

Un viaje por la Provincia de Sevilla a través del Tiempo Geológico

Antonio Romero, Adolfo Miras, Patricia Aparicio

Dpto. Cristalografía, Mineralogía y Q. Agrícola. Universidad de Sevilla.
aromero@us.es

RESUMEN

Uno de los conceptos más difíciles de asimilar en Geología es la relación espacio-tiempo. En este trabajo se proponen una serie de lugares e itinerarios para la observación de materiales y la interpretación de los procesos más significativos que han ocurrido a lo largo de los tiempos geológicos en la provincia de Sevilla. Para ello se han preparado y optimizado itinerarios geológicos para las clases prácticas de campo, dirigidas a alumnos de Grado en Educación Primaria y de Ingeniería Civil. En estos itinerarios se pueden resaltar las unidades de Tiempo geológico, de forma que se presenta a los alumnos una visión cómo si de un viaje en el tiempo se tratara, de cómo y dónde se pueden observar materiales de distintas edades y se establezcan los acontecimientos que ocurrieron durante cada momento de la historia de la Tierra. Se proponen numerosos ejemplos tanto en la Sierra Norte de Sevilla, donde se encuentran las rocas más antiguas (materiales precámbricos y paleozoicos), como en la Sierras al Sur donde es fácil observar materiales mesozoicos y en el valle del Guadalquivir que se presentan los materiales más modernos.

Palabras clave: Tiempo geológico, provincia, Sevilla.

SUMMARY

A field trip by the province of Seville through the Geological Time

One of the most difficult concepts to assimilate in Geology is the relationship between space and time. In this work, we propose several sites and itineraries to observe rocks and to interpret the most significant processes that have occurred through the geological time in the province of Seville. According to this aim, we have prepared and optimized geological field-trips for Primary Education and Civil Engineering students. In these itineraries the chronostratigraphic units are presented to the students as a trip through the time, showing how and where the rocks of different ages can be observed and to establish the events that occurred during every “moment” of the history of the Earth. Many examples are proposed

for the Northern Sierra of Seville where the oldest rocks (Precambrian and Paleozoic) of Seville are located, the Southern Sierra where Mesozoic rocks are found and the Guadalquivir Basin that shows Cenozoic materials.

Keywords: Geologic Time, province, Seville

INTRODUCCION

El concepto de tiempo adquiere connotaciones muy distintas cuando se considera desde diversos puntos de vista (geológico, histórico, biológico o incluso de vivencia personal) (Caballer y otros, 1995), siendo muy difícil conseguir una representación mental del significado de grandes lapsos de tiempo, como millones de años o miles de millones de años. Ello provoca un obstáculo epistemológico (Driver, 1988; Gil y Carrascosa, 1985; Osborne y Freyberg, 1991) que dificulta por sí mismo el aprendizaje de otros conceptos relacionados con él como son la formación de rocas, la fosilización, los cambios en el paisaje, la formación de montañas, etc.

Este problema se ha observado tradicionalmente en los alumnos de las asignaturas de Geología (Brumby, 1979; Pedrinaci, 1987) y se ha constatado durante la realización de prácticas de campo con alumnos de los Grados de Educación Primaria y de Ingeniería Civil en la Universidad de Sevilla. Muchos autores han intentado facilitar la comprensión de estos conceptos Alegret y otros (2001), Everitt y otros, (1996); LoDuca y Ojala, (1998); Pedrinaci y Berjillos, (1994), e incluso se han escrito libros de Geología Regional de España con este tipo de contextualización (Gibbons y Moreno, 2002).

En este trabajo se propone la realización de itinerarios de campo enfocados al conocimiento de esta variable geológica, de manera que supongan un descubrimiento, como si de un viaje en el tiempo se tratase, comentando los principales eventos geológicos que se pueden encontrar en la provincia de Sevilla, ordenados en forma cronológica. Esto es posible porque en esta provincia se dispone de una buena representación de materiales y acontecimientos geológicos condensados en un espacio relativamente pequeño (Fig. 1). El objetivo de este trabajo es facilitar a los alumnos de Geología la comprensión del concepto de tiempo geológico a través de los sucesos geológicos ocurridos en la provincia de Sevilla.

METODOLOGÍA

Para conseguir este objetivo se han preparado itinerarios donde se observan diversos acontecimientos acaecidos en la provincia de Sevilla durante la Historia de la Tierra. Para ello se han realizado visitas previas a diferentes lugares y se han elaborado una serie de guías de campo resaltando los principales acontecimientos geológicos a partir de ciertas observaciones de campo. Todo ello ha sido ilustrado con fotografías y esquemas tanto de campo como de estructuras y formaciones actuales para realizar comparaciones que faciliten la comprensión por parte de los alumnos.

