

|  |                  |             |
|--|------------------|-------------|
| <b>Naturaleza de La Rioja</b>          | <b>106 - 120</b> | <b>1997</b> |
| <b>Fenómenos Geológicos Singulares</b> |                  |             |

## FENÓMENOS GEOLÓGICOS SINGULARES

Pérez Lorente, Félix



En el ámbito geológico de La Rioja hay hechos que, por estar escasamente difundidos, asombran cuando se conocen. En este capítulo vamos a referirnos especialmente a cinco: las rocas más antiguas de La Rioja, las huellas de dinosaurios, las piritas, el cabalgamiento de las sierras marginales sobre la Depresión del Ebro y las aguas termales de Arnedillo y de la Venta del Baño. Para comprender mejor estos acontecimientos, y a modo de introducción, sería conveniente repasar algunos conceptos básicos en geología: sedimentación, orogénesis o plegamiento, metamorfismo y tiempo.

Las rocas se forman por dos procesos básicos: 1) son el resultado del depósito de fragmentos o precipitación de componentes en el exterior (rocas sedimentarias); y 2) se configuran a partir de fundidos procedentes del interior de la Tierra (rocas ígneas). En La Rioja, de las primeras hay muchas variedades: unas se acumularon en el fondo del mar, otras en el fondo de lagos, otras en llanuras de inundación dejadas por los ríos en sus avenidas, etc. De las segundas - rocas ígneas- apenas tenemos ejemplos en nuestro territorio.

La energía del interior de la Tierra no sólo se deja sentir en las erupciones volcánicas y en los terremotos. También se exterioriza en las capas sedimentarias a las que deforma y rompe (orogénesis o plegamiento) y a las que cambia su composición mineral (metamorfismo). El primer efecto se debe al aumento de presión, en ciertas zonas, debido a la fuerza que ejercen grandes masas al encontrarse (dos placas o dos continentes).

|  |                  |             |
|--|------------------|-------------|
| <b>Naturaleza de La Rioja</b>          | <b>106 - 120</b> | <b>1997</b> |
| <b>Fenómenos Geológicos Singulares</b> |                  |             |

Las rocas sometidas a presión se pliegan y rompen dando lugar a cadenas montañosas. El segundo efecto, el metamorfismo, es consecuencia del aumento de la temperatura en zonas de actividad ígnea fuerte o en áreas donde las altas temperaturas están a menor profundidad. Las rocas, sometidas a una temperatura más alta, reaccionan perdiendo sus minerales, algunos componentes, admitiendo otros, ... y todos ellos moviéndose dentro de la roca como si formaran parte de un fluido.

Estos procesos son lentos. No duran el mismo tiempo que una reacción de laboratorio o que las transformaciones minerales del barro en un tejar. El tiempo con el que cuenta la Tierra para cada transformación escapa a la apreciación humana puesto que es muy superior a la vida de un hombre.

Cada uno de los cinco hechos geológicos mencionados anteriormente ocupan su posición dentro de la historia geológica de La Rioja. Comentemos, pues, el concepto de tiempo.

El tiempo, en los estudios de geología, determina el "momento" en el que se produce un hecho o el "intervalo" transcurrido desde que se produjo. Puede parecer paradójico, sin embargo, que pese a su importancia, para indicar la edad de unas rocas, como por ejemplo los Esquistos de Anguiano, solamente se señale que "deben de tener más de 570 millones de años", sin hacer más precisiones. Los esfuerzos empleados en buscar pistas o fósiles en estos materiales no han permitido ceñir la edad de los esquistos citados, de modo que lo correcto es afirmar que tienen más de 570 m.a. (millones de años) y menos de ¿...?. No se conoce el momento en el que empezaron a sedimentarse.

Las tobas calizas con las que se han construido muchos monumentos o las terrazas de muchos valles se están formando "ahora". En este caso, la precisión es mayor pudiéndose afirmar que tienen menos de 2 m.a. Al contrario que los Esquistos no se ha completado todavía el volumen total que resultará de la sedimentación de estos materiales. El interrogante, pues, hay que colocarlo en el otro extremo. ¿Cuándo terminarán de formarse, por ejemplo, las tobas?

