



## Paleoenvironmental and depositional context of the first record of fossil fishes in the Lower Devonian of Minorca

### Contexto paleoambiental y deposicional del primer registro de vertebrados del Devónico Inferior de Menorca

C. Timoner <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Complutense de Madrid, C/ José Antonio Novais 12, Ciudad Universitaria, Madrid, Comunidad de Madrid, Spain.

#### Corresponding author:

C. Timoner  
ctimoner@ucm.es

#### Journal webpage:

<http://cienciasdaterra.novaidfct.pt/>

#### Copyright:

© 2021 C. Timoner. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ISSN: 0254 - 055X  
eISSN: 2183 - 4431

#### Abstract

An outcrop of the Lower Devonian of Minorca have been studied. It is a turbidite complex with a large record of allochthonous fauna of which different taxa have paleoenvironmental interest. From this record, a hypothetical paleoenvironmental system is inferred on a marine carbonate platform. The first record of Devonian vertebrates of Minorca is of particular interest, due to its remarkable evolutionary implications.

**Keywords:** Minorca, Lower Devonian, turbidites, reefs, Acanthodians.

## 1. Introducción

Menorca se divide geológicamente en dos partes, Tramuntana, donde afloran las únicas formaciones pre- y sin-Variscas importantes de Baleares y las facies mesozoicas y Mitjorn, compuesto por rocas arrecifales del Mioceno. Un tercio de la isla está compuesto por sedimentos del Devónico y del Carbonífero, ambos constituidos por series distales, en gran medida turbidíticas de un espesor total de siete mil metros (Arribas *et al.*, 1989). La zona de estudio se centra en algunos afloramientos del norte del término municipal de Es Mercadal (Menorca, Illes Balears). La paleontología de esta área ha sido estudiada históricamente por diversos autores, sin embargo no se han realizado nuevos trabajos sobre el Devónico Inferior de Menorca en los últimos cuarenta años.

El Devónico es un periodo de grandes cambios paleogeográficos y paleoevolutivos. En concreto, en el Devónico Inferior comienza el ciclo varisco, el cierre parcial del Paleothetys y el inicio de la sutura de Pangea (Arenas *et al.*, 1997). Entre otros hitos evolutivos, se produce la primera gran diversificación de los vertebrados con mandíbula, y el desarrollo de

las plantas vasculares. Durante esta época Iberia está representada por terrenos derivados de Gondwana, que se encontraba aproximadamente a 30° S de latitud (McKerrow *et al.*, 2000). Menorca, para este contexto, representaría un medio más distal que otros medios sedimentarios peninsulares sincrónicos como el Devónico de Pirineos y Celtiberia.

Las secciones estudiadas en este trabajo presentan un registro fosilífero rico que podría representar el ecosistema del área fuente que alimentaba las turbiditas.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es realizar un modelo paleoambiental para la plataforma del área fuente donde habitaban los vertebrados más antiguos de Baleares mediante la descripción sedimentológica y biótica de la serie turbidítica del área de estudio. El hallazgo de vertebrados basales, identificados preliminarmente como acantodios y placodermos deja pendiente un estudio más detallado que revele posibles relaciones taxonómicas. Ambos grupos se incluyen entre los gnatostomados o vertebrados con mandíbula, pero las relaciones filogenéticas de estos permanecen en debate. Actualmente los acantodios son considerado un grupo parafiletico basal a los

condictios (Brazeau & Friedman, 2014; Coates *et al.*, 2018), mientras que los placodermos son entendidos como un grupo parafiletico basal al resto de gnatostomados.

## 2. Material y métodos

Se ha levantado una columna estratigráfica sobre un corte N-S en un afloramiento del norte de Es Mercadal. El estudio sedimentológico se ha realizado mediante la misma columna mientras el análisis paleoambiental y paleobiológico de la plataforma se basa en la descripción de biofacies. Además se han realizado cuatro láminas delgadas de diferentes muestras de la columna con el fin de poder ligar la interpretación sedimentológica y petrográfica con las biofacies.

## 3. Resultados

La columna general puede dividirse en tres secciones mayores, un tramo distal de baja energía, una progradación y una retrogradación que devuelve la serie a tramos de baja energía. La localización de los cambios laterales y verticales es crucial, ya que la energía del transporte, el espesor de los niveles lutíticos y la cantidad de carbonato van íntimamente ligados a la presencia y tamaño de las entidades fosilíferas en el área.

La edad de los materiales está entre el Lochkoviense inferior y el Praguense inferior ambos inclusive, ya que secciones inferiores y superiores al área estudiada fueron datadas con graptolitos y conodontos (Bourrouilh, 1983). Estudios bioestratigráficos mediante conodontos en el corte permitirían acotar la edad de los restos y ver la continuidad de la serie.

La abundancia y constancia de carbonato (presente en todo el corte y como cemento esparítico en los niveles más siliciclásticos) se interpreta como estabilidad del ecosistema de la plataforma carbonática.

