

En algunas series sedimentarias detríticas son frecuentes los restos vegetales que han fosilizado, no solamente en el lugar en que vivieron, sino que además lo han hecho en posición de vida. Estos restos fósiles presentan habitualmente un relleno con una serie de rasgos que son de interés en las interpretaciones de paleoambientes; por otra parte, el sistema radicular puede provocar el desarrollo, en el paleosuelo, de una topografía característica.

El relleno de un tronco, que conserva su posición de vida, se realiza, según muchos autores, desde arriba, al alcanzar la sedimentación el borde del tocón; la presencia en aquél de roturas laterales hace posible que la parte inferior del tronco se rellene con sedimento que habría penetrado a través de ellas. El estudio de algunos ejemplares existentes en el Estefaniense de la Cordillera Cantábrica, en sedimentos acumulados en medios relacionados con abanicos aluviales, revela que este proceso se realiza en varias etapas, no coincidiendo generalmente los momen-

tos de depósito en el interior con los del exterior.

El material del relleno, desde el punto de vista textural, puede ser de grano más grueso que el del exterior o bien, por el contrario, ser más fino. Por otra parte, la estructuración de ambos tipos de depósitos también es diferente; en unos casos los sedimentos del exterior muestran un carácter masivo, estando totalmente edafizados, mientras que los del relleno aparecen claramente estratificados, desarrollándose en algunas zonas secuencias granodecrecientes; otras veces ambos depósitos están estratificados pero no hay coincidencia entre los estratos a uno y otro lado. Estas características permiten sacar las siguientes conclusiones: 1) El depósito de los materiales del relleno y del exterior se originó en su mayoría por avenidas distintas, aunque ocasionalmente un mismo suceso pudo haber producido sedimentación en ambas partes, pero probablemente en momentos ligeramente diferentes, como sería el caso de troncos cuyo relleno muestra una

disposición secuencial: durante la fase de aguas más altas se depositaría el sedimento más grueso, en el interior del tronco, mientras que al amortiguarse la avenida lo haría el más fino, que se acumularía tanto dentro (techo de las secuencias) como fuera del tronco. 2) La acumulación de sedimentos en el interior no fue debida a un solo suceso sedimentario, como lo demuestra la estructuración que presenta el relleno. 3) Dado que uno de los troncos supera los dos metros de altura y que no se han observado marcas de cicatrices que evidencien la existencia de roturas laterales, así como tampoco marcas erosivas en los sedimentos basales (que se habrían originado si las inundaciones fueran fuertes), se supone que previamente al relleno tuvo lugar una acumulación en el exterior, por sucesivas avenidas de escasa altura; esto permitiría la conservación del tronco en su posición de crecimiento empezando a producirse su relleno en el momento en que el nivel de las inundaciones sobrepasó el borde superior del tocón.

Por otra parte, el enraizamiento de los vegetales puede provocar en los suelos la aparición de una topografía de montículos, que son debidos al empuje hacia arriba de las raíces durante su crecimiento; si las condiciones de afloramiento no son buenas, esta estructura puede ser interpretada erróneamente. Cuando estos rasgos son muy abundantes, la superficie adquiere una configuración abullonada característica.

#### Referencias

- Ferguson, L. (1964): *Dpt. Geol., Mount Allison Univ. Seckville, N.B.*, 19 p.  
 Ferguson, L. (1970): *Geol. Soc. Am. Bull.*, 81, 2531-2534.  
 Gastaldo, R. A. (1985): *C.R.Xème Congr. Int. Str. Géol. Carb.*, Madrid, 1982, 2, 281-296.  
 Gastaldo, R. A. (1986): *Scott. J. Geol.*, 22, 77-83.  
 Johnson, D. P. (1984): *I.A. Spec. Publ.*, 7, 149-162.  
 Rust, B. R.; Gibling, M. R. & Legun, A. S. (1984): *I.A.S. Spec. Publ.*, 7, 105-120.

## Ambientes sedimentarios, significado paleoecológico y fosilización de icnitas de dinosaurios. Yacimientos del Jurásico de Asturias

### *Sedimentary environments, palaeoecologic significance and fossilization of dinosaur tracks. Jurassic tracksites of Asturias (N Spain)*

M. Valenzuela, J. C. García-Ramos y C. Suárez de Centi

Depto de Geología (Area de Estratigrafía), Univ. de Oviedo.

#### ABSTRACT

*Upper Jurassic dinosaur tracks of Asturias (N Spain) are confined to the La Ñora, Vega, Tereñes and Lastres Formations. The Jurassic record of this area indicates the occurrence of large and diverse populations including theropod, sauropod and ornithopod tracks. The highest concentrations are located in muddy coastal plain, lagoon margin and deltaic environments (Tereñes and Lastres Fms.), most specially in channel related deposits: channel abandonment, channel margin (levee) and crevasse-splay facies. Semi-arid fluvial environments (Vega Fm.) provides a smaller number of tracks, most of them related also to channelized sandstone bodies. Sauropod footprints are comparatively scarce here.*

**Key words:** dinosaurs, sedimentary environments, palaeoecology, Jurassic, Asturias, N Spain.

*Geogaceta*, 12 (1992), 98-99.