En La Rioja, la sedimentación empezó hace más de 570 m.a. y todavía no ha terminado. A cada periodo geológico le corresponden unas condiciones ambientales. Las rocas que se nombran en la tabla incluida en el anexo se citan porque son las

|  |                  |             |
|--|------------------|-------------|
| <b>Naturaleza de La Rioja</b>          | <b>106 - 120</b> | <b>1997</b> |
| <b>Fenómenos Geológicos Singulares</b> |                  |             |

predominantes en el intervalo de tiempo señalado. No quiere decir que los conjuntos líticos que tienen calizas, por ejemplo, sean todos iguales. Las calizas se diferencian unas de otras por el color, la textura, el espesor de sus capas, el grado de compactación, la cantidad y clase de impurezas que contienen, los fósiles que almacenan, etc. No obstante, aunque parezca que de una región a otra han tenido que depositarse o precipitar particular distintas, las diferencias no son excesivamente grandes. Las rocas cuando se originan lo hacen en las mismas condiciones generales y en periodos en los que las condiciones mundiales reinantes eran distintas a las de otras épocas. Si son sedimentos marinos la homogeneidad es todavía mayor.

Por estas razones no es extraño que el Cámbrico carbonatado en la Sierra de la Demanda y en la Montagne Noire francesa sean semejantes; o que el tipo de sedimentos arenosos del Ordovícico sea similar en la Bretaña, la Península Ibérica y el Norte de África; o, finalmente, que el Triásico de La Rioja sea de facies germánica con sus tres pisos, Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper. El cambio de unos estratos a otros más modernos, o entre formaciones de estratos, se debe a variaciones notables, consecuentes con condiciones de sedimentación muy distintas. La separación está definida por el cambio de composición lítica, la extinción de organismos (animales y vegetales) y la aparición de otros nuevos.

En cada fase de la historia de la Tierra han vivido unos animales y no otros. Parte de ellos fosilizan o, dicho de otra forma, quedan enterrados al morir, no se descomponen al contacto con el aire y se transforman en roca. Según sea la edad de las rocas, serán los fósiles que contienen. Desde los más antiguos (trilobites, língulas,... que se encuentran en la Sierra de la Demanda) hasta los más modernos (mamíferos de Villarroya o de la Cuesta de Pavía) en estos más de 570 m.a. han fosilizado restos orgánicos (escamas, conchas, huesos, caparazones y dientes) o restos de actividad (huesos y canales en las rocas, barro digerido, marcas de deslizamiento, pisadas y otras huellas).

También se deja sentir el tiempo sobre las rocas ya que su transcurrir les confiere aspecto diferente. La Tierra es un planeta que evoluciona en el Universo. Que en Peña Isasa y en otras cimas montañosas de La Rioja encontremos fósiles marinos quiere decir que sobre las rocas actúan presiones tan enormes que son capaces de izarlas desde el fondo del mar a las cumbres más altas. Todos somos conscientes de que estas fuerzas existen porque las pruebas las tenemos en fenómenos geológicos actuales como los

|  |                  |             |
|--|------------------|-------------|
| <b>Naturaleza de La Rioja</b>          | <b>106 - 120</b> | <b>1997</b> |
| <b>Fenómenos Geológicos Singulares</b> |                  |             |

terremotos. Es lógico pensar que las rocas más antiguas tengan más señales debidas a la sucesión de etapas de la vida de la Tierra.

Seguidamente se va a analizar parte de la historia geológica de La Rioja con sus resultados, relacionándola con los hechos reseñados al principio del capítulo. Cada apartado numerado se considerará un hito particular, muy diferente del anterior y del posterior.

**1.** Depósito durante el Precámbrico superior de arcillas y arena en una cuenca marina: Esquistos de Anguiano.

Las capas sedimentarias más antiguas de La Rioja afloran al Sur de Anguiano y en los alrededores de Cilbarrena. Son oscuras (pizarras y cuarcitas) y deben su color al contenido en materia orgánica. En ellas no se han encontrado fósiles que permitan datar su edad. Se investigaron por un paleontólogo riojano (especialista en acritarcos) los microfósiles que incluyen, pero las estructuras y ornamentos orgánicos de las partes fosilizadas se encuentran muy deformadas debido a la temperatura a la que estuvieron sometidas estas capas.

