

## Huellas de dinosaurio: un recurso didáctico

### *Dinosaurs footprints: an educational resource*

**CHABIER DE JAIME LORÉN**

I.E.S. Valle del Jiloca. Avda. Zaragoza, 42. 44200-Calamocha (Teruel). E-mail: [cdejaim@educa.aragon.es](mailto:cdejaim@educa.aragon.es)

**Resumen** Alumnos de Primer Curso de Bachillerato de Ciencias del I.E.S. Valle del Jiloca (Calamocha-Teruel) realizaron un estudio para conocer los ambientes en los que vivieron los dinosaurios durante el tránsito Jurásico-Cretácico, a partir de la interpretación de las rocas sedimentarias en un pequeño territorio de la provincia de Teruel poco prospectado. En una primera fase se documentaron visitando un centro de investigación paleontológica (Teruel) y un conjunto de yacimientos de icnitas (Galve). Tras ello se realizó el trabajo de campo consistente en el estudio de afloramientos rocosos. Las zonas de mayor interés son las que presentan rocas sedimentarias formadas en sistemas deltaicos durante el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior. En estos períodos, los dinosaurios pisaron sobre fangos que después se transformaron en rocas. Algunas de las huellas pudieron quedar fosilizadas como icnitas. El método consistió en localizar en el campo zonas donde afloraban las rocas adecuadas. En losas no meteorizadas superficialmente se analizó el microrelieve de los techos y muros de los estratos donde se observaran posibles moldes y/o contramoldes. De cada posible vestigio se realizó una ficha con los datos del terreno y con los resultados obtenidos. Tras la supervisión de estos por paleontólogos de la Fundación Dinópolis las posibles icnitas de dinosaurio fueron consideradas realmente como huellas de erosión. Sin embargo, gracias a los trabajos geológicos, en dos localidades se descubrieron restos de troncos y ramas petrificadas.

**Palabras clave:** Roca sedimentaria, Ambiente sedimentario, Dinosaurio, Icnita, Bachillerato.

**Abstract** *Science high school students from Valle del Jiloca Secondary Education Center (Calamocha, Teruel) carried out an interesting study. They wanted to know the environment where dinosaurs lived during the Jurassic–Cretaceous transition by analyzing from this stratigraphic record. This kind of prospection had never been done before in the north-western part of Teruel. Their first task was gathering information and some training. These students visited a paleontological research center in Teruel and an ichnites site in Galve. Next, the fieldwork started. The most interesting areas are those with sedimentary rocks formed during the later Jurassic and the early Cretaceous in river deltas. During that time dinosaurs used to tread on mud that later formed rocks. Some of their tracks may have become fossilized as ichnites. The method used was locating areas where the appropriate rocks crop out. With the purpose of finding moulds or antimoulds, the students analyzed the stratum roofs and floors microrelieves on uneroded flagstones. A report was written about each deposit with the field data and the results obtained. Finally some possible ichnites were found. After the Dinopolis Foundation paleontologist verification, those ichnites turned out to be mere erosion marks on the rocks. In spite of this, in two towns, some petrified trunks and branches were found thanks to this study and the students' effort.*

**Keywords:** *Sedimentary rocks, Sedimentary environment, Dinosaur, Ichnite, High School.*

## INTRODUCCIÓN

El trabajo *Estudio paleontológico de icnitas de dinosaurio en el noroeste de la provincia de Teruel* fue desarrollado por tres estudiantes del Primer Cur-

so de Bachillerato de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud del I.E.S. “Valle del Jiloca” de Calamocha (Teruel), durante el curso 2007-2008. La investigación fue coordinada por su profesor de “Biología y Geología”.

El origen del trabajo proviene de su interés por la Paleontología, así como de la necesidad de realizar un trabajo de investigación para la citada asignatura y de su motivación para concurrir en algún certamen de Ciencia Joven. Las condiciones de partida fueron que se haría fuera del horario lectivo, que dispondrían del asesoramiento y de la colaboración logística del profesor, que supondría un 20% en la calificación de la tercera evaluación de la asignatura y, por último, que tendría la consideración de actividad extraescolar.

La búsqueda del tema surgió de la necesidad de compatibilizar su motivación por los fósiles y por la Historia de la Tierra y de la Vida con la exigencia de respetar la normativa aragonesa en materia de protección del patrimonio (Andrés y Royo, 2002). La observación e interpretación de los indicios de la actividad de los dinosaurios era una oportunidad para introducirles en el conocimiento de los aspectos básicos de la Geología Regional relacionados con la Petrología, Estratigrafía, Tectónica, Paleontología, Geomorfología e Historia Geológica.