Con ello podría decirse que la progradación-retrogradación se debe a cambios tectónicos que afectaban al talud y a una mayor acumulación de componentes siliciclásticos en la plataforma más distal, los cambios laterales no representarían variaciones eustáticas ni en abundancia de carbonato en la plataforma. Para no desligar la relación entre energía de transporte, petrografía y entidad fosilífera se han ordenado los fósiles según biofacies simplificadas y siguiendo los tres tramos mayores en los que se ha dividido la columna (Fig. 1).

### Biofacies 1.

Calizas con briozoos: carbonatos arenosos de 8 cm de espesor con briozoos variados muy frecuentes (algunos del género *Fenestrella*), acompañados por bivalvos artejos de crinoideo y restos vegetales.

### Biofacies 2.

Arenisca con vertebrados: niveles de arenisca de >10 cm de espesor con espinas y restos óseos de acantodio poco frecuentes, placas desarticuladas de placodermo poco frecuentes, tentaculíticos frecuentes y tres formas de artejos de crinoideos.

### Biofacies 3.

Lutitas nodulosas con ostrácodos: nivel de lutitas negras de 10 cm con ostrácodos, crinoideos y nódulos de carbonato con restos de vertebrados.

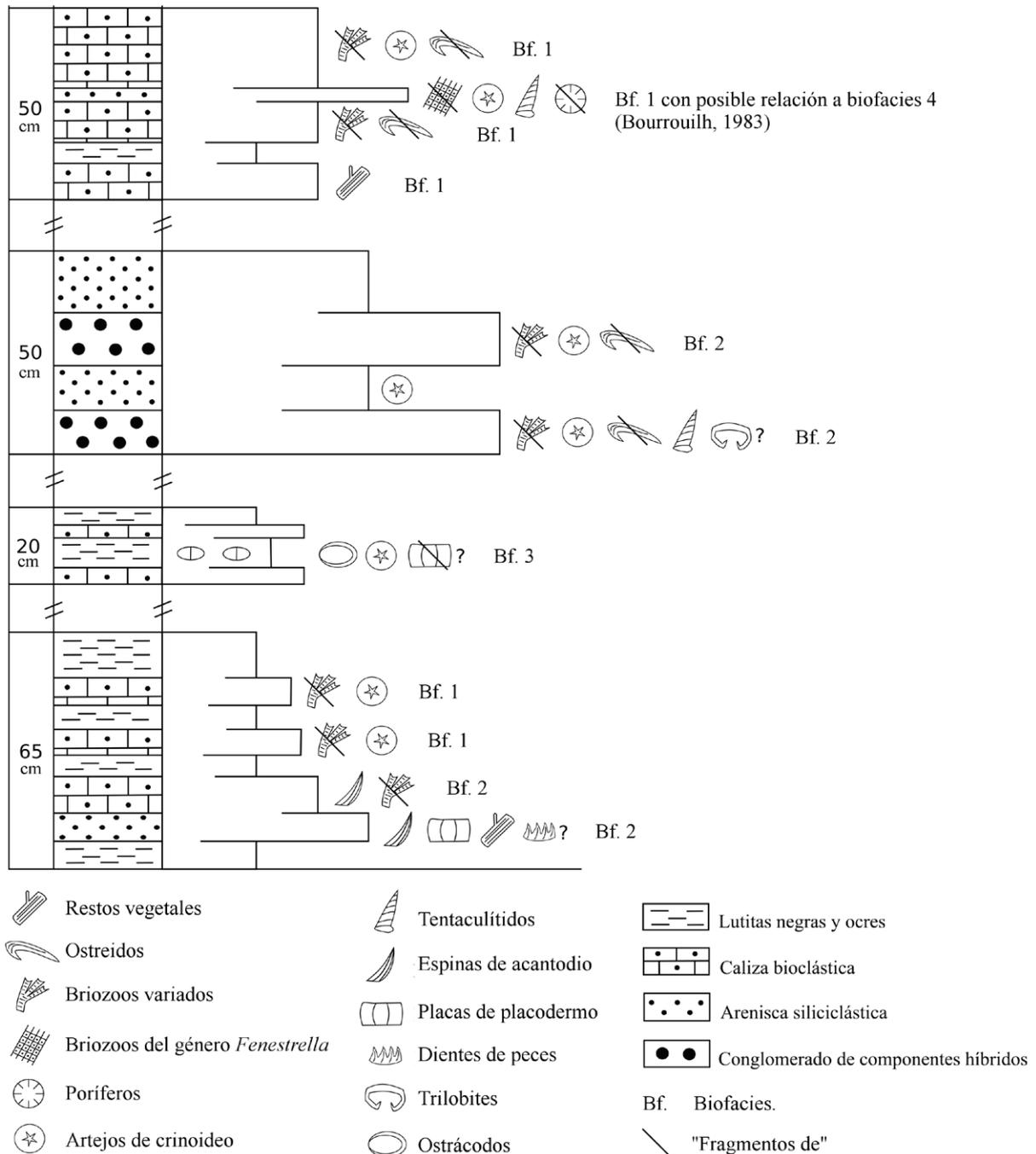
La biofacies 1 compone los tramos de baja energía, mientras la biofacies 2 representa los niveles más energéticos, estos últimos no siempre son coincidentes con la progradación de la serie, que está estrictamente relacionada a las capas con sedimento maduro importante (hasta 60% de cuarzo en lámina delgada), la biofacies 3 aparece en una sola capa del corte.