El límite Precámbrico-Cámbrico, o sea el límite superior de los Esquistos de Anguiano, se observa muy bien ya que hay un cambio radical de caracteres visibles. Inmediatamente por encima del límite citado, en toda la Cordillera Ibérica, se encuentran materiales similares (Cuarcita de Bámbola). El Cámbrico empieza con conglomerados de cantos silíceos (los Conglomerados de Anguiano: duros, de grano grueso y de color claro) que rodean y cubren los afloramientos de los esquistos precámbricos (más blandos, de grano fino y oscuros).

Como no hay fósiles reconocibles, la edad de los Esquistos se deduce por su posición por debajo de lechos rocosos de edad Cámbrico Inferior) y por correlación con las rocas precámbricas similares más próximas (Esquistos de Paracuellos en Aragón y Pizarras del Narcea en Asturias). Se concluye que su edad es Precámbrico Superior, es decir de más de 570 m.a. No se puede precisar, como se ha escrito antes, cuál sería la fecha más antigua que sirviera de referencia para establecer un intervalo probable de tiempo. Es posible que el límite más antiguo no llegue a los 1.600 m.a., un intervalo de edad, a todas luces, demasiado amplio. A finales del Precámbrico superior se produjo una etapa orogénica llamada Orogenia Asintica o Cadomiense.

|  |                  |             |
|--|------------------|-------------|
| <b>Naturaleza de La Rioja</b>          | <b>106 - 120</b> | <b>1997</b> |
| <b>Fenómenos Geológicos Singulares</b> |                  |             |

2. Orogenia Asíntica o Cadomiense que pliega las rocas y origina montañas, hace unos 570 m. a.

3. Erosión que lima las montañas y zonas elevadas tendiendo a allanar el terreno.

4. Nuevo depósito de rocas cuyos elementos son primeramente cantos de calibre grueso y después más finos (arena, limo y arcilla). Es el Conglomerado de Anguiano sobre el que se colocan estratos posteriores de areniscas y limos. La edad de estas rocas es Cámbrico Inferior.

5. Sedimentación marina, a veces silícea (arena y limo) a veces carbonatada (calizas, dolomías y margas), durante, al menos, el Paleozoico inferior (Cámbrico y Ordovícico). No sabemos si se depositaron materiales durante el Ordovícico superior, Silúrico, Devónico y Carbonífero Inferior (entre 470 y 310 m.a.) porque no hay rocas de esta edad en la Sierra de La Demanda. Hay paquetes sedimentarios de edad Carbonífero superior de los que, en la provincia de Burgos, se extrajo carbón.

6. Orogenia Hercínica que causó nueva elevación de sistemas montañosos en varias etapas (quizás durante el intervalo 330 a 260 m.a.).

7. Depósito de conglomerados en la parte más antigua del Triásico (230 m.a.). El depósito es continuado aunque hay fases de inestabilidad. La sedimentación fue continental (Buntsandstein, Keuper, Weald) con intercalaciones potentes de sedimentos marinos (Muschelkalk, Jurásico).

Detenemos la historia en el llamado Cretácico Inferior, en el que la sedimentación es continental formándose rocas incluidas en la denominación de Facies Weald. Después de tantos cambios en el ambiente sedimentario de La Rioja, una gran parte de la región se encuentra durante el Cretácico inferior ocupada por una llanura extensa, continental, en la que a veces hay inundaciones marinas que duran poco tiempo. El continente se abría hacia Soria y Burgos, mientras que el mar se extendía hacia el NE y SE. En el continente pululaban vertebrados (mamíferos, pterosaurios, cocodrilos, serpientes, lagartos, tortugas, ... y sobre todo dinosaurios) que se desenvolvían aquí en un hábitat idóneo. No se encuentran esqueletos de los grandes

|  |                  |             |
|--|------------------|-------------|
| <b>Naturaleza de La Rioja</b>          | <b>106 - 120</b> | <b>1997</b> |
| <b>Fenómenos Geológicos Singulares</b> |                  |             |

dinosaurios en La Rioja, aunque si se han hallado en regiones vecinas que disponen de materiales de esta edad. Se encuentran osamentas grandes en las provincias de Teruel y Castellón, por una parte, y en la de Burgos, por otra. En estas zonas la velocidad de sedimentación fue mayor de forma que quedaron protegidos y fosilizados los huesos grandes. En La Rioja hay, hasta ahora, huesos de dos dinosaurios pequeños en Igea (*Hypsilopodon*) y en Préjano (en estudio).