Desde el primer momento les quedó claro que no se trataba de una excavación y que no se podía realizar más intervención en el terreno y en los materiales geológicos que la toma de imágenes fotográficas. En el caso de que durante las interpretaciones geológicas se hallara alguna icnita se pondría en conocimiento de los investigadores de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis, para que a su vez fuera comunicado al Departamento de Cultura del Gobierno de Aragón. Se trataba de conocer la metodología de la fase inicial de los estudios paleontológicos como una estrategia para interpretar los rasgos geológicos generales de un pequeño territorio.

Los alumnos contaban con la formación elemental en Geología que aportan las asignaturas de “Biología y Geología” de 4º E.S.O., por entonces ya concluida, y la de “Biología y Geología” de Primer Curso de Bachillerato, que fue desarrollada durante el primer trimestre del mismo curso en el que se realizó la investigación.

La empresa era compleja y muy incierta. La ilusión y el entusiasmo de los alumnos eran muy altos. Se trataba de introducir a los alumnos en el trabajo científico dentro de las Ciencias de la Tierra y de la Vida y al mismo tiempo encauzar la enorme energía juvenil en conseguir una aportación científica.

## OBJETIVOS

En el estudio se planteó que los alumnos alcanzaran los siguientes fines:

- Diferenciar las rocas sedimentarias que afloran en la zona objeto de estudio y relacionarlas con sus condiciones de formación.
- Conocer las condiciones ambientales que se dieron durante el final del Jurásico y principio del Cretácico a partir de estas rocas sedimentarias.

- Emplear escalas cronoestratigráficas y geocronológicas.
- Reconocer e interpretar otras estructuras sedimentarias presentes en los estratos.
- Leer la información contenida en mapas geológicos y topográficos.
- Manejar la brújula y el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).
- Reconocer y ordenar algunos acontecimientos geológicos que han ocurrido en las zonas de estudio.
- Contribuir al conocimiento sobre icnitas de dinosaurios en territorios poco explorados del sur de Aragón.
- Conocer las técnicas empleadas por los científicos para localizar nuevos yacimientos paleontológicos.
- Identificar la presencia de icnitas de reptiles dentro de las rocas sedimentarias.
- Valorar la faceta histórica de la Geología como ciencia.
- Apremiar la riqueza geológica y paleontológica de la provincia de Teruel y la necesidad de su conservación ante la actividad humana.
- Adquirir un pensamiento lógico a partir de la comprensión del ordenamiento de los sucesos geológicos.
- Aplicar las nuevas tecnologías en la difusión de una investigación.

## METODOLOGÍA GENERAL

Se intentó que los alumnos alcanzaran estos objetivos mediante un conjunto variado de técnicas de estudio: recopilación bibliográfica, aprendizaje directo con investigadores profesionales, trabajo en equipo, planificación de las tareas en el campo, manejo de cartografía, trabajo de Geología de campo, elaboración de documentos, confección de una página web, realización de fotografías, etc.

El papel del profesor fue, por una parte, coordinar y orientar las actividades, secuenciándolas y organizando el trabajo; contactar con otras entidades que pudieran colaborar o asesorar; acompañar y orientar a los alumnos durante sus salidas al campo; revisar la documentación elaborada por el equipo y evaluar el desarrollo de la investigación. Por otra parte, tuvo que colaborar en el reconocimiento de las rocas, de las estructuras tectónicas, y en relacionar ambas con las formas del relieve, en identificar fósiles y asociarlos con sus características paleoecológicas y en el aprendizaje de las técnicas de campo.

## ORGANIZACIÓN

El equipo de alumnos realizó la totalidad de su trabajo fuera del horario escolar.

A partir de la documentación aportada por el profesor coordinador y la búsqueda de referencias realizada en la red, los alumnos dispusieron de la información básica para iniciar el estudio.

La localidad de residencia de los componentes del equipo se hallaba a una distancia entre 30 y 50 km de la zona de estudio. Los lugares donde adquirir formación (Fundación Dinópolis, en Teruel, y Parque Paleontológico de Galve) aún estaban más alejados. Por ello, el profesor les acompañó durante todas las salidas.

El trabajo de preparación de cada una de las jornadas de campo lo hicieron los alumnos. Ellos definieron los itinerarios, los accesos y los terrenos adecuados donde realizar las observaciones de los materiales de estudio.