ISSN: 0213683X

El estudio de los afloramientos costeros de sucesiones fluvio-deltaicas del Jurásico Superior (Kimmeridgiense), situados entre las localidades de Gijón y Ribadesella, que han proporcionado gran cantidad y variedad de icnitas de dinosaurios (García-Ramos y Valenzuela, 1977 y 1981; Valenzuela, 1988; Valenzuela *et al.*, 1986 y 1988), permite obtener algunas deducciones sobre las características de estos últimos, así como de su comportamiento y relación con el ambiente sedimentario en que vivieron.

Aunque las investigaciones sobre estos aspectos están actualmente en

curso, a través de aspectos parciales de dos proyectos de investigación sobre temática asturiana financiado por la Univ. de Oviedo, ya se pueden adelantar algunos resultados preliminares como los que se exponen brevemente a continuación:

1) Las mayores concentraciones de icnitas de dinosaurios se dan dentro de ambientes de llanura deltaica de la Fm. Lastres (Valenzuela *et al.*, 1986), concretamente en facies ricas en fango pertenecientes a canales distributarios abandonados. Existe en este caso un claro predominio de huellas de cuadrúpedos (en su mayor parte saurópo-

dos) sobre las de bípedos. Estos lugares reúnen condiciones óptimas para la aparición de icnitas: períodos largos de no sedimentación arenosa, concentraciones elevadas de fragmentos vegetales que sirven de alimento a los dinosaurios herbívoros, etc. La conservación de las huellas en estas circunstancias no suele ser muy buena, predominando las grandes estructuras de deformación que asemejan *load-cast*. Estos canales de sustrato arenoso compacto y relleno final de fango bajo una pequeña lámina de agua, representan aquí el único lugar de paso de los reptiles hacia el interior del

*lagoon*. Las bahías interdistributarios y las zonas pantanosas mal drenadas, debían de representar trampas mortales por enterramiento en fango o, cuanto menos, zonas problemáticas para el desplazamiento. Leonardi (1989) comprueba asimismo, en base al estudio de icnitas de dinosaurios de Suramérica, la preferencia de los saurópodos por estas áreas litorales.

2) Las áreas de bordes externos de canal (*levees*) y de desbordamiento del mismo (*crevasse splays*) por rotura de sus márgenes sobre las bahías interdistributarios adyacentes, constituyen también lugares favorables para

el hallazgo de huellas de dinosaurios, aunque la densidad de las mismas aquí es ya menor.

3) Las sucesiones fluviales de la Fm. Vega (Valenzuela *et al.*, 1986) y los términos del mismo carácter de las partes más proximales de la Fm. Lastres, presentan un número de huellas muy inferior. La proporción relativa de estas últimas es mayor en torno a los canales que en las áreas de llanura de inundación. Además, las huellas de Saurópodos son aquí proporcionalmente mucho más escasas.

4) Otra sucesión rica en icnitas es la correspondiente al Miembro inferior de la Fm. Tereñes, que representa un ambiente costero, restringido y muy rico en fango. Constituye el margen interno de un gran *lagoon* o subcuena

marginal, protegida externamente por un umbral tectónico que impide la entrada de fauna pelágica.

5) El estudio sedimentológico de las facies de la Fm. Vega refleja condiciones climáticas de acusada aridez (abundancia de caliches, escasez de vegetación, ausencia de términos lacustres extensos, huellas de raíces con disposición vertical, etc.), lo que sugiere situaciones poco favorables para la vida de los dinosaurios. Por el contrario, las áreas litorales de la Fm. Lastres y Miembro inferior de la Fm. Tereñes, muestran evidencias de clima húmedo y cálido con abundantes zonas pantanosas y de marismas costeras ricas en vegetación.

6) El tipo y grado de compactación del sustrato sobre el que se realizan las

pisadas, son decisivos para clasificar las icnitas o atribuirles a un determinado orden de dinosaurios. Así, se han reconocido huellas completas de bípedos terópodos que en su misma base muestran un perfil que recuerda a las de ornitópodos.

7) La elevada proporción y variedad de icnitas conservadas en esta región es característica de zonas intertropicales, especialmente si están sometidas a un clima cálido y húmedo, como supone Leonardi (1989).

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado en parte por los Proyectos de Investigación TA90/1502 y TA91/21524 de la Universidad de Oviedo.

#### Referencias

- García-Ramos, J. C. y Valenzuela, M. (1977): *Estudios Geol.*, 33 (3), 207-214.
- García-Ramos, J. C. y Valenzuela, M. (1981): *Cuad. Geol., Univ. Granada*, 10, 13-22.
- Leonardi, G. (1989): En: Gillette, D. D. and Lockley, M. G. (eds.); *Dinosaur Tracks and Traces*. Cambridge University Press, 165-178.
- Valenzuela, M. (1988): Tesis Doctoral, *Universidad de Oviedo*, 1433 p.
- Valenzuela, M.; García-Ramos, J. C. y Suárez de Centi, C. (1986): *Trabajos de Geología, Univ. de Oviedo*, 16, 121-132.
- Valenzuela, M.; García-Ramos, J. C. y Suárez de Centi, C. (1988): *Las huellas de dinosaurios del entorno de Ribadesella*. Ed. Central Lechera Asturiana, 35 p.

