

INVESTIGACIÓN DE LA BIOESTRATIGRAFÍA Y DE LA PALEOECOLOGÍA DEL MESOZOICO: USO DIDÁCTICO EN BACHILLERATO

Investigating Biostratigraphy and Paleocology in the Mesozoic Era and its didactic application in Secondary Education

Pedro A. Rodríguez y Javier E. Durán (*)

RESUMEN

El estudio "in situ" de algún corte geológico donde abunden los fósiles de invertebrados de pequeño tamaño y fácil identificación, como pueden ser los que en este artículo se describen, y su posterior uso en la caracterización cronológica y reconstrucción paleoecológica, permite a los alumnos de Bachillerato comprender varios conceptos importantes que, sólo mediante el estudio teórico, les resultarían mucho más complicados. Además, relacionan la Paleontología con la Ecología que estudian en Ciencias de la Tierra y, especialmente, disfrutan de la materia, tanto en la práctica de campo, como en la obtención de unos resultados sorprendentes para ellos y a los que han llegado de una forma más sencilla de lo que "a priori" podrían imaginar.

ABSTRACT

The topic in our article is the study "in situ" of some geological sections where fossils of small size and easy to identify invertebrates are found in large amounts. We will also talk about their further use in their chronological identification and their paleoecological reconstruction. All this will allow students of Secondary Education to understand different important concepts that would be much more complicated to learn only through a theoretical approach. Students will be able to relate Paleontology with the former study of Ecology in the subject "Earth Sciences". So the new study will be amusing for students in two ways: in the field outings and when students obtain surprising results which will come out in a simpler way than what they had first through.

Palabras clave: Paleoecología, Bioestratigrafía, Didáctica, fósil-guía, biozona

Keywords: Paleocology, Biostratigraphy, Didactics, index fossil, biozone

INTRODUCCIÓN

Para los alumnos de Bachillerato, la medida del tiempo geológico es algo que, por su magnitud, les asombra pero que no llegan a captar con facilidad. Cuando hablamos de acontecimientos que ocurrieron hace muchos millones de años, su reacción es de sorpresa o, incluso, de incredulidad.

Las dataciones absolutas de los estratos nos permiten conocer la edad de los mismos con métodos, como por ejemplo los radiométricos, que suelen ser muy complicados, tanto desde el punto de vista teórico como en la práctica. Es evidente que, en este sentido, los métodos paleontológicos sólo son útiles en determinadas circunstancias: rocas sedimentarias o metamórficas de bajo grado con un contenido de fauna o flora que permita su datación. La micropaleontología es, en este caso, el instrumento más útil para caracterizar cronológicamente un estrato por el pequeño tamaño de los fósiles y por el alto valor de muchos de ellos, sobre todo numerosísimas especies de foraminíferos.

Para alumnos de Bachillerato, sin embargo, es preferible trabajar con ejemplares macroscópicos de fósiles comunes que, además de poderlos observar directamente en el campo, son de una fácil caracterización mediante el uso de guías y no requieren, nor-

malmente, de una elevada especialización para su estudio, como ocurre con los microfósiles. Así, lo más importante es elegir una zona donde los ejemplares sean muy abundantes y, por supuesto, sin demasiado valor científico, para permitir que puedan ser estudiados sin dañar un yacimiento de interés. Los fósiles deben ser muy frecuentes para que aparezcan en las guías usuales y, además, ser de utilidad en los aspectos que vamos a analizar.

Son muchas las zonas que en nuestro país pueden cumplir dichas características. Nosotros hemos alternado durante varios años el estudio del Cretácico de Tamajón (Guadalajara) con el del Lias de Las Majadas (Cuenca) que, además de permitir la realización de este trabajo, son zonas que pueden ser útiles para el estudio de otros contenidos geológicos, por la existencia de formas de modelado kárstico próximas al corte analizado.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Antes de la salida al campo, deben explicarse en el aula una serie de conceptos paleontológicos que permitan a los alumnos desarrollar el trabajo posterior de forma adecuada.