Tras completar las salidas al campo, la elaboración de los diversos apartados del informe final fue realizada por los alumnos y revisada posteriormente por el profesor coordinador. Para el diseño y la confección de la página web recibieron asesoramiento de una profesora de Informática.

## DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

### Antecedentes y estudios previos

Antes de comenzar el estudio los alumnos realizaron una búsqueda de información sobre los materiales y procesos geológicos del territorio a estudiar (IGME, 1979) y su contextualización en el marco de la Cordillera Ibérica (Meléndez, 2004). La búsqueda también se extendió a investigaciones previas sobre Paleontología de dinosaurios (Alcalá y Cobos, 2007) o sobre sus icnitas, tanto en Teruel como en el resto de Aragón (Alcalá y Cobos, 2004; Andrés, 2007). Esto les proporcionó unos conocimientos básicos para introducirse en la metodología a aplicar, así como para conocer los resultados obtenidos en experiencias similares (Fig. 1).

Se consultaron en internet otros trabajos sobre este tipo de huellas. En la red hay mucha menos información sobre estudios de icnitas que sobre restos óseos de dinosaurios. Pero aún así, los alumnos encontraron varios trabajos sobre investigaciones realizadas en La Rioja, territorio con gran patrimonio icnológico.

Después se procedió a visitar la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis. El equipo de paleontólogos les proporcionó información sobre los aspectos estratigráficos, litológicos y paleontológicos, así como de las condiciones ambientales y los procesos geológicos que ocurrieron en el tránsito Jurásico Superior-Cretácico Inferior.

Además, aportaron orientaciones básicas para la identificación y el estudio de estas icnitas en la provincia de Teruel e indicaron qué zonas eran las idóneas para encontrarlas y dónde se había investigado ya. Igualmente recibieron formación sobre la legislación aragonesa referida al patrimonio paleontológico. Por último, insistieron en la dificultad que tiene este tipo de estudios. Esta experiencia resultó altamente motivadora para los alumnos (Fig. 2).

En la visita al Parque Paleontológico de Galve se tuvo la oportunidad de conocer uno de los yacimientos icnológicos mejor estudiados por los investigadores: el de "Las Cerradicas" (Andrés, 2007). Jesús Herrero, guía del Parque, además de mostrar la variedad de huellas petrificadas ofreció útiles consejos sobre la interpretación paleoecológica a partir del análisis de las rocas que los contienen.

Fig. 1 (izquierda).  
Icnita en un conocido  
yacimiento de Galve.

Fig. 2 (derecha).  
Aprendiendo en el  
yacimiento de Las  
Cerradicas (Galve).



## Área de estudio, materiales y método empleado

### Área de estudio

El área de estudio se centró en la parte norte de la comarca Comunidad de Teruel.

### Materiales

- Mapas geológicos (I.G.M.E.) de escala 1:50.000
- Mapas topográficos (I.G.N.) de escala 1:25.000
- Mapas de carreteras de escala 1:400.000
- Cuaderno de campo
- Brújula con clinómetro incorporado
- Cámaras fotográficas
- Receptor GPS

### Metodología

La primera cuestión a resolver por los alumnos era: ¿Por qué no puede haber huellas de dinosaurio en los alrededores de nuestro pueblo (Calamocho)? Solventar esta pregunta obligaba a conocer las edades de las rocas de este territorio y de su entorno a partir de la cartografía geológica. Los alumnos comprobaron que en la mayor parte de la superficie de su comarca afloran rocas que se formaron antes (Paleozoico) de la aparición de estos reptiles o después de su extinción (Cenozoico).

Sin embargo, quedaban una serie de zonas con rocas formadas durante el Mesozoico. Aquí fue oportuno introducir los conocimientos básicos sobre los ambientes sedimentarios y sobre la ecología de los dinosaurios. Los materiales depositados en ambientes continentales propicios durante el Triásico lo hicieron en unas condiciones de aridez muy desfavorables para la mayor parte de estos reptiles (Buntsandstein y Keuper) o en ambientes ecológicos muy poco compatibles por ser mares de aguas libres (Muschelkalk). La mayor parte de las rocas formadas durante el Jurásico y el Cretácico se originaron en ambientes marinos de aguas abiertas o de plataforma, que tampoco resultaban muy apropiados para este grupo de vertebrados continentales.

