

# ASPECTOS INTRÍNSECOS DE LOS FÓSILES: NATURALEZA Y VALORACIÓN

César CHACALTANA

## INTRODUCCIÓN

Los fósiles son entidades naturales que se conservan gracias a los procesos geológicos que actúan en la corteza terrestre. Forman parte de la geodiversidad de la naturaleza, como consecuencia de la sustitución de los componentes minerales de tejidos orgánicos y/o actividades de los mismos, y de la formación de rocas. El geólogo-paleontólogo que estudia los fósiles debe planificar una exploración para su búsqueda e identificación en los estratos, realizar la colecta y su posterior estudio a fin de ponerlo en valor. A consecuencia de ello, como especialista es la persona idónea para asignarle un valor patrimonial, el cual será del tipo patrimonio natural, luego patrimonio geológico y, por ende, patrimonio paleontológico. El propósito del presente trabajo es exponer conceptos claves y definiciones precisas, que marquen límites e intersecciones con la naturaleza y ciencia en general y los fósiles y paleontología en particular, en contraposición a lo que puede establecer el hombre en un contexto histórico, con las limitaciones de sus apreciaciones subjetivas.

## CONCEPTOS BASE

La formación de fósiles en los estratos constituye un proceso natural, continuo y progresivo como consecuencia de un proceso petrológico sedimentario. Para que se lleven a efecto tales condiciones, cualquier manifestación o evidencia orgánica de la naturaleza deberá ser aislada de la erosión y sometida a dichos procesos hasta su litificación mediante grandes intervalos de tiempo. Por ello, los fósiles son entidades naturales que forman parte de la geodiversidad de la naturaleza (Burek y Potter, 2002; Nieto, 2001; Gray, 2004) y reflejan la conservabilidad de su registro en función al grado de preservación tafonómica (Fernández-López, 2000). Estos conceptos sobre su naturaleza, le otorgan un valor científico y patrimonial que deben relevarse por sus aplicaciones. Sin embargo, pueden ser objeto de estudio bajo diversos ángulos, de los cuales se distinguirán aquellos que apliquen metodologías de la ciencia tal como la Paleontología.

## Concepto y definición de paleontología

La Paleontología es la ciencia que estudia los fósiles en los estratos rocosos sedimentarios y/o epiclásticos, en todos sus aspectos, modalidades y manifestaciones. Según se lee, su objeto de estudio es el fósil y su campo de estudio concierne al ámbito de la Geología cuyas metodologías permiten inferir la génesis de su formación y/o su conjunto como yacimiento paleontológico (Seilacher et al., 1985), así como proceder para su reconocimiento, identificación y descripción. Esto se resume en sus partes integrantes como son la Paleontogénesis, que estudia la génesis, y la Paleontografía, que se encarga de la descripción. Luego de su estudio científico, se interpreta y valora como testimonio de vida del pasado geológico.

Etimológicamente, el nombre proviene del griego «θάλάσσιον» palaios = antiguo, «ὄντο» onto = ser, «-λογία» -logía = tratado, estudio, ciencia, lo que resumiría su definición como el «estudio de la vida antigua». Sin embargo, en la actualidad, definir la paleontología en base a su significado etimológico es caer en un error. El «ser» se contrapone a «entidad» que corresponde al objeto de estudio y mencionar lo «antiguo» implica hablar del pasado en su reconstrucción ambiental, lo cual es una interpretación, proceso posterior a su representación. En realidad, pretender definir de esa manera dicha disciplina, al estado actual del conocimiento, resulta ser una alegoría a lo que un fósil representa y solo eso, distorsionando el concepto e induciendo a errores de aplicación. El problema se agrava en la medida que se pretende hacer sinonimia con «paleobiología».

## Concepto y definición de fósil

El fósil tiene un origen y se encuentra en los estratos rocosos, como producto de un proceso petrológico sedimentario. Su morfología obedece a los mismos fenómenos físico-químicos que actúan durante el sucesivo depósito de sedimentos en la superficie terrestre y que van formando los estratos, afectos a la compactación, consolidación (diagénesis) y posterior litificación. El conjunto de este proceso se denomina

«fosilización» y en la actualidad la idea con mayor aceptación define que «(...) la fosilización consiste en la transición desde el estado vivo al estado fósil, debido a la propia naturaleza de los organismos o a la intervención de algunos agentes que han actuado a modo de filtros sucesivos y han eliminado los restos orgánicos menos resistentes o preservables» (Fernández-López, 1999). El producto final (fósil) es el molde del ente que cayó depositado y reemplazado por relleno y/o reemplazamiento de sus componentes, con la observación que dicho molde no necesariamente adoptará la forma original del objeto. Esto obedece a los procesos tafonómicos que la afectan los cuales son inherentes a los procesos geológicos. En este sentido, los fósiles no son entidades biológicas del pasado, pues carecen de los elementos diagnósticos de las entidades biológicas. No se tratan de entidades que han sido afectas a un cambio de estado, sino de entidades conservadas (conservabilidad tafonómica) y observables en un proceso aleatorio como parte inmanente de la dinámica cortical que afectan a las rocas sedimentarias y/o epiclásticas del planeta. Son entes naturales que forman parte de la Geodiversidad de la Naturaleza.