(*) IES García Morato. C/ General Saliquet s/n. 28044. Madrid. E-mail:prgijon@hotmail.com. E-mail: jdurán1@olmo.pntic.mec.es

Entre los fósiles que podemos encontrar, y que a continuación detallaremos, hay algunos que pueden ser útiles para datar, como ocurre con los fósiles guía, mientras que otros, cuyo interés en la datación es nulo, pueden aportar sin embargo importante información paleoecológica a pesar de las limitaciones de esta ciencia, ya que algunos de los organismos que vamos a encontrar en los yacimientos hoy no existen y debemos muchas veces hacer interpretaciones basadas en los conocimientos de los mares actuales. Además, al estudiar asociaciones de fósiles, es imprescindible analizar solamente fósiles *in situ*, lo mismo que los utilizados para datar, desechando los que aparezcan sueltos y que han podido rodar desde las capas superiores.

En el aspecto bioestratigráfico deben aclararse a los alumnos el concepto de fósil-guía, así como los tipos de biozonas: acrozona, cenozona, zona de solapamiento o concurrente y zona oppeliana.

Acrozona: unidad bioestratigráfica formada por un conjunto de estratos que comprende la dispersión total de un taxón específico, tanto en vertical (estratigráfica) como en horizontal (geográfica).

Cenozona: unidad bioestratigráfica formada por un conjunto de estratos caracterizados por una asociación natural de distintos taxones. Normalmente recibe el nombre de uno o varios de estos taxones.

Zona oppeliana (o oppelzona): zona bioestratigráfica caracterizada por una asociación o presencia de un conjunto de taxones seleccionados, de una extensión vertical limitada y, en gran parte coincidente, elegidos para indicar la contemporaneidad aproximada de unos estratos.

Con los alumnos trabajaremos fundamentalmente los solapamientos por dos motivos:

1. Comprobarán que al tener mayor número de fósiles con su distribución estratigráfica, se podrá delimitar la edad del estrato con una mayor exactitud.
2. Comprenderán con toda facilidad el concepto de fósil-guía. Para ello se les indica que efectúen el solapamiento sin ammonites y que asignen una edad absoluta al estrato. Hay que considerar que para ellos es más indicativo el tiempo en cifras que la nomenclatura estratigráfica de los pisos. A continuación, y sobre los datos anteriores, utilizarán los ammonites y verificarán que un solo género de estos cefalópodos es más útil en este sentido que todos los demás taxones usados.

A los alumnos se les entrega un guión en el que se describen las principales características de las zonas en las que se va a trabajar, en dicho guión irá un cuadro con los principales grupos taxonómicos que pueden reconocerse en los yacimientos (Figura nº 1) así como unas cuestiones que deberán resolver con posterioridad:

1. Levanta, con la ayuda de las explicaciones y las figuras del guión, una columna estratigráfica del Mesozoico observado a lo largo del recorrido, en la que se indiquen transgresiones o regresiones, lagunas estratigráficas y las paradas efectuadas para un estudio más detallado.