Se concluyó que había que desplazarse hacia zonas más alejadas en las que concurrieran las condiciones geocronológicas y sedimentarias que posibilitaran la presencia de restos de dinosaurios. Esto podía ocurrir en aquellos estratos depositados en el tránsito entre el Jurásico y el Cretácico, donde por otra parte coincidían la mayor parte de los yacimientos conocidos en el sur de Aragón.

Antes de iniciar cada jornada de campo los estudiantes planificaban la visita. Sobre el mapa geológico de la serie MAGNA (escala 1:50.000) localizaban todos aquellos afloramientos rocosos de edades y ambientes sedimentarios adecuados para el objeto de estudio. Después se proyectaban dichas zonas en los mapas topográficos (escala 1:25.000), por ser estos mucho más precisos y más prácticos para la orientación sobre el terreno.

Cada jornada se partía desde Calamocho accediendo con el profesor en su coche particular. Para

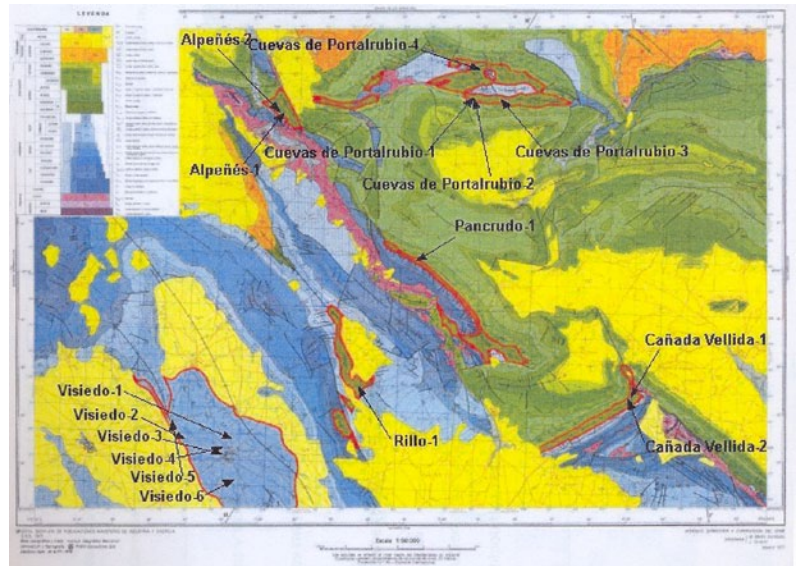


Fig. 3.- Mapa geológico con la situación de los posibles indicios de icnitas.

aprovechar al máximo las escasas horas de luz invernales, especialmente la valiosa luz del amanecer, se iniciaba el trabajo de campo a las 8:30 a.m. Algunas jornadas terminaban por la tarde sobre las 6 p.m. Las jornadas de campo fueron realizadas desde noviembre de 2007 hasta marzo de 2008. Durante estos meses se visitaron los términos de Bueña, Visiedo, Rillo, Fuentes Calientes, Cañada Vellida, Visiedo, Pancrudo, Alpeñés y Portalrubio en los que, durante las investigaciones geológicas, se encontraron algunos enclaves con posibles icnitas (Fig. 3).

A la hora de trabajar, se siguieron las pautas siguientes:

- Con ayuda del dispositivo GPS y de los mapas (tanto geológicos como topográficos) el equipo se dirigía hacia las áreas previamente seleccionadas, que eran aquellas donde afloraban rocas del final del Jurásico Superior (facies Purbeck) y del principio del Cretácico Inferior (facies Weald).
- Para cada zona estudiada se registraban en el cuaderno de campo la fecha, el término municipal, el paraje, las coordenadas U.T.M. y la altitud.
- Se anotaban los datos geológicos de cada lugar con interés: tipo de roca del enclave y del entorno, disposición de los estratos, estructuras sedimentarias y tectónicas, posible presencia de fósiles, relieve del entorno, aprovechamiento humano y cubierta vegetal. Sobre el terreno realizaban croquis y dibujos esquemáticos, se tomaban fotos y se medían algunas formas del microrrelieve que pudieran resultar icnitas. Además se recogía cualquier otra información geológica complementaria que fuera de interés.

A lo largo del día se recorrían diversos parajes situados en distintos términos municipales. El problema resultaba localizar en el campo las zonas marcadas en un mapa geológico de escala muy poco precisa. Se encontraban algunas contradicciones entre la realidad geológica y su plasmación cartográfica, lo que también resultó igualmente un aprendizaje.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos por los alumnos corresponden a las observaciones realizadas y a la identificación de materiales y de procesos geológicos de carácter general durante el desarrollo de la experiencia. Éstos fueron de variada naturaleza:

### Petrología

Se han reconocido seis tipos básicos de rocas sedimentarias: lutitas, areniscas, conglomerados, carbón, calizas y yesos.

