

Las huellas de la vida: ¿Por qué son importantes los icnofósiles marinos?

Rosalía Guerrero Arenas* & Pedro García Barrera**

La interacción que los organismos y el medio sedimentario han mantenido a lo largo del tiempo está evidenciada en el registro fósil; muchos sedimentos están modificados por las actividades que en ellos realizan los organismos, mientras que estos últimos están condicionados por las características del sustrato en el que habitan. Esta importante relación organismo-sustrato ha quedado registrada por rastros observables en rocas y sedimentos, conociéndose estas estructuras como icnitas; si éstas tienen una edad superior a los diez mil años de antigüedad, se distinguen con el nombre de icnofósiles o fósiles traza. En este artículo nos referiremos a los icnofósiles exclusivamente, enfocándonos finalmente en los de origen marino.

Una breve introducción

Los icnofósiles son resultado de una actividad específica del organismo, como la alimentación o el forrajeo. Si uno observa a un organismo desplazarse en el fondo marino, es seguro que a su paso deje huellas o pistas; por ello, son ejemplos de estas estructuras los túneles y madrigueras (las cuales evidenciarían la actividad de “vivienda” y “locomoción”) o las pisadas (relacionadas con la actividad de “desplazamiento”), aunque también hay autores que incluyen los “pellets” fecales, pseudoheces y coprolitos en este grupo (Figs. 1 y 2). Dependiendo del grado de

conservación, los icnofósiles pueden relacionarse de manera directa con las partes morfológicas de los organismos que las produjeron; sin embargo, esto no es tan fácil, ya que muchas veces un organismo puede producir diferentes fósiles traza, o de manera inversa, un solo tipo de rastro puede ser producido por distintos animales; otro problema es que la morfología que presenta un icnofósil depende de varias condiciones, tales como el tipo de sustrato y la mecánica de preservación.



Figura 1. Túneles formados por organismos vermiformes en Punta Colorada, Puerto Escondido. La edad de estos icnofósiles es de 2 a 3 millones de años (Pleistoceno). (Autor de la fotografía: Rosalía Guerrero Arenas).

A pesar de estas limitantes, los icnofósiles proporcionan información de aquella parte de

*Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Ciudad Universitaria, Puerto Escondido, Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México, 71980. Tel. (954) 588-3365.

Correo electrónico: rosaliaga@zicatel.umar.mx

**Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Museo de Paleontología, México, D.F., 04510. Tel. (55) 562-24952. Correo electrónico: pgb@hp.fciencias.unam.mx

la comunidad que no es preservada generalmente como fósil, es decir, de organismos de cuerpo blando que carecen de partes duras para fosilizar y de aquellos que las tienen y que por diversas razones no se preservaron. De hecho, los estudios sobre icnofósiles han aportado importantes datos para descifrar parte de la historia de la Tierra y de la vida antigua en nuestro planeta.



Figura 1. Túneles formados por organismos vermiformes en Punta Colorada, Puerto Escondido. La edad de estos icnofósiles es de 2 a 3 millones de años (Pleistoceno). (Autor de la fotografía: Rosalía Guerrero Arenas).

comportamiento específico, por lo que podemos interpretar los rastros que existan en una secuencia sedimentaria para determinar las condiciones ambientales en que se depositó.

El primero científico que introdujo este tipo de estudios fue Adolf Seilacher, quien comparó agrupamientos de rastros modernos con icnofósiles, demostrando que son recurrentes por depositarse en condiciones ambientales similares. A partir de esta observación introdujo el término “icnofacies” para referirse a aquellos conjuntos de icnotaxones determinados que suelen repetirse y que tienen implicaciones paleoambientales; posteriormente, se ha demostrado que las icnofacies son recurrentes en tiempo y espacio, y que reflejan directamente las condiciones ambientales como batimetría, salinidad y características del sustrato; a partir de ello se han hecho o construido diferentes modelos (Fig. 3) para investigar las huellas de la actividad de los organismos que vivieron hace millones de años (Bromley 1996).