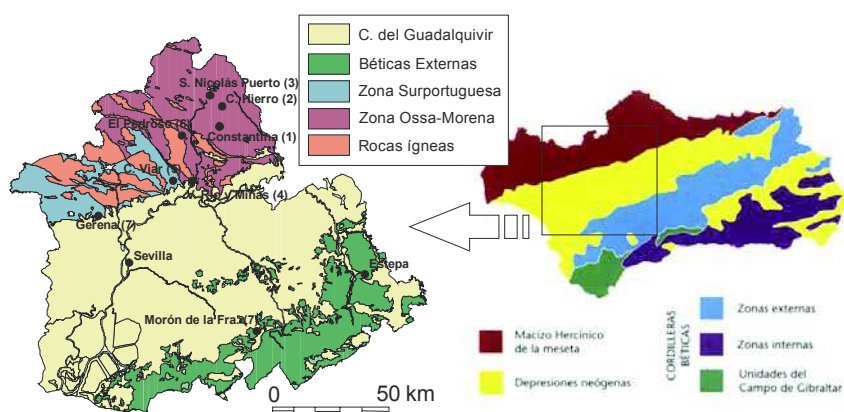


Figura 1. Marco geológico y principales puntos del itinerario.

RESULTADOS

En la provincia de Sevilla se pueden realizar numerosas observaciones que representan acontecimientos que han servido para establecer algunas de las principales unidades del tiempo geológico (u. geocronológicas, Fig. 2), por ejemplo mediante los materiales depositados en un lapso de tiempo dado (u. cronoestratigráficas), que permiten deducir cómo era el clima, la geografía y el medio ambiente en el pasado (u. litoestratigráficas).

De este modo, el itinerario propuesto empezaría por la Sierra Norte de Sevilla donde se encuentran los materiales más antiguos que afloran en la provincia. En el Cerro de la Víbora (Constantina) (Punto 1) afloran unas areniscas de la base del Cámbrico (Cordubiense, 540 m.a.), donde se presenta una de las mejores conservaciones de medusas del mundo (Fig. 3), que tras una mortalidad en masa (noventa ejemplares, algunos de 88 cm de diámetro), quedaron rápidamente enterradas sobre una playa en aguas muy someras, tras un episodio de tormentas (Mayoral y otros, 2004).

En Cerro del Hierro (San Nicolás del Puerto) (2) se puede observar cómo era el Cámbrico inferior en esta zona. Se depositaron calizas con estromatolitos y “arrecifes” de arqueociátidos (Fig. 3) en un ambiente de plataforma costera con aguas cálidas y limpias en una latitud de clima subtropical (Miras y Galán, 1992). Un descenso del nivel de mar dejó estas rocas emergidas durante un tiempo (Ovetiense, 525 m.a.), dando lugar a paleokarstificación, formación de un paleosuelo y establecimiento de una disconformidad. Posteriormente hubo una transgresión y se depositaron las pizarras superiores con trilobites e hiolítidos en un medio marino abierto más profundo. En el mismo periodo de tiempo, en San