## Icnofósiles, sedimentación episódica, tempestitas fangosas y «black shales» de ambientes pseudoanóxicos, en sucesiones marinas de plataforma y rampa

### *Ichnofossils, episodic events, mud tempestites and pseudoanoxic black shales in marine shelf and ramp successions*

J. C. García-Ramos, C. Suárez de Centi y M. Valenzuela

Departamento de Geología (Área de Estratigrafía). Universidad de Oviedo.

#### ABSTRACT

*Deposition of black shale facies on marine shelves and ramps has been habitually attributed to several causes related to oxygen-depleted bottom waters: sea level fluctuations, very slow water circulation, high organic productivity in the surface water, etc. This paper concerns to black shale deposits quickly accumulated on a well oxygenated bottom, devoid of bioturbation, and related to mud-rich storm events.*

**Key words:** *ichnofossils, episodic events, black shales, storm deposits, marine shelf, ramp.*

*Geogaceta*, 12 (1992), 99-100.

ISSN: 0213683X

La presencia en series de plataforma marina de términos lutíticos o pizarrosos, de tonalidades oscuras a negras (*black shales*), aspecto masivo o laminado, y desprovistos de icnofósiles, se atribuye con frecuencia a condiciones euxínicas con un escaso a nulo contenido en oxígeno de las aguas del fondo (ambientes anóxicos o anaeróbicos), relacionándolos a su vez con: variaciones en el nivel del mar (Baird *et al.*, 1988; Wignall, 1991), circulación de agua muy lenta o nula, elevada productividad orgánica en las aguas superficiales, etc. (Wetzel, 1991). Creemos que estas interpretaciones han sido utilizadas de una forma un tanto abusiva por los investigadores que se han ocupado del tema.

En concreto, se vienen mencionando recientemente, y con cierta asiduidad, alterancias de orden centimétrico a decimétrico de sedimentos finos bioturbados y de otros oscuros desprovistos de icnofósiles, que se interpretan

como fluctuaciones sucesivas en el grado de oxigenación de las aguas (Savrda y Bottjer, 1989; Barron *et al.*, 1985; Savrda *et al.*, 1991).

Estudios de detalle realizados por nosotros en sucesiones de plataforma marina y de rampa, tanto siliciclásticas como carbonatadas, del Ordovícico, Silúrico, Devónico y Jurásico, que contienen intervalos lutíticos oscuros, con frecuencia amalgamados o repetidos rítmicamente, sugieren a menudo la presencia de fondos permanentemente bien aireados, con velocidades de sedimentación relativamente altas para cada evento de depósito.

Por otra parte, se ha reconocido recientemente, que para la conservación de la materia orgánica dentro de *black shales* en sedimentos marinos, no es necesaria la presencia de condiciones anóxicas dentro de la columna de agua situada por encima (Calvert *et al.*, 1991; Pedersen y Calvert, 1991; Mc Collum, 1988).

Muchos de estos niveles de *black shales* muestran una cierta granoclasificación del contenido en limo, y están relacionados con episodios súbitos de muy alta energía dentro de la plataforma, por lo general tempestades en sentido amplio. Este tipo de acumulaciones pueden deberse asimismo a otros eventos de menor frecuencia, como tsunamis, sacudidas sísmicas, etc., capaces de producir flujos gravitatorios de diversa índole.

La amalgamación sucesiva de estas «eventitas» ricas en fango, que se dan preferentemente en áreas situadas por debajo del nivel de base del oleaje normal, puede dar lugar a intervalos de hasta varios metros de espesor constituidos mayoritariamente por capas oscuras de acumulación rápida sin apenas muestras de bioturbación.

Esta variedad de *black shales* pasa lateralmente hacia las zonas relativamente más someras de la plataforma a enriquecerse en material arenoso o

bioclástico, que muestra estratificación cruzada de tipo *hummocky* y *swaley*, granoselección normal, o laminación paralela. Estas capas tempestíticas de fangos son presumiblemente de acumulación rápida, debido por un lado a fenómenos de floculación temprana, y por otro, a la incorporación de material pelético previamente elaborado. Algunas sucesiones terrígenas de las Fms. Naranco y Huergas (Devónico Medio), como las de El Tranquero o Moniello-Punta La Vaca (Asturias) o Aleje en el N de la provincia de León, muestran diversos tramos caracterizados por este tipo de depósitos. Otros ejemplos dignos de mención los constituyen la parte baja de la Fm. Luarca (Ordovícico Medio) dentro de la Zona Cantábrica, y una buena parte de la rimita margo-calcárea del Pliensbachense perteneciente al Mb. Santa Mera de la Fm. Rodiles en el Jurásico de Asturias (García-Ramos *et al.* 1992).