Bourrouilh (1983) encuentra tramos similares a las biofacies 1 y 2.

Aunque en el corte estudiado se observan de forma muy reducida, en zonas cercanas se han hallado dos morfotipos de porífero asociados siempre a transporte por flujos de alta densidad (Bourrouilh, 1983), esta biofacies 4 (arenisca con poríferos), también podría ser un componente importante para el modelo presentado.

## 4. Discusión y conclusiones

Con todo lo mencionado, se puede construir un modelo para la dinámica del ambiente deposicional y de la plataforma: en relación a una área con exposición subaerea ya poblada por plantas vasculares relacionado a los terrenos derivados de Gondwana, se desarrollaría una cuenca que transportaba el sedimento maduro hasta la plataforma. Allí podría servir de sustrato para entidades arrecifales menores levantadas por briozoos, crinoideos y poríferos sobre una plataforma carbonática. La abundancia relativa de taxones suspensívoros y filtradores (briozoos, crinoideos y poríferos) podría ser indicador de cierta removilización de materia orgánica en suspensión, además, las fuerzas tractivas de las corrientes no podrían ser de gran energía, ya que se imposibilitaría



**Fig. 1.** -Synthetic stratigraphic columns considered in the present study with position of the paleontological remains (Lower Devonian, Minorca).

la presencia de tantos organismos sésiles. En conjunto, las condiciones hidrodinámicas, la latitud y la biodiversidad del hipotético sistema eran favorables para el desarrollo de una plataforma carbonática de moderada complejidad, que podría haber estado asociada a *mud mounds* (por acumulación de restos de briozoos) o *skeletal mounds* (por acumulación de restos de crinoideos). Finalmente, todo el material, tanto continental (restos de plantas y elementos siliciclásticos) como marino (fauna asociada a la

plataforma y carbonatos) se acumularía en el frente de la plataforma y se depositaría mediante corrientes de turbidez rítmicas en las zonas más profundas de la cuenca en forma de un complejo turbidítico distal.

Con todo, el Devónico de Menorca se presenta como un registro de gran valor para aumentar nuestro conocimiento entono a la diversidad de los primeros gnatostomados así como para estudios paleogeográficos de correlación del Paleotethys con áreas más documentadas como Celtiberia y Pirineos.

## Agradecimientos

A Rafel Matamales, por haberme animado a participar, atendido dudas sobre la paleontología del área de estudio y en la corrección de este trabajo. Al Dr. José Ignacio Valenzuela, por una corrección más exhaustiva. A los Drs. Héctor Botella y Rodrigo Soler, por colaborar en la identificación preliminar de los vertebrados y aportarme bibliografía actualizada de los mismos. Al Dr. Francesc Xavier Roig, por enseñarme numerosos afloramientos del Devónico Inferior. Al Dr. Ricardo Arenas, por animarme a estudiar la geología de Menorca. A Paula Gil, por apoyar y animar mis inquietudes..

## Referencias

- Arenas R., Abati J. Martínez Catalán J. R., Díaz García F. & Rubio Pascual F. J. (1997) - P-T evolution of eclogites from the Agualada Unit (Ordenes Complex, northwest Iberian Massif, Spain): Implications for crustal subduction. *Lithos* 40, (2-4), 221–242. [https://doi.org/10.1016/S0024-4937\(97\)00029-7](https://doi.org/10.1016/S0024-4937(97)00029-7).
- Arribas J., Gómez-Gras D., Rosell J. & Tortosa A. (1989) - Estudio comparativo entre las areniscas paleozoicas y triásicas de la isla de Menorca: evidencias de procesos de reciclado. *Rev. Soc. Geol. España* 3, (1-2), 105–116.
- Bourrouilh R. (1983) - *Estratigrafía, sedimentología y tectónica de la isla de Menorca y del noreste de Mallorca (Balears): La terminación nororiental de las cordilleras béticas en el mediterráneo occidental*. Madrid: Servicio de Publicaciones, Ministerio de Industria y Energía, 663 p.
- Braezau M. D. & Friedman M. (2014) - The characters of Palaeozoic jawed vertebrates. *Zool. J. Linn. Soc-Lond.* 170, 779-821. <https://doi.org/10.1111/zoj.12111>.
- Coates M. I., Finarelli J. A., Sansom I. J., Andreev P. S., Criswell K. E., Tietjen K., Rivers M. L. & La Riviere P. J. (2018) - An early chondrichthyan and the evolutionary assembly of a shark body plan. *P. Roy. Soc. B-Biol. Sci.* 285, 20172418. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2418>.
- McKerrow W. S., Mac Niocail C., Ahlberg P. E., Clayton G. H., Cleal C. J. & Eagar R. M. C. (2000) - The Late Palaeozoic relations between Gondwana and Laurussia. In: Franke W., Haak V., Oncken O. & Tanner D. (Eds.), *Orogenic Processes: Quantification and Modelling in the Variscan Belt. Geol. Soc. Spec. Publ.* 9–20. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2000.179.01.01>.