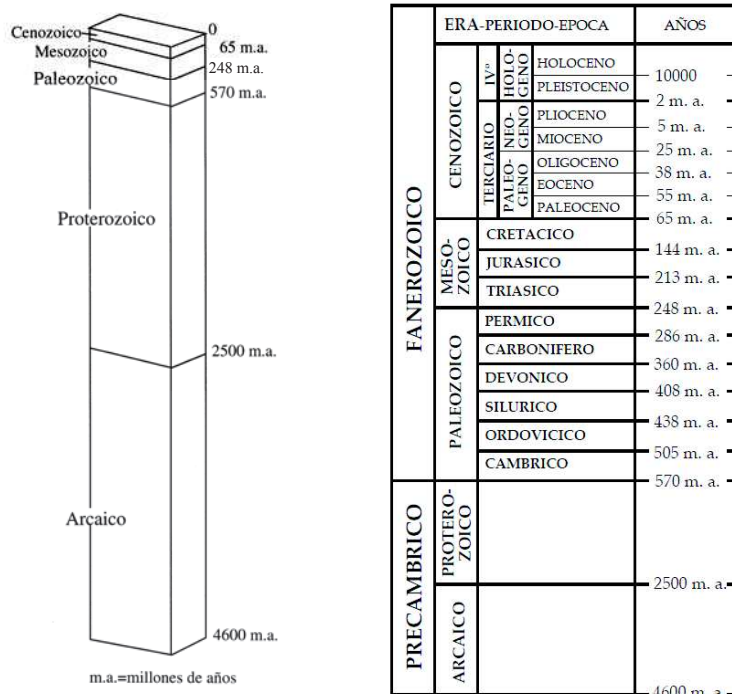


Figura 2. Columna de tiempo con representación proporcional a su duración y tabla del tiempo geológico con las principales unidades. Modificado de: Alegret y otros (2001).

Nicolás del Puerto (3) se depositaron areniscas cuarcíticas con estructuras sedimentarias típicas de playas (ripples simétricos y sigmoidales típicos de zonas intermareales, Fig. 3) que indicarían la línea de costa en el pasado (520 m.a.).

Dando un salto en el tiempo, a finales del Paleozoico (hace 300 m.a., durante el Carbonífero), se dieron numerosos choques de placas que originaron la Orogenia Hercínica y que ha marcado los rasgos estructurales de toda la Sierra Norte. Esta colisión múltiple de continentes culminó con la formación del supercontinente Pangea, donde la actual Sierra Morena formaba parte de una gran cordillera similar al Himalaya. Durante la orogenia, se originaron zonas pantanosas bajo un clima húmedo y cálido, característico de latitudes subtropicales. El fango y la vegetación acumulada en estos pantanos se transformaron en pizarras con lechos de carbón, con abundante flora de helechos. Estos materiales pueden observarse en los afloramientos de la cuenca Carbonífera de Guadalcanal o de Villanueva del Río y Minas (4) (Fig. 4).

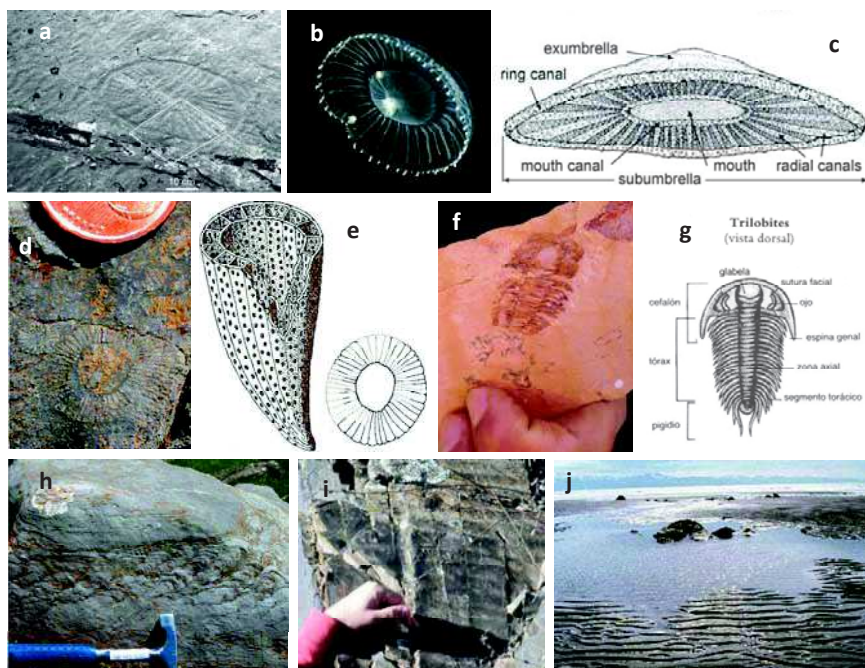


Figura 3. Fósiles y estructuras característicos del Cámbrico inferior de la Sierra Norte de Sevilla. a) Fósil de medusa (*Cordubia gigantea*); b) medusa actual del género *Aequorea* semejante a *Cordubia gigantea*; c) reconstrucción de *Cordubia gigantea*; d) Arqueociátido del Cerro del Hierro; e) reconstrucción de arqueociátido; f) Trilobite del Cerro del Hierro (*Strenuella* sp.); g) reconstrucción de trilobite; h) Estromatolitos del Cerro del Hierro; i) ripples de oleaje cámbricos de San Nicolás del Puerto; j) formación de ripples de oleaje en la zona intermareal de una playa actual. Fotos a, y c tomadas de Mayoral y otros (2004) y fotos d y h tomadas de Mayoral y otros (2008).

