*, *Palaeodictyon*, *Scolicia*, *Ceratophycus*) y "postsedimentarias" (*Granularia*, *Fucusopsis*, *Phycosiphon*, *Neonereites*). Se ha visto que ninguno de estos últimos tipos se encuentra en capas o estratos que pasen de un determinado espesor. *Neonereites* es el que alcanza menor profundidad ya que se detiene a los seis centímetros; el que más hondo penetra es *Granularia*, que llega hasta los cuatro metros. Sin embargo, otras especies, se ha visto que no siguen regla alguna respecto al espesor de los estratos, conclusión importante que hace pensar en otros factores, que están aún por investigar.

Las "pistas presedimentarias" (*Chondrites*, *Lorenzinita*, *Palaeodictyon*, etc.) se han constituido, según supone SEILACHER, antes de sedimentarse la corriente de turbiedad y durante su depósito. A la corriente de turbiedad, le atribuye un papel abrasivo, mediante el cual el estrato pelítico es demolido, y así quedan descubiertas las pistas creadas en su masa por los organismos vivientes "endopelíticos". Estos organismos, en contra de lo que hasta ahora se pensaba, predominan sobre los "endopsamíticos".

La facies flysch se encuentra en los más remotos terrenos sedimentarios, con formas idénticas a las del cretácico-numulítico, pero en número mucho menor: en el Cámbrico se reconoce *Oldhamia*; en el Cretácico-Numulítico se registran más de cincuenta pistas diferentes.

SEILACHER tiende a considerar el flysch como constituido a gran profundidad, condición base de la hipótesis de las corrientes de turbiedad, pero reconoce la realidad de las observaciones hechas en el flysch catalán, en donde los estratos típicos de esta facies contienen bien caracterizadas las huellas impresas en la arena por el paso de aves pequeñas lo mismo que los ripplemarks sobre los que andarían al borde del mar del Eoceno.

Este de la profundidad en donde se forma el flysch, es todavía un problema sin resolver; aun contando con el creciente aumento de fotografías de los fondos marinos, no se obtienen pruebas convincentes de las corrientes de turbiedad, y es aún prematuro el tratar de resolver tal cuestión, cualquiera que sea la hipótesis por la que se guíen los investigadores.

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL REFERENTE AL FLYSCH GUIPUZCOANO:

AZPEITIA, F.: Datos para el estudio paleontológico del flysch de la costa cantábrica y de algunos otros puntos de España: *Bol. Inst. Geol. y Minero de España*, Madrid. Año 1932.

KINDELÁN, V.: Nota sobre el Cretáceo y el Eoceno de Guipúzcoa. *Bol. Inst. Geol. y Minero de España*, Madrid. 1919.

GÓMEZ DE LLARENA, J.: Revisión de algunos datos paleontológicos del flysch cretáceo y numulítico de Guipúzcoa. *Notas y Co-*

municaciones del Inst. Geol. y Minero de España. Núm. 15. Madrid. 1946.

GÓMEZ DE LLARENA, J.: Datos paleoicnológicos. N. y C. *Inst. Geol. y Min. de España*. Núm. 19. Madrid. 1949.

GÓMEZ DE LLARENA, J.: Observaciones geológicas en el flysch cretáceo-numulítico de Guipúzcoa. *Inst. "Lucas Mallada". C.S.I.C. Monografías*. Núm. 13. (1954) y núm. 15. Madrid. 1956.

"FOSSILIA"

Nueva Revista de la Cátedra de Paleontología de la Universidad de Barcelona

Nos es sumamente grato dar la más cordial bienvenida a esta nueva publicación de la Cátedra de Paleontología de Barcelona que, en cierto modo, viene a ser un equivalente de nuestra "COL-PA", realizada bajo la dirección de nuestro entrañable amigo y colega al Prof. Miguel Crusafont Pairó.

Recoge la nueva Revista las diversas actividades docentes y de investigación llevadas a cabo por el equipo de colaboradores del Prof. Crusafont en la Cátedra de Paleontología de Barcelona, y asimismo, las actividades desplegadas en la Sección de Paleontología de Barcelona-Sabadell del Instituto "Lucas Mallada" (C. S. I. C.), también dirigida por el Prof. Crusafont.

La colaboración más importante que aparece en este primer número de "Fossilia", se debe al Prof. Crusafont, y lleva por título "Notas paleovertebrologías", donde se da cuenta de numerosos hallazgos, principalmente de mamíferos fósiles, realizados en colaboración con los componentes del equipo de la Cátedra y de otras Universidades, especialmente de La Sorbona, Montpelier, Lyon, Utrecht y Bristol, y con los Museos de Historia Natural de París y de Basilea.

Una de las novedades de mayor interés, lo constituye el hallazgo del primer mamífero

fósil del Cretáceo español, un insectívoro procedente del Wealdense de Galve (Teruel). Tienen especial interés los hallazgos de Prosimios en el Eoceno prepirenaico, tanto español como francés, que presentan faunas análogas. Además se han explorado nuevos yacimientos del tránsito Eoceno-Oligoceno de la Cuenca del Ebro (Bagués).

En el Mioceno, los nuevos hallazgos se han multiplicado en la Cuenca del Vallés-Penedés, en diversos yacimientos y niveles, siendo del mayor interés los hallazgos de Póngidos en Can Ponsic y Can Llobateras, donde se realizan excavaciones con la colaboración del Dr. Hürzeler.

Otras colaboraciones que aparecen en este número de "Fossilia", son: "Avance sobre el estudio de la variabilidad individual en los distintos estadios de crecimiento", por M. de Renzi de la Fuente, y diversas noticias y actividades en relación con la Cátedra de Paleontología y la Sección del Museo de Sabadell.

Aguramos a esta nueva Revista un gran éxito entre nuestras publicaciones científicas, y un próspero porvenir.

B. Meléndez

Coloquios más importantes tenidos en el segundo trimestre 1964-65

Ana María PASCUAL CARDENAL: "La Colección Paleontológica del Museo Botet (Valencia)".

José Luis QUINTANILLA: "Aparición y desarrollo de órganos: El Arco Mandibular".

Javier GAGO, S. J.: "Aparición y desarrollo de extremidades pares en los Vertebrados: el quiridio".

Enrique CERDÁ OLMEDO: "Genética y Paleontología".

José GONZÁLEZ y GONZÁLEZ: "Paleontología Española en el siglo XX".

José GONZÁLEZ y GONZÁLEZ: "Aportaciones paleontológicas en los Congresos Geológicos Internacionales de Londres, Argel, México y Copenhague".