Hoy en día, uno de tales modelos reconoce nueve icnofacies, cada una caracterizada por el icnofósil más abundante, y relacionada directamente con un ambiente definido; con respecto al medio marino, un ejemplo es la icnofacies *Glossifungites*, la cual se relaciona con superficies marinas litorales y sublitorales, con sustratos firmes pero sin litificar, como fangos deshidratados; son áreas con una energía moderada y protegidas, o áreas con una alta energía en donde los sedimentos ofrecen resistencia a la erosión; los icnotaxa característicos son *Glossifungites saxicava*, *Spongeliomorpha* spp. y *Thalassinoides paradoxa* (Bromley 1996).

Aunque el modelo de las icnofacies se adoptó rápidamente por su simplicidad y elegancia, diversas investigaciones han identificado puntos débiles en éste, ya que no puede aplicarse en todos los casos de estudio. Sin embargo, se utilizan ampliamente ya que la información que otorgan ha demostrado ser valiosa en distintas localidades alrededor del mundo.

¿Para qué sirven los icnofósiles marinos?

Los icnofósiles se han utilizado con éxito como indicadores paleoambientales, sobre todo en ambientes de origen marino. Partiendo del principio del actualismo, sabemos que las preferencias de los organismos modernos por las condiciones ambientales en las que viven pueden haber quedado evidenciadas en el registro fósil; por otro lado, también es conocido que ciertas condiciones específicas ambientales, como la salinidad, el oxígeno o tipo de sustrato, condicionan un