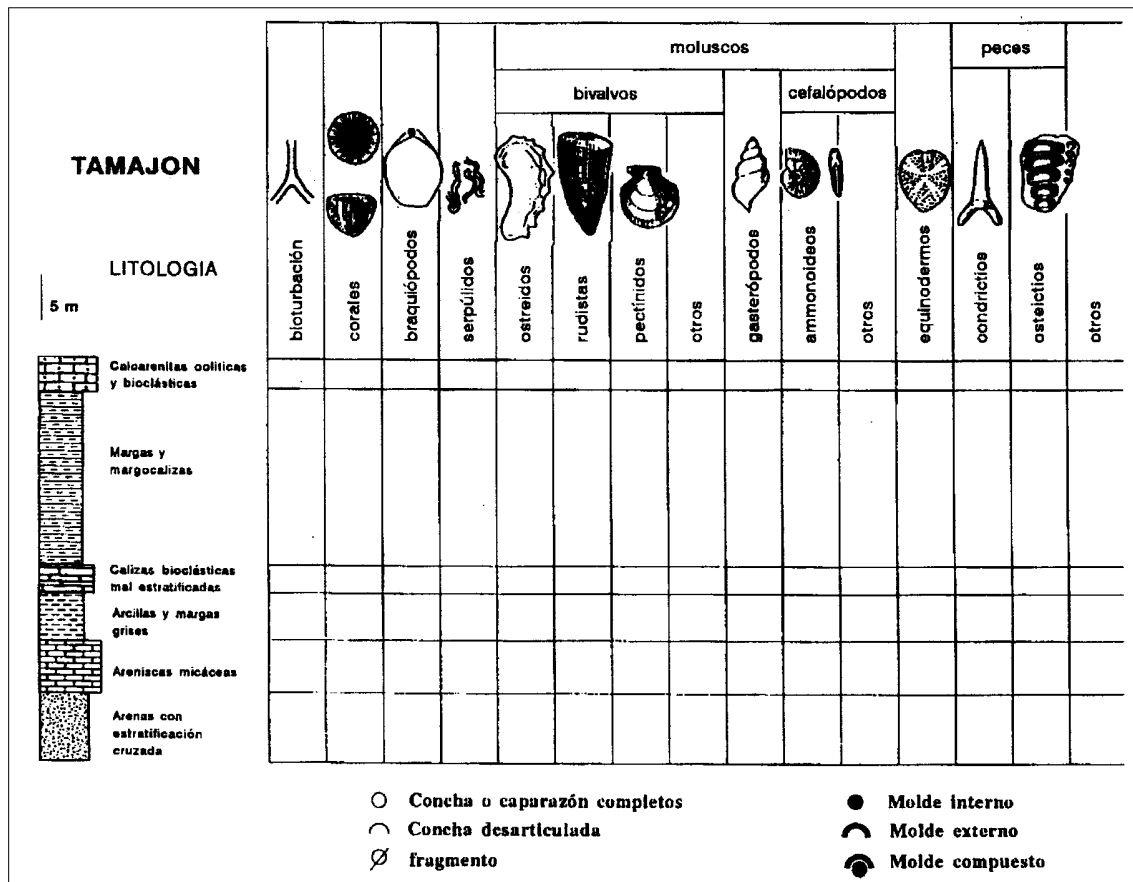


Fig. 1. Tabla que se entrega a los alumnos en la salida a Tamajón. Sobre la misma deberán marcar los grupos taxonómicos que encuentren en las diferentes capas.

2. Con la ayuda de las claves y las tablas que se entregarán posteriormente en el laboratorio, identifica los fósiles observados o recolectados que no sean ammonites y, mediante criterios de solapamiento, data lo más exactamente posible el estrato.
3. Añade al punto anterior los datos referentes a los ammonites. Intenta averiguar a qué formación de las que aparecen en el guión pertenece el estrato analizado.
4. A partir de las características biológicas y de la abundancia de los fósiles identificados, intenta describir en lo posible las características del medio en el que habitaron.

PRÁCTICA DE CAMPO

A. Las Majadas (Cuenca).

Las Majadas es una población situada en la Serranía de Cuenca cerca de la cual se encuentra un karst, similar al de la Ciudad Encantada aunque de menor extensión, y de acceso libre, denominado Los Callejones.

La provincia de Cuenca se divide en tres regiones claramente diferenciadas geológicamente: La Alcarria, al NW, dominada por los páramos culminados por las calizas pontienses; La Mancha, al Sur, llanura de sedimentos terciarios y La Serranía, al NE, perteneciente a la rama castellana del Sistema Ibérico, de altitudes moderadas, donde el punto culminante es La Mogorrita (1.866 m.) La Serranía de Cuenca se caracteriza por una tectónica de zócalo y cobertera. La deformación del Paleógeno fractura en bloques el zócalo, premesozoico, que casi no aflora en toda la provincia y deforma la cobertera en pliegues que se adaptan a los bloques infrayacentes.

Las rocas más abundantes son las calizas y las dolomías de origen marino cuyo modelado ha producido extraordinarias formas exo y endokársticas, como las famosas “torcas secas y de agua” o los karsts ruiformes de La Ciudad Encantada o Los Callejones, zonas que pueden ser visitadas previamente a la realización de la práctica aquí indicada.