Dentro de un mismo tipo de roca se han encontrado pequeñas diferencias en cuanto a su textura, composición mineral y presencia de fósiles presentes en estratos que se han depositado en diferentes ambientes sedimentarios.

### Estratigrafía

Dentro de los estratos se han identificado elementos que aportan información sobre los procesos y las condiciones de depósito como grietas de retracción, granoselección de clastos y estratificación cruzada.

Así mismo, los sucesos asociados a la orogenia Alpina y los depósitos posteriores durante el Terciario posibilitan el reconocimiento de discordancias estratigráficas.

### Tectónica

El acceso desde el Valle del Jiloca hasta la Sierra de Lidón para realizar el trabajo de campo permitió comprender a los alumnos el concepto de fosa tectónica que se ve reforzado por el reconocimiento de la falla del Jiloca a la altura de Singra y la de Bañón.

A lo largo de los recorridos se han localizado diversas fallas de pequeñas dimensiones, reconociéndose los bloques participantes (con cierta dificultad

por la erosión) y los correspondientes planos de falla con su espejo y estrías características.

La observación de estratos deformados en el campo y con la perspectiva del mapa geológico han permitido identificar anticlinales y sinclinales de dimensiones hectométricas.

### Paleontología

Las posibles icnitas de dinosaurio encontradas durante los trabajos geológicos no eran tales, como señalaron los paleontólogos de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis, para decepción de los estudiantes. Todas las oquedades que se interpretaron como posibles huellas resultaron ser formas de erosión fruto del desigual modelado del agua en la arenisca. También la acción geológica del viento puede confundir al crear formas erosivas similares a las huellas.

En dos lugares fueron hallados restos vegetales correspondientes a porciones de troncos o de ramas que probablemente habían sido arrastradas por crecidas fluviales debidas a tormentas. Estos árboles podrían vivir en un bosque aluvial o bien en la desembocadura de un río (delta) cercano al mar. Sin ser uno de los objetivos de partida este hallazgo sorprendió a los estudiantes y aportó un estímulo en su trabajo.

Además de los árboles fosilizados y las posibles huellas de dinosaurio, se localizaron icnitas de invertebrados (pistas de reptación) en calizas jurásicas y areniscas cretácicas, así como fósiles de gasterópodos y de bivalvos (rudistas) cretácicos (Fig. 4).

### Geomorfología externa

El relieve actual es el resultado de los procesos tectónicos compresivos y distensivos acontecidos durante el Cenozoico y de la desigual acción modeladora de las aguas superficiales durante el Cuaternario (Meléndez, 2004).


VISIEDO 2			
Fecha: 24/11/07	Hora solar:	09.05h	
<b>Término Municipal:</b> Visiedo	<b>Paraje:</b> Camino de Los Caños	<b>Coordenadas UTM:</b> 30T-0659531/4506416	<b>Altitud:</b> 1.330 m.s.n.m.
<b>Información geológica:</b>			
<b>Relieve:</b> Planicie.			
<b>Vegetación:</b> Céspedes secos.			
<b>Materiales:</b> Conglomerados con clastos silíceos.			
<b>Disposición de los materiales:</b> Losas en forma de polígonos aislados de unos 100 cm de lado.			
<b>Estructura:</b> Ligera inclinación (buzamiento de 10° O)			
<b>Usos:</b> Pastizal y vertedero de piedras sobrantes de los campos colindantes.			
<b>Otros datos de interés:</b> presencia innumerables líquenes bastante regulares.			
<b>ICNITAS:</b> una, aunque muy improbable.			
<b>Observación de interés:</b>			
En el cúmulo de rocas existente en lo alto del cerro de coordenadas UTM 0659531/4506416 (correspondiente a la imagen superior izquierda), existencia numerosos fragmentos de <b>árboles fosilizados</b> dentro de rocas tipo conglomerado con gran abundancia de óxidos ferrosos. Como ejemplos representativos, cabe mencionar el hallazgo de fragmentos leñosos de dimensiones siguientes, en largo x ancho (cm.) de 48x9, 36x6, 41x17, 17x26 ó 102x5. En las imágenes inferiores, se observa la madera petrificada descubierta: con sus características fibras leñosas.			