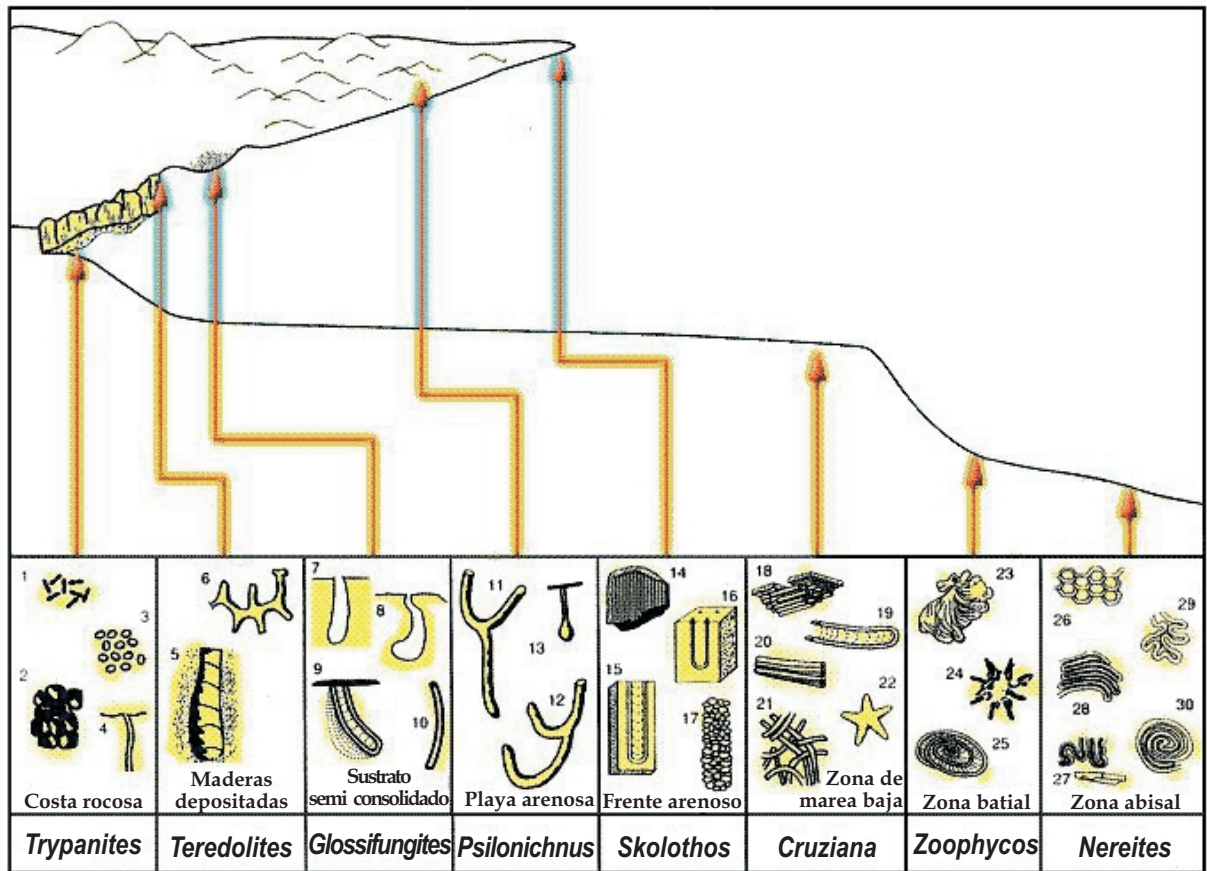


Figura 3. Ejemplificación de uno de los modelos de icnofacies pertenecientes a ambientes marinos, así como algunos de los icnofósiles característicos de éstas. 1) *Caulotrepsis*; 2) *Entobia*; 3) raspaduras originadas por equinodermos; 4) *Trypanites*; 5) *Teredolites*; 6) *Thalassinoides*; 7 y 8) *Gastrochaenolites*; 9) *Diplocaterion*; 10) *Skolithos*; 11 y 12) *Psilonichnus*; 13) *Macanopsis*; 14) *Skolithos*; 15) *Diplocaterion*; 16) *Arenicolites*; 17) *Ophiomorpha*; 18) *Phycodes*; 19) *Rhizocorallium*; 20) *Teichnus*; 21) *Planolites*; 22) *Asteriacites*; 23) *Zoophycos*; 24) *Lorenziana*; 25) *Zoophycos*; 26) *Paleodycton*; 27) *Taphrhelminthopsis*; 28) *Helminthoidea*; 29) *Cosmorhaphé*; 30) *Spirorhaphé*. (Esquema modificado de <http://research.eas.ualberta.ca/ichnology/>).

La investigación en México

Como es el caso de muchas disciplinas científicas, las investigaciones enfocadas a icnofósiles en nuestro país son escasas; a pesar de que en nuestro país existen numerosas localidades fosilíferas, el estudio de los icnofósiles no ha recibido mucha atención. Una de las primeras referencias es la de Contreras (1979), quien describe los icnofósiles del Miembro Chicontepec Inferior de la Formación Chicontepec, Puebla, y deduce que la icnocenosis fue formada a una profundidad batial o abisal, bajo condiciones oxigenadas.

En 1990, Sour Tovar y Quiroz Barroso

realizan un compendio sobre las localidades conocidas hasta ese momento con icnofósiles de origen marino: dos de ellas se ubican en Ixtaltepec, Oaxaca, con edades del Cámbrico-Ordovícico y del Carbonífero Inferior, respectivamente; otra más se encuentra en Tecalli, Puebla, con una edad del Cretácico Superior. Posteriormente, Vega-León (1996) describe los icnofósiles de Gabriel Esquinca, Chiapas, identificando 16 icnogéneros, la mayoría pertenecientes a profundidades batiales o abisales.

En 2004, Guerrero-Arenas identificó nueve tipos distintos de icnofósiles pertenecientes al Miembro Medio de la

Formación Tlayúa, los cuales sugieren el establecimiento de una comunidad béntica al menos en ciertos periodos de tiempo, en un depósito cuyo ambiente se había considerado tradicionalmente como inhóspito para el asentamiento de animales bénticos. El siguiente año, Huitrón-Rubio estudió icnofósiles marinos correspondientes a las actividades de alimentación y habitación, los cuales pertenecen a un paleoambiente de baja energía y poco profundo dentro de una plataforma terrígena. Cabe señalar que otros trabajos, aunque no se enfocan exclusivamente a los icnofósiles, sí utilizan la información derivada del estudio de las icnofacies de la zona, en conjunto con datos geológicos y paleontológicos.

Como conclusión, podemos señalar que el estudio de estas estructuras otorgaría, sin duda alguna, información importante para establecer elementos valiosos en la reconstrucción geológica de nuestro país, en diversos aspectos de la historia evolutiva del

comportamiento de los organismos y, por supuesto, en el reconocimiento de ambientes sedimentarios antiguos donde se pudieron haber formado recursos naturales explotables, por lo que es importante impulsar y no dejar de lado este campo de estudio.