El Paleozoico sólo aflora en una pequeñísima extensión en un anticlinal silúrico de la Sierra de Valdemeca. El Triásico aparece en sus tres facies. El Bundsandstein, especialmente llamativo por su color rojizo, se caracteriza por el material detrítico de origen fundamentalmente aluvial, que se depositó en un ambiente árido con descargas acuosas estacionales. El Muschelkalk posee fauna que indica un origen mareal, mientras que el Keuper es evaporítico y continental, formado en un ambiente tipo *sebkha*.

El Jurásico inferior (Lias) se especifica con más detalle por tratarse del material que los alumnos deben estudiar. Comienza con la formación *Carniolas de Cortes de Tajuña*, dolomías brechoides por el colapso de materiales evaporíticos intercalados. El ambiente debió ser de llanuras de marea con lagos hipersalinos. A continuación aparecen las for-

maciones *Calizas y Dolomías tableadas de Cuevas Labradas*, de ambiente submareal; *Margas grises del Cerro del Pez*, de lagoon; *Calizas bioclásticas de Barahona*, con fauna de plataforma bioclástica con influencia mareal y *Alternancia de calizas y margas de Turmiel*, toarcienses, muy fosilíferas y donde se localiza el yacimiento que se va a estudiar. Las asociaciones de ammonoideos permite diferenciar tres biozonas, la inferior (*Dactylioceras*), la media (*Hildoceras*) y la superior (*Grammoceras*). El ambiente es de plataforma externa de baja energía aunque en ciertas zonas la presencia de corales indicaría fondos altos.

El Jurásico medio (Dogger) está formado por calizas tableadas muy fosilíferas de plataforma somera en condiciones submareales (formación *carbonatada de Chelva*) mientras que en el Jurásico superior (Malm) se aprecia una regresión que acaba en calizas formadas en barras dentro de una plataforma somera.

El Cretácico inferior, poco desarrollado, es detrítico y continental seguida tras una laguna de las blancas *arenas de Utrillas*, de carácter fluvial, para después comenzar la gran transgresión del Cretácico superior en el Cenomaniense tras el que aparece el Turoniense con las *Dolomías de la Ciudad Encantada*, formación sin fauna muy potente y compacta sobre la que se han modelado las formas kársticas anteriormente indicadas. Por encima aparece un Turoniense superior de calizas tableadas, de ambiente de plataforma similar al anterior pero con cambios de facies y por último un Senoniense de carniolas marino-lagoonares.

Desde el pueblo de las Majadas observaremos el tránsito Turoniense-Cretácico superior. Andando analizaremos un corte que atraviesa un Dogger de calizas tableadas con algo de material fósil hasta un Lías muy fosilífero, con especial abundancia de braquiópodos, donde los alumnos observan y recogen muestras en bolsas de plástico indicando la posición exacta en metros por encima del camino donde han sido recolectadas, mostrando especial atención a los fragmentos de ammonites por su gran valor estratigráfico.

B. Tamajón (Guadalajara)

Tamajón se encuentra en el sector meridional de la Sierra de Ayllón, que se sitúa al este de Somosierra, extendiéndose entre la falla de La Berzosa al oeste y el pico de Grado (sierra de las Cabras) al este donde enlaza con la Cordillera Ibérica. Pueden reconocerse en él una serie de estructuras plegadas producidas durante la orogenia hercínica: anticlinorios (El Cardoso-Riaza) y sinclinorios (Majaelrayo), que encierran pliegues de menor tamaño. La dirección general de plegamiento es NW-SE., aunque hay numerosos cordales de dirección norte-sur.

Rodeando al núcleo gneísico de El Cardoso existen varias sierras formadas por materiales paleozoicos: cuarcitas y pizarras, con intercalaciones de conglomerados y cuarcitas conglomeráticas. Estos materiales fueron levantados por la orogenia hercínica.