Fig. 4.- Ficha modelo confeccionada con los datos de campo



Fig. 5.- Recorriendo los montes de Cuevas de Portalrubio.

La erosión diferencial es la explicación principal de los páramos del Campo de Visiedo, del valle abierto por el río Pancrudo en Alpeñés y de las crestas de las areniscas de Pancrudo, las cuestas sobre calizas cretácicas en Cuevas de Portalrubio, por citar algunos casos.

#### Geología económica

Se han visitado varias explotaciones mineras en las que se extraen o han extraído diferentes materiales. Ello permite recordar la importancia de esta actividad en la economía y en el paisaje de este territorio.

Se visitaron las canteras a cielo abierto de arcillas de Galve y las de arenas cretácicas de Alpeñés, ambas en activo, así como las depresiones creadas tras la extracción de lignito en la ya abandonada mina Salomé (Cuevas de Portalrubio). En Rillo y Pancrudo se conocieron las bocaminas de los pozos de lignito, ya abandonados, y los acúmulos de estériles adyacentes.

Asociado a estos aprovechamientos se pudieron constatar algunos de los efectos ambientales asociados, como la modificación del relieve, la pérdida de suelo, la alteración de la flora y la contaminación de los cursos de agua, entre otros.

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En primer lugar, se analizaron los resultados y se discutió la metodología empleada:

#### Sobre los terrenos y sus edades

En aquellos afloramientos de rocas de las facies Purbek o Weald que son poco extensos o bien algo estrechos, no es difícil salir de la zona adecuada e introducirse en los materiales cercanos que corresponden a otras edades. No hay que olvidar que en su mayor par-

te, estos terrenos tienen un uso agrícola o corresponden a pastizales y están cubiertos por la vegetación.

#### El problema de encontrar estratos en superficie

Antes de iniciar las salidas de campo los estudiantes debían delimitar sobre el mapa las zonas que iban a ser estudiadas. Esto no les resultaba muy difícil. En el mapa geológico aparecen con tramas y colores específicos las zonas con rocas formadas durante el único momento apropiado: el tránsito entre el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior. Sobre el mapa todo les resultaba claro (Fig. 5).

Pero al llegar al paraje real, en muchas ocasiones, se encontraban con una ingrata sorpresa. Algunas de las zonas proyectadas corresponden a materiales detríticos finos que se hallan cultivados. Había que buscar por el campo materiales rocosos que no estuvieran cubiertos por otros materiales. Es decir, había que buscar estratos visibles superficialmente lo más extensos posible y poco meteorizados.

Además, en el caso de haber icnitas, éstas debían estar en el techo de los estratos donde se realizó la huella (molde) o el muro del que la cubrió (contramolde). En muchos casos lo que hallaban en el terreno eran secciones transversales de los estratos.

#### La dificultad de la interpretación de lo “descubierto”:

En la segunda y en la octava jornada de campo, los alumnos comprendieron con facilidad que para que una icnita de dinosaurio pueda encontrarse en una roca, este material debe haberse formado en un momento de la historia de la Tierra en el que existieran estos reptiles. Es decir, en gran parte del Mesozoico. Esto excluye a las rocas formadas durante el Precámbrico, el Paleozoico y el Cenozoico.

Así mismo, entendían también que para que existiese una icnita era necesario que el dinosaurio

pisara en un material relativamente blando. Si lo hiciera en sedimentos sueltos secos o sobre una roca consolidada no dejaría huella alguna. Es decir, debe haber atravesado terrenos húmedos. Esto limita a la mayor parte de los ambientes continentales.

La huella que deje un dinosaurio al pisar en el fango ha de ser rápidamente cubierta por una capa de sedimentos detríticos finos. Esta situación puede darse, por ejemplo, debido a distintas causas: la subida del nivel del mar o la crecida de un río próximo. El depósito posterior de otros estratos de rocas sedimentarias favorece la diagénesis de los primeros y la fosilización de la huella. Si ésta no hubiera quedado cubierta en un corto período de tiempo, sería destruida por los agentes erosivos.

Una vez formada la icnita y protegida por otros materiales tiene que aflorar a la superficie para poder ser hallada.