Referencias

- Bromley, R.G. 1996. Trace fossils: Biology, taphonomy and applications. Chapman & Hall, Reino Unido, 361 pp.
- Contreras, B.A.D. 1979. Contribución al conocimiento de los icnofósiles del Miembro Chicontepec, estado de Puebla. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 73 pp.
- Doyle, P. & F.M.D. Lowry. 1996. Understanding fossils: an introduction to Invertebrate Palaeontology. John Wiley & Sons, Inglaterra, 409 pp.
- Fedonkin, M.A. 1994. Vendian body fossils and trace fossils. Pp: 539-550 In Bengtson, S. (ed.). Early life on

Cuadro 1.

¿Qué nos cuentan los icnofósiles?

La información derivada de los icnofósiles se utiliza principalmente en estudios de evolución y de morfología funcional. Con respecto a los primeros, la paleoicnología otorga información valiosa sobre la evolución de los ecosistemas bénticos y la historia de la colonización del suelo marino (Fedonkin 1994). Hoy sabemos que el primer indicio de metazoarios en la Tierra no fue a partir del hallazgo de un fósil, sino de rastros simples interpretados como resultado de conductas de estos organismos. Los icnofósiles tienen un registro muy amplio, en depósitos del Vendiano (680-570 millones de años) existen rastros que evidencian alimentación, forrajeo y locomoción. También es importante señalar que gracias a ellos, se ha determinado el límite entre el Cámbrico y el Precámbrico, ya que se encuentran asociados con la primera colonización infaunal en el registro fósil.

En las investigaciones enfocadas a la morfología corporal, se han estudiado sobre todo los rastros dejados por locomoción; por ejemplo, en estudios etológicos de invertebrados, se ha encontrado que rastros identificados como *Cruziana*, *Protichnites* o *Rusophycus*, son producidos por trilobites y corresponden a diferentes actividades de estos animales (Doyle & Lowry 1996). Uno de los inconvenientes más frecuentes en este tipo de estudios es que a veces no es fácil encontrar los organismos que producen un determinado tipo de rastro, debido a que carecemos de un análogo moderno; a pesar de esta limitante, el estudio con icnofósiles de invertebrados asegura que mucha información sobre la vida en el pasado pueda conocerse a través de su estudio.

Earth. Nobel Symposium No. 84, Columbia U.P., Nueva York.

Guerrero-Arenas, R. 2004. Icnofósiles de invertebrados en la formación Tlayúa en Tepexi de Rodríguez, Puebla, México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México.

Huitrón Rubio, T. 2005. Icnofósiles de la Formación Puerto Blanco, Cámbrico Temprano del área de Caborca-Pitiquito, Sonora. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.

Sour Tovar, F. & S. Quiroz Barroso. 1990. Siguiendo la huella. Rev. Información Cient. Tecnol. 12(171): 27-32.

Vega-León, J.A. 1996. Icnofósiles terciarios del área de Gabriel Esquinca, Chiapas, y su significado paleoecológico. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 56 pp.

El amanecer del Amazonas

Juan Manuel Domínguez Licona*

Desperté sobresaltado entre la humedad del rocío con una sensación de tener erizada la piel que envolvía mi rostro, brazos y piernas; me vi cubierto con ropas de fraile; ¡de pronto!, me llamaron Fray Gaspar de Carvajal; era el grito del capitán Francisco Orellana (Fig. 1), giré con velocidad mi encorvado cuerpo y vi a mis acompañantes vestidos con armaduras españolas, hombres veteranos, fuertes, barbados que no dejaban de insultarse y quejarse del largo trecho caminado.

Iniciamos el extenuante recorrido en Guayaquil y en la Provincia del Motín nos unimos a Gonzalo Pizarro. Caminamos horas extenuados cerca del indomable río donde había algunas diminutas poblaciones, por esta infortunada situación Pizarro decidió fabricar un barco; Orellana logró conseguir clavos viejos, algo de madera dura, y así se construyó una modesta embarcación. Entre más nos adentrábamos en la selva, se acababan los



Figura 1. Capitán Francisco de Orellana. (Fuente: <http://www.s8int.com/images2/amazon4.jpg>).

*Autor principal. Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca, México, 71980. Tel. (954) 588-3365. Correo electrónico licona@huatulco.umar.mx