Al final del Paleozoico, cuando ya se había formado Pangea (260 m.a.), la erosión de la Sierra Norte creó grandes valles fluviales que se rellenaron con los propios materiales erosionados. Estos vestigios se pueden observar en la Cuenca del Viar (5), que se caracteriza por unas facies continentales fluviales y de abanicos aluviales con numerosos paleocauces visibles, rellenos de conglomerados y areniscas rojizas (Fig. 4). También se produjeron una gran cantidad de fenómenos magmáticos asociados a la Orogenia Hercínica. La erosión continuada durante más de 250 m.a. ha provocado la denudación de varios miles de metros de rocas mostrando las intrusiones magmáticas como son los granitoides del Pedroso (6) o Gerena (Fig. 4). También se observa actividad volcánica en los materiales del Viar, que evolucionaron desde lavas basálticas fluidas a un vulcanismo dacítico-riolítico de carácter explosivo (Sierra y otros, 2000).

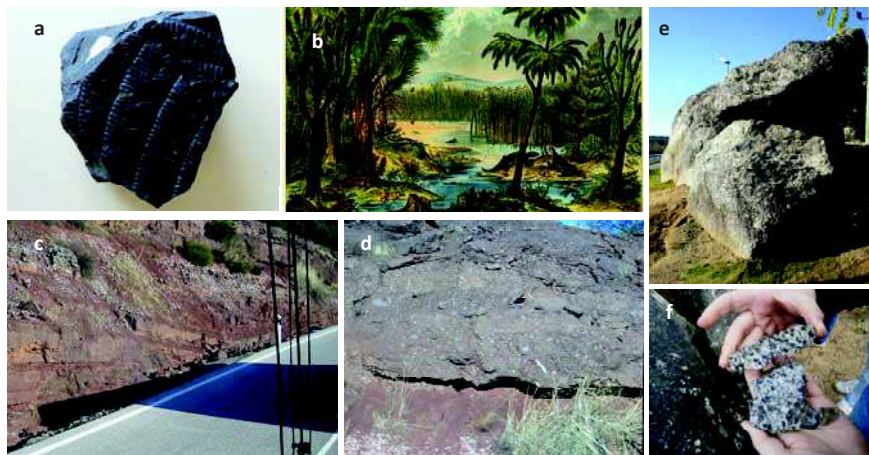


Figura 4. Fósiles, rocas y estructuras de finales del Paleozoico en las Sierra Norte de Sevilla (Carbonífero y Pérmico). a) Helecho fósil (*Callipteridium gigas*) típico de las cuencas carbóníferas (ejemplar del museo de Geología de la Universidad de Sevilla); b) representación de zonas pantanosas subtropicales del carbonífero; c) estratos sedimentarios de la Cuenca del Viar; d) superficie erosiva típica de paleocanales en los materiales de la Cuenca del Viar; e) rocas ígneas plutónicas (tonalitas) del Pedroso; f) detalle de las tonalitas del Pedroso.

Ya en el Mesozoico, durante el Trías Keuper (230-200 m.a.), se inicia la fracturación del Pangea con la formación y desarrollo de un rift continental. En este contexto se depositaron arcillas muy características de colores abigarrados, típicas de un ambiente continental cálido y semiárido donde había lagunas que se secaban dando lugar a la precipitación de yesos y otras sales (evaporitas). Estos materiales se observan bien en las cercanías de Morón (7), al Sur de la provincia (Fig. 5). En ocasiones había pequeñas cuencas marinas de plataforma poco profundas que originaron el depósito de carbonatos que actualmente se muestran como dolomías oquerosas o “carniolas”. La presencia de ofitas (rocas subvolcánicas) en los afloramientos del Triásico (Fig. 5) indica que durante este periodo también se produjeron fenómenos magmáticos asociados a la etapa de rifting, igual que sucede hoy en día en el Rift Africano.