Es muy poco probable que haya quedado a la intemperie al haberse erosionado totalmente el estrato que la recubría. Si esto ocurre, pueden darse tres situaciones:

- Que también se haya erosionado la propia huella. Es el caso más frecuente. Se habrá destruido la icnita.
- Que la huella quede sepultada por sedimentos posteriores (discontinuidad). En este caso tampoco será posible encontrarla.
- Que la huella todavía no esté afectada por la erosión o meteorización ni haya quedado sepultada. Sólo entonces podrá encontrarse.

Por último es necesario dar con ella y reconocerla. En definitiva, las posibilidades de éxito son mínimas.

### Reformulando objetivos: el hallazgo de los árboles fósiles

En la segunda y en la octava expedición se hallaron abundantes restos de árboles fósiles incrustados en rocas. Esto fue un resultado inesperado que no se podía ignorar y era merecedor de análisis (Fig. 6).

Esto obligó a realizar más recorridos, a profun-

dizar en esta línea de trabajo y a estudiar otros aspectos vinculados con este tema. Por este motivo, la investigación dio un giro inesperado, de manera que se acabó buscando nuevas interpretaciones y haciendo preguntas sobre aquel bosque del tránsito entre el Jurásico y el Cretácico.

## CONCLUSIONES

Tras realizar el trabajo los alumnos llegaron a las siguientes conclusiones:

- a. Es muy difícil encontrar restos fósiles de dinosaurios. Dar con una huella fosilizada es muy improbable. Por su propia experiencia comprendieron bien la incertidumbre del trabajo de los paleontólogos, su complejidad y la exigencia de una preparación especial.
- b. La mayoría de las icnitas presentes en la provincia de Teruel se hallan ocultas por materiales que las cubren. Un pequeño número de las icnitas están ya descubiertas.
- c. Desde los periodos en los que vivieron los dinosaurios en la zona estudiada hasta la actualidad se han producido profundos cambios geográficos, climáticos y ecológicos.
- d. Las icnitas de dinosaurios suelen encontrarse dentro de estratos formados en ambientes sedimentarios de delta, estuario, marisma o zona pantanosa, siempre que tuvieran condiciones ecológicas apropiadas.
- e. La variedad de morfotipos de icnitas dificulta su hallazgo.
- f. Tanto las facies Purbeck como las Weald corresponden a sedimentos depositados en llanuras fluviales o litorales en los territorios estudiados susceptibles de quedar inundados. Así mismo, debieron ser habituales las precipitaciones torrenciales y las crecidas de los ríos para poder inundar estas formaciones forestales.
- g. Un trabajo de campo como el descrito puede servir para abordar un estudio básico sobre la Geología de un territorio y una manera de acercar la metodología de los paleontólogos y de los geólogos a los estudiantes de Bachillerato.

### Difusión

Los resultados de todo trabajo de investigación deben ser comunicados a la comunidad científica y a las autoridades competentes. Esto mismo debía ocurrir con el estudio realizado y se realizó mediante dos medios:

- El estudio “*Estudio paleontológico de icnitas de dinosaurio en el noroeste de la provincia de Teruel*” con formato en papel.

Fue presentado en mayo de 2008 al XXI Certamen de Jóvenes Investigadores que organizan conjuntamente el Ministerio de Ciencia e Innovación (a

Fig. 6.- Resto leñoso petrificado en Alpeñés.





Fig. 7.- Cartel del XXI Certamen de Jóvenes Investigadores.

través del Consejo de Universidades) y el Ministerio de Igualdad (a través del Instituto de Juventud). El trabajo fue incluido entre los cuarenta seleccionados de los 200 presentados para participar en el Congreso de Jóvenes Investigadores que anualmente se celebra en Mollina (Málaga). Tras su exposición oral ante un tribunal de profesores universitarios y el resto de los equipos fue reconocido para recibir el premio especial “Planeta Tierra”, por conmemorarse dicho año como el Año Internacional del Planeta Tierra. Un resumen del trabajo fue publicado en la Actas del XXI Congreso Jóvenes Investigadores (Domingo et al., 2008) (Fig. 7).