Como se ha indicado, en los trabajos de investigación geológica en nuestra región ha sido fácil encontrar huesos pequeños o fragmentos pequeños de huesos grandes, así como restos de otros tipos de animales de poca talla (por ejemplo: tortugas, peces, etc.). No obstante, aunque no se han localizado grandes huesos, si quedaron infinidad de pisadas que permiten distinguir, al menos, cuatro manadas de dinosaurios cuadrupedos (saurópodos), una de dinosaurios herbívoros bípedos (ornitópodos) y más de cuatrocientas rastrilladas o pistas dejadas al andar por dinosaurios bípedos (herbívoros y carnívoros). Estos últimos, aunque no forman parte de grupos numerosos (manadas), tienen comportamiento gregario.

Los dinosaurios no eran iguales. Se distinguen con facilidad las huellas que dejan los carnívoros de las que dejan los herbívoros, así como las huellas de animales cuadrupedos y las de bípedos. Dentro de cada uno de estos tres grupos principales de dinosaurios (terópodos, saurópodos y ornitópodos) hay caracteres que permiten definir individuos de géneros diferentes.

**8.** Sedimentación continental hasta el final del Cretácico Inferior (100 m.a.). Arenas, conglomerados limos y arcilla son productos que quedaron. En ellos se intercalan lechos con carbón que se explotaron en Villarroya, Turruncún y Préjano.

**9.** Elevación de temperatura y plegamiento, responsables del metamorfismo de los Cameros y de la esquistosidad que muestran algunas de sus capas.

En una formación de estratos de las Facies Weald - el Grupo de Urbión - se encuentran piritas de belleza excepcional. Es fácil hallar cristales de pirita incluidos sobre todo en el grupo citado, aunque también hay ejemplares buenos en algunos afloramientos del Grupo de Enciso. Las formas simples en las que cristalizan son cubo y pentagonododecaedro (o piritoedro); las formas compuestas más destacadas son cubo+piritoedro, cubo+octaedro y cubo+rombododecaedro (cubos de aristas biseladas).

|  |                  |             |
|--|------------------|-------------|
| <b>Naturaleza de La Rioja</b>          | <b>106 - 120</b> | <b>1997</b> |
| <b>Fenómenos Geológicos Singulares</b> |                  |             |

Hay también abundantes maclas de cubos, de piritoedros y de cubo+piritoedro. Los ejemplares de mayores dimensiones están en lugares donde han coincidido dos hechos: a) hay capas alternantes de areniscas y pizarras del Grupo de Urbión; y b) el metamorfismo alcanzó su grado más alto. Estas dos circunstancias permiten deducir que las piritas se formaron donde la composición de la roca era la adecuada para fijar (concentrar) el sulfuro de hierro y que la movilidad del azufre, del hierro o de ambos elementos químicos era mayor donde la temperatura era más elevada. Las piritas se formaron gracias a las condiciones impuestas por el metamorfismo que afectó a esta región. Hay algunas hipótesis que relacionan el origen de estos minerales con hechos sedimentarios (sulfuro de hierro acumulado en zonas reductoras de una cuenca continental) o con aportes ígneos al medio (por contaminación debida a rocas volcánicas). Ninguna de estas dos hipótesis sirve para justificar que los cristales de pirita se distribuyen por zonas geográficas y no en los estratos de un grupo (hay cristales grandes de pirita en terrenos que van desde el Jurásico marino hasta el final de la Facies Weald).

**10.** Sedimentación marina hasta finales del Cretácico (65 m.a.). Las rocas de esta edad sólo afloran en la Sierra de Cantabria. Se han atravesado también en algunos sondeos hechos en la Depresión del Ebro.