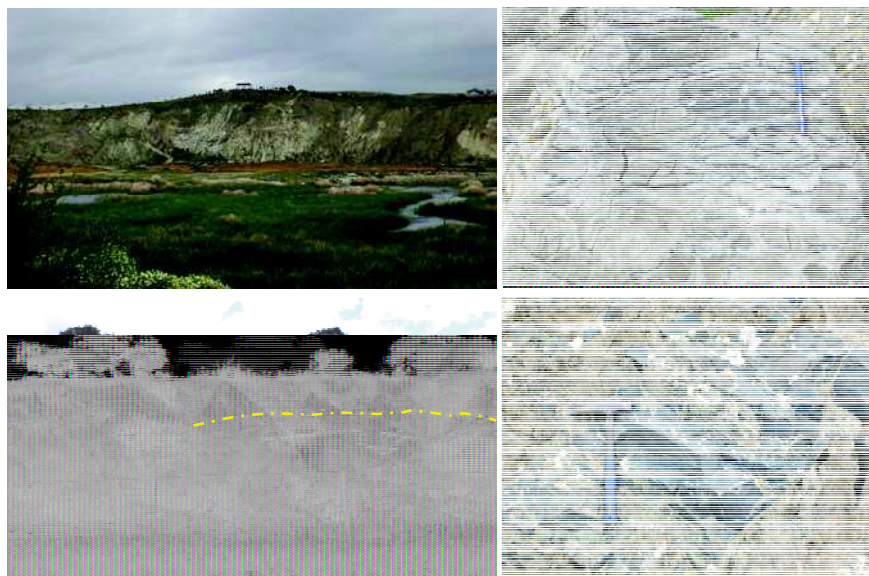


Figura 5. Materiales triásicos del entrono del Morón de la Frontera. a) Antigua cantera de yesos; b) Detalle de yesos con laminaciones y estructuras de diapirismo; c) antigua cantera de ofitas donde se observan las rocas subvolcánicas intruyendo en capas de arcillas y yesos triásicos; d) detalle de las rocas subvolcánicas ofíticas.

Hace 160 m.a. en el Jurásico, con el Pangea ya fragmentado, se formó el océano Tethys entre Laurasia al Norte y Gondwana al Sur. Hubo un gran desarrollo de plataformas continentales que dieron lugar a la formación de calizas (Sierra de Esparteros en Morón, punto 7, o Sierra de Estepa, Fig. 6). Estos materiales presentan abundante fauna de ammonites, belemnites, moluscos, corales, algas, etc.

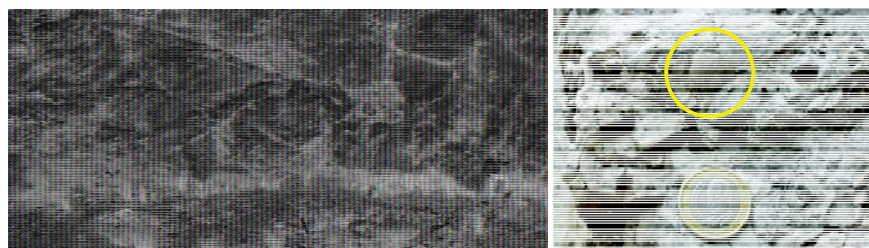


Figura 6. a) Cantera de calizas en la Sierra de Esparteros (Morón de la Frontera); b) fósil de bivalvo en las calizas.

Hace 8 m.a., durante el Mioceno, África y Europa colisionaron, comprimiendo los materiales depositados en el fondo del Mar de Thetys, que hoy en día constituyen las Sierras Béticas. Entre la Sierra Norte y las Béticas se originó una cuenca marina, que actualmente está formada por la depresión del Guadalquivir. En el borde norte de esta cuenca, concretamente en Cantillana, Villaverde y en las cercanías de Gerena se pueden observar las facies de borde de la cuenca marina del corredor Bético, que consisten en rellenos de gravas de

abánicos aluviales que pasan a brechas calcáreas ricas en moluscos, erizos y otros fósiles (Fig. 7). El ambiente de depósito sería cercano a la línea de costa con gran oleaje y acumulación de trozos de conchas. Al final del Mioceno (6 m.a.) hubo una transgresión marina y un depósito muy importante de arcillas y margas que hoy día constituyen el subsuelo de la ciudad de Sevilla.

“Recientemente”, hace menos de 1 m.a., la cuenca del Guadalquivir ya tiene un carácter continental semejante al actual, con el depósito de materiales cuaternarios procedentes de los desbordamientos del río.