- De forma simultánea, el mismo trabajo fue presentado al XIV Premio “San Viator” de Investigación en Ciencias y Humanidades que convoca anualmente el Colegio San Viator de Madrid, concediéndosele el Premio “Futuros Geólogos” que patrocina el Colegio Oficial de Geólogos.
- La página web “Descubriendo icnitas de dinosaurio en Teruel. Un estudio paleontológico”, elaborada por el propio equipo a partir del mismo trabajo fue presentada en el 9º Certamen “Educared A Navegar”, que convocó durante el curso 2007-2008 el portal educativo Educared vinculado a la Fundación Telefónica. Fue merecedor del 2º Premio en la Categoría IV (Bachillerato) en la Modalidad de Webs. Se puede consultar en la siguiente dirección: <http://www.educared.net/concurso2008/659/index.html>

## EVALUACIÓN

La consecución final de los objetivos propuestos en su inicio ofrece un balance muy positivo sobre la experiencia realizada. Uno de los aspectos más interesantes ha sido abordar un tema de alta motivación para el alumnado y dentro de un territorio en



Fig. 8.- Indicios de icnita en areniscas (en realidad, huellas de erosión).

el que no se había realizado otra investigación similar previa. Los trabajos realizados y expuestos en la página web del propio Instituto o en el congreso de “Jóvenes Investigadores” suponen una aportación al conocimiento.

Un estudio como el descrito ha obligado al alumnado a utilizar y a profundizar en los conocimientos adquiridos en el aula sobre petrología, estratigrafía, topografía, paleontología y paleogeografía.

Las fuentes de información han sido muy diversas. Desde los libros, las páginas web, las guías de campo hasta el manejo de mapas, fotografías, documentales, gráficas, pasando por la comunicación oral con los paleontólogos de la Fundación Dinópolis o con el guía del Parque Paleontológico de Galve. Especialmente importante ha sido el contacto personal directo con profesionales que se dedican al estudio, conservación y divulgación de los fósiles.

Uno de los aspectos más valorados ha sido el aprendizaje de las técnicas del trabajo de campo en Geología, la capacidad para organizar la propia actividad y de distribuir las tareas entre sus componentes (Fig. 8).

Otro aspecto de gran interés resultó la elección de un territorio próximo a su lugar de residencia como objeto de investigación. En ocasiones los alumnos consideran que para hacer ciencia deben alejarse a exóticos parajes o que los centros de actividad científica radican siempre en distantes universidades. Emplear los recursos próximos favorece la valoración de lo inmediato y su puesta en valor.

Hay un último aspecto al que se le concede una importancia especial. Durante las salidas al campo no se descubrió ninguna icnita. Esto llevó al terreno de la realidad a la idea que tienen los estudiantes sobre el trabajo paleontológico.

Por otra parte, estos datos son en sí mismos, todo un resultado. Es decir, una contribución a un trabajo colectivo. El reconocimiento en los certámenes de Jóvenes Científicos y de páginas web educativas supuso





Fig. 9.- Los tres estudiantes con Luis Alcalá y Luis Luque (Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis) en Pancrudo.

una valoración externa de su trabajo, especialmente por la perseverancia y por el esfuerzo aplicado.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha contado con la colaboración de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis. Su director, D. Luis Alcalá, y paleontólogos del equipo como D. Luis Luque y D. Eduardo Espílez, orientaron a los estudiantes en la planificación y en la confirmación de los resultados paleoicnológicos (Fig. 9).

También se quiere agradecer a D. Jesús Herrero, guía del Parque Paleontológico de Galve, por su ayuda en el reconocimiento de icnitas sobre el terreno en diversos yacimientos de este municipio.

#### BIBLIOGRAFÍA

Alcalá, L. y Cobos, A. [Coords.] (2004). Dinosaurios de Teruel. Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-DINÓPOLIS. Teruel.

Alcalá, L. y Cobos, A. [Coords.] (2007). Teruel: territorio paleontológico. Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-DINÓPOLIS. Teruel.

Andrés, J.A. [Coord.] (2007). Un paseo con los dinosaurios por Aragón (Yacimientos de icnitas de dinosaurios). Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Zaragoza.

Andrés, J.A. y Royo, J.I. (2002). Desarrollo legal del patrimonio paleontológico y actuaciones de la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Diputación General de Aragón. El patrimonio paleontológico de Teruel. Instituto de Estudios Turoleses. Teruel.

Domingo, A.; De Jaime, A. y Parrilla, A. (2008). Estudio paleontológico de icnitas de dinosaurio en el noroeste de la provincia de Teruel. Actas del XXI Congreso de Jóvenes Investigadores 2008. Ministerio de Ciencia e Innovación y Ministerio de Igualdad.

Instituto Geológico y Minero de España (1979). Mapa Geológico de España E: 1:50000 Argente. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.

Meléndez, I. (2004). Geología de España. Una historia de seiscientos millones de años. Rueda. Madrid. ■

*Fecha de recepción del original: 22/10/10*

*Fecha de aceptación definitiva: 19/11/10*