**11.** Nueva fase de plegamiento: la Orogenia Alpina.

Las sierras marginales enlazadas con el Sistema Ibérico (Demanda-Cameros) o con los Pirineos y Cordillera Cantábrica (Sierra de Cantabria) se elevan y erosionan, dejando los ríos procedentes de estos sus sedimentos en la parte intermedia o más baja de la Depresión del Ebro. A la vez que se van elevando las sierras, el empuje orogénico hace que avancen montándose y cabalgando sobre la Depresión. Acompañando a este movimiento se pliegan las rocas y así resultan de ello estructuras enormes (anticlinal de la Sierra de la Demanda), otras algo menores (pliegues de Valgañón, de la Sierra de Cantabria, de Lagunilla-Ventas Blancas, anticlinal de Arnedo, etc.), y finalmente algunas todavía más pequeñas distribuidas en muchísimos afloramientos menores. Algunos de estos pliegues se observan con facilidad (Cerro de Peñalba).

Además de los pliegues, en la zona que separa los macizos empujados (Ibérica y Cantabria) de la parte cabalgada (Depresión del Ebro) hay niveles de cizalla con rocas

|  |                  |             |
|--|------------------|-------------|
| <b>Naturaleza de La Rioja</b>          | <b>106 - 120</b> | <b>1997</b> |
| <b>Fenómenos Geológicos Singulares</b> |                  |             |

trituradas, rotas o estiradas, además de superficies pulimentadas y estriadas debidas a la fricción entre los bloques que rozan. El cabalgamiento se sirve de un nivel plástico compuesto por arcillas y yeso (las facies Keuper del Triásico) que permite que los Cameros se puedan comparar a una enorme losa de sedimentos jurásico-aptienses que se deslizó sobre rocas más modernas (Terciario). El último movimiento cabalgante se produjo en el Mioceno superior (unos 10 m.a.).

**12.** La erosión y sedimentación continental ha seguido ininterrumpidamente hasta nuestros días, aunque en este intervalo de tiempo relativamente corto a escala geológica han sucedido muchas cosas como la formación de una cubeta lacustre (en Villarroya) o el desarrollo de glaciares con sus formas de erosión y de depósito (en los picos de las sierras de La Demanda, Urbión, etc.). En la actualidad, La Rioja sigue siendo una región geológicamente activa en la que hay algunos focos sísmicos y también ondulaciones amplias del terreno que obligan a los ríos a adaptarse y modificar su trazado. Hay también sedimentos recientes que no están horizontales (como se depositaron) sino basculados y plegados (terrazas del Ebro en Alcanadre).

Estos últimos fenómenos geológicos no son los responsables de que existan fuentes termales en Arnedillo. El calor del agua de tales surgencias se ha atribuido a varias razones: a) el calentamiento inducido por rocas volcánicas próximas; b) al generado por la enorme presión entre grandes bloques rocosos activos a lo largo de fallas; c) al calentamiento del agua debido a que ha circulado a enorme profundidad durante muchísimo tiempo. Hoy sabemos que la hipótesis correcta es la tercera. El agua de lluvia se infiltra y circula por las calizas y dolomías de la base del Jurásico, sobre los niveles plásticos impermeables de facies Keuper. El recorrido se realiza a unos 3.000 metros de profundidad durante un largo periodo de tiempo. El agua lleva las sales que disuelve de los materiales plásticos citados. Las surgencias están en los puntos mas bajos en los que las calizas del Jurásico Inferior afloran al norte del enorme sinclinal de los Cameros: en Arnedillo y en las Ventas del Baño (54-56°C).

Los acontecimientos geológicos continúan pero no podemos detectarlos porque el intervalo de tiempo necesario para que se produzca un cambio natural escapa a nuestra apreciación. Es posible que la humanidad este forzando un acontecimiento drástico. Es de suponer que tal hecho esta durando bastante menos que un instante en la historia de la Tierra, mucho menos que lo que duró el supuesto impacto del meteorito de finales del

|  |                  |             |
|--|------------------|-------------|
| <b>Naturaleza de La Rioja</b>          | <b>106 - 120</b> | <b>1997</b> |
| <b>Fenómenos Geológicos Singulares</b> |                  |             |

Cretácico. También es de suponer que, una vez eliminada la causa, tras ese instante, la Tierra siga su propia evolución. Mientras tanto continúan los procesos de erosión en las sierras y en los valles, la formación de nuevas rocas no se interrumpe, y el movimiento de la corteza de la Tierra en La Rioja sigue sus pautas e impulsos.