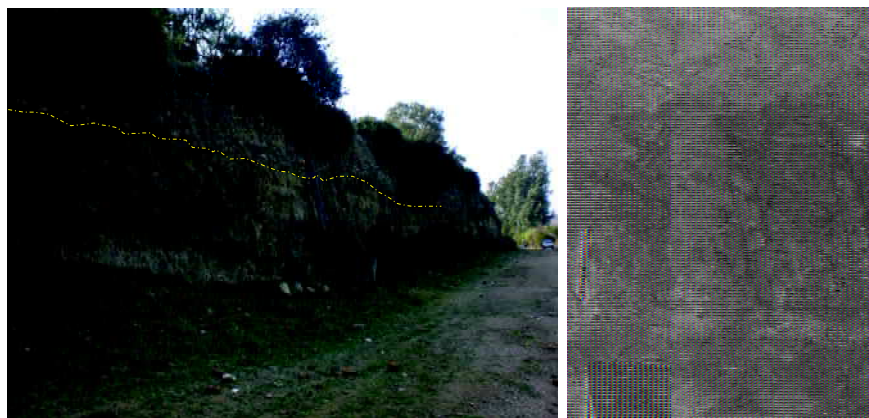


Figura 7. Afloramiento de areniscas y calcarenitas miocenas de borde de cuenca y contacto discordante con conglomerados cuaternarios suprayacentes; b) vestigios fósiles de bioturbación en las areniscas miocenas

CONCLUSIONES

La preparación de itinerarios geológicos donde se observan materiales y estructuras formados en distintos momentos de la historia de la Tierra favorece la comprensión de conceptos como el tiempo geológico, que son difíciles de explicar. La comparación de las rocas y materiales depositados en tiempos geológicos con situaciones actuales sirven de apoyo a la interpretación sobre la paleoecología, paleogeografía, paleoclima, etc. reinantes en distintas épocas del pasado.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de del Proyecto de Innovación y Mejora Docente 2011-2012 del I Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla (nº solicitud 106). Agradecemos también la revisión y crítica realizadas por el Dr. Emilio Galán Huertos que ha ayudado a mejorar sustancialmente este escrito.

REFERENCIAS

- Alegret, L., Meléndez, A. y Trallero, V. (2001). Didáctica del tiempo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, **9(3)**: 261-269.
- Brumby, M. (1979). Problems in learning the concept of natural selection. *Journal of Biological Education*, **13(2)**: 119-122.
- Caballer, M.J. Giménez, I. y Madrid, A. (1995). Secuencias didácticas para favorecer el aprendizaje de conceptos: una propuesta metodológica ejemplificada. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, **3(1)**: 28-34.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del curriculum de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, **6(2)**: 109-120.
- Everitt, C. L., Good, S. C. & Pankiewicz, P. R. (1996). Conceptualizing the inconceivable by depicting the magnitude of geological time with a yearly planning calendar. *Journal of Geological Education*, **44**: 277-293.
- Gibbons, W. y Moreno, T. (2002). *The Geology of Spain*. Geological Society. 653 pp.
- Gil, D. y Carrascosa, J. (1985). Science Learning as a conceptual and metodological change. *European Journal of Science Education*, **7(3)**: 231-236.
- LoDuca, S. T. y Ojala, C. F. (1998). Earth history on the gridiron. *Journal of Geological Education*, **46**: 55-60.
- Mayoral, E., Liñan, E., Gámez, J.A., Muñiz, F. y Gozalo, R. (2004): Stranded jellyfish in the lowermost Cambrian (Corduban) of Spain. *Revista Española de Paleontología*, **19(2)**: 191-198.
- Mayoral, E., Liñan, E., Gámez, J.A., Gozalo, R. y Díez, M.E. (2008). El Cámbrico inferior del Cerro del Hierro (Sevilla). Propuesta de itinerario paleontológico. En: *Investigación científica y conservación en el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla*. (Cuenca, I. y Menor, A., eds). Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Pp: 27-44.
- Miras, A. y Galán, E. (1992). Las mineralizaciones de barita de Cerro del Hierro (Sevilla). Características mineralógicas y geoquímicas. *Estudios Geológicos*, **48(3-4)**: 91-99.
- Osborne, R.J. y Freyberg, P. (1991). *La Enseñanza de las Ciencias*. Editorial Narcea.
- Pedrinaci E. (1987). Representaciones de los alumnos sobre los cambios geológicos. *Investigación en la Escuela*, **2**: 64-74.
- Pedrinaci, E. y Berjillos, P. (1994). El concepto de tiempo geológico: Orientaciones para su tratamiento en la educación secundaria. *Enseñanza de Ciencias de la Tierra*, **2(1)**: 240-251.
- Sierra, S., Moreno, C. y González, F. (2000). El vulcanismo pérmico de la cuenca del Viar (SO de España): Caracterización de la Secuencia Volcanoclástica Gris. *Geogaceta*, **27(1)**: 59-162.