DISTRIBUCIÓN ESTRATIGRÁFICA

		DISTRIBUCIÓN ESTRATIGRÁFICA													
GRUPO ZOOLOGICO	Género	Forma de vida	Triásico inferior	Triásico medio	Triás. sup.	Jurásico inferior	Jurásico medio	Jurásico superior	Cretácico inferior	Cret. medio	Cret. super.	Paleógeno	Neógeno	Cuaternario	Yacimiento
Crinoideos	<i>Pentacrinus</i>	Bentónicos o pseudopl.													LM
	<i>Cidaris</i>	Epibent. vágiles													LM
Equinozoos regulares	<i>Tetragramma</i>														T
	<i>Holaster</i>	Endobentónicos													T
Equinozoos irregulares	<i>Hemiasiter</i>														T
	<i>Isurus?</i>	Nectónicos													T
Gasterópodos	<i>Tylostoma</i>	Epibent. vágiles													T
	<i>Neritopsis</i>														LM
Bivalvos	<i>Plicatula</i>	Epibent. sésiles													LM
	<i>Pholadomya</i>	Endobentónicos													LM
	<i>Exogyra</i>	Epibent. sésiles													LM
	<i>Lima</i>	Epi. v. pseudon.													T
	<i>Chlamys</i>	Epi. v. pseudon.													T
	<i>Radiolites</i>	Epibent. sésiles													LM y T
	<i>Monitvaltia</i>	Epibent. sésiles													T
Celentéreos	<i>Belonnites</i>	Nectónicos													T
	<i>Dactyloceras</i>														LM
	<i>Hildoceras</i>														LM
	<i>Vascoceras</i>														LM
	<i>Leoniceras</i>														T
	<i>Spatifites</i>														T
	<i>Paravasoceras</i>														T
	<i>Tetrarhynchia</i>	Epibent. sésiles													LM
Braquiópodos	<i>Homoeorhynchia</i>	Estenohalinos, de salinidad media													LM
	<i>Spiriferina</i>														LM
	<i>Lobothyris</i>														LM
	<i>Zelleria</i>														LM

Tabla 1.

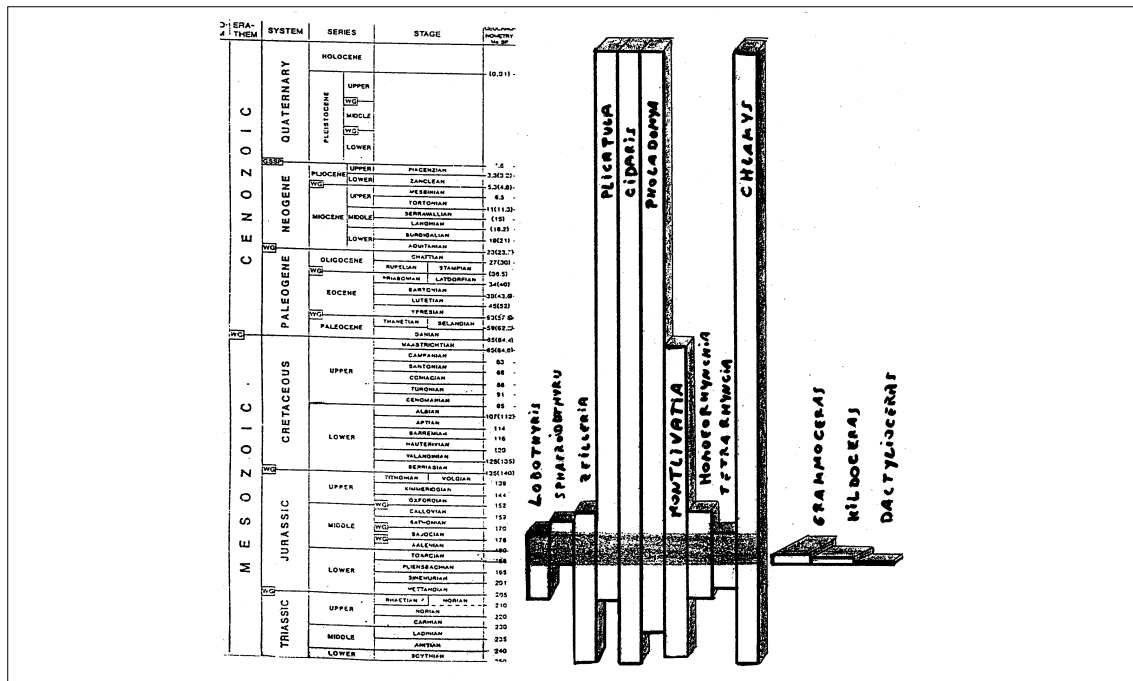


Figura 3. Datación del yacimiento de Las Majadas realizada por un alumno a partir de los fósiles encontrados.

Al añadir los ammonites (pregunta nº 3), comprueban los resultados anteriores y datan como Turoniense inferior el primero y como Toarciense el segundo, llegando incluso a diferenciar subpisos dentro del mismo. Esto los lleva a comprender la importancia de estos fósiles como indicadores del tiempo geológico.

Por último interpretan el medio en el que se desarrollaron estas comunidades: En el caso de Las Majadas destacan, además de organismos nectónicos como los ammonites, la enorme proporción de epibentónicos sésiles, especialmente braquiópodos, habitantes de mares de salinidad normal que parecían vivir en medios no excesivamente profundos, idea que se refuerza con la aparición de erizos regulares, crinoideos y corales así como de gasterópodos y bivalvos endobentónicos de aguas poco profundas. Todo ello indica un ambiente de plataforma somera y sin excesiva energía.

En Tamajón se va observando según ascendemos a lo largo del estrato una mayor profundidad de las aguas, lo que les apoya la idea de una transgresión marina. Tras atravesar estratos continentales o mixtos, la primera capa con fauna abundante contiene una gran cantidad de ostreidos que vivían cementados, lo que puede significar poca profundidad y alta energía. Posteriormente estos empiezan a disminuir y parecen epibentónicos vágiles: erizos regulares y gasterópodos mezclados con bivalvos (Chlamys, Lima) o epibentónicos sésiles (algún rudista), lo que indica una disminución de la energía y un aumento de profundidad. Por último la presencia de dientes de condrictios y de una enorme cantidad de cefalópodos de gran tamaño, hemos llegado a encontrar fragmentos de conchas de más de 25 cm, indicarían mares con una masa importante de agua pero no excesivamente profundos, ya

que la bioturbación que se observa es muy importante y aparece también una ingente cantidad de erizos irregulares endobentónicos del gen. *Hemister*. Todo ello indicaría la existencia de un fondo oxigenado y de muy alta energía, por lo que podría tratarse de una plataforma carbonatada interna relativamente somera.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Otero, F. (1991). *Los Callejones de las Majadas, la Reserva del Hosquillo y el Nacimiento del río Cuervo*, en: *Guía de los Espacios Naturales de Castilla-La Mancha*. Servicio de Publicaciones de la Junta de Castilla-La Mancha. Toledo.
- Fidalgo Hijano, C. (1991). *Sierra de Ayllón*, en: *Guía de los Espacios Naturales de Castilla-La Mancha*. Servicio de Publicaciones de la Junta de Castilla-La Mancha. Toledo.
- Goy Goy, A. (1974). *El Lías de la mitad Norte de la rama castellana de la Cordillera Ibérica*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- I.G.M.E. (1989). Las Majadas, mapa geológico 587, 1:50000.
- I.G.M.E. (1991). Valdepeñas de la Sierra, mapa geológico 485, 1: 50000.
- López Martínez, N (coord.). (1988). *Guía de campo de los fósiles de España*. Ed. Pirámide. Madrid.
- Meléndez Hevia, F. y Ramírez del Pozo, J. (1972) *El Jurásico de la Serranía de Cuenca*. Boletín Geológico y Minero 83-IV, 313-342.
- Meléndez Hevia, I. (1984). *Ammonoidea del Cenomanense superior y Turonense en el borde sur del Sistema Central, entre Tamajón y Somolinos*. (Guadalajara). Tesis de Licenciatura. Universidad Complutense de Madrid.
- Moore (editor) (1957). *Treatise on invertebrate paleontology. Part L. Mollusca 4. Geological Society of America*. ■