En consecuencia, se puede definir al fósil en sentido amplio, como una entidad petrificada, constituida por uno o varios elementos como resultado de un proceso sedimentario y condiciones físico-químicos que reflejan la existencia orgánica pasada en las rocas y en sentido estricto como una entidad tafonómica conservada a través del tiempo geológico. Estas definiciones demuestran validez conceptual e importante ligazón con la geología, ciencia que permite a la humanidad estudiar, explorar y explotar los recursos de la superficie y subsuperficie. En la práctica, la definición que se ocupa del fósil *per se*,

se extiende a su conjunto y/o asociación, puesto que, como parte de un proceso aleatorio, han ocurrido catástrofe o extinciones masivas de organismos cuyos parámetros geológicos de conjunto pasan a constituir yacimientos energéticos y de minerales industriales, entre otras aplicaciones de importancia económica.

## NATURALEZA

En la literatura científica paleontológica, se suele encontrar en las definiciones, cierta sinonimia con Paleobiología y la definen, en general como el «estudio de los organismos del pasado», lo que recuerda su traducción etimológica. En el desarrollo de sus actividades, atienden la parte paleontográfica en los aspectos de la sistemática, taxonomía, anatomía comparada, filogenia, etc., cuyo conocimiento va a enriquecer nuestra representación mental de lo que se observa a través de las mediciones y descripciones. La Paleontología, concierne a ello, pero antes que nada a los aspectos que le dieron origen a la entidad, para una cabal comprensión de la misma a estudiar.

Todo el conjunto de procesos que conllevan a la «entidad producida» (Figura 1), queda regulado por la alteración tafonómica, como un proceso extrínseco, que actúa sobre la naturaleza del «ser» (léase entidad), produciendo «tafones» (Fernández-López, 1981). Por ello, la naturaleza del fósil como objeto de estudio no solo debe tener un enfoque ontológico, sino también gnoseológico, excluyendo de las definiciones todo sesgo de interpretación. En general, el registro fósil suministra información paleobiológica, pero también geocronológica y hasta industrial, de muchas aplicaciones en la Geología.



Figura 1 Ejemplar de *Brachyphyllum* en estratos de la Formación Inca señalando tiempos del Albiano.

## VALORACIÓN

Es conocido que las investigaciones científicas en general y de recursos naturales en particular, desempeñan un papel muy importante en el crecimiento económico sostenible de un país. Sus derivaciones implican un incremento en los niveles del empleo y bienestar de los ciudadanos, lo cual es expresión de las variables económicas.

### Importancia de la paleontología en la economía nacional

En nuestro país, la actividad que contribuye de manera muy significativa en el incremento de estas variables es la Geología. El conocimiento geológico de nuestro territorio es de enorme relevancia por sus aplicaciones y de gran utilidad para diversas actividades humanas, actividades relacionadas con la extracción de determinados recursos minerales, recursos energéticos, recursos hídricos, etc. En este sentido, para el conocimiento geológico de nuestro territorio, los estudios paleontológicos juegan un rol muy importante. La Paleontología estudia los fósiles, los cuales son evidencias geológicas que permiten luego de los estudios e interpretaciones, datar las rocas y reconstruir las formas de vida que poblaron el planeta desde hace millones de años. Contribuye a reconstruir los ambientes antiguos de las zonas marinas y continentales, diseñando geografías que en la actualidad son completamente distintas. Nos ofrece las herramientas para conocer condiciones antiguas de climas y predecir los cambios que puedan afectar la biósfera. Este conocimiento paleontológico, si bien es cierto contribuye a explicar el presente, las geografías actuales y su biodiversidad, a su vez, también permite identificar recursos naturales de aplicación industrial e interés económico.

### Importancia de los fósiles en el sector minero-energético y la sociedad

Los fósiles en algunos casos, son formadores de rocas de enorme potencial comercial, generando materiales industriales de uso común como son los fosfatos de amplio uso doméstico e industrial, tal como la producción de materia prima para fertilizantes, plasticantes, rellenos de detergentes, ablandadores de agua, insecticidas, etc., y las diatomitas utilizadas en la industria de la pintura, del plástico, la cerveza, vinos, separación de sólidos ultramicroscópicos, etc. Igualmente, bajo otros parámetros genéticos de formación llegan a constituir roca madre generadora de petróleo y gas; así como grandes mantos de carbón, lo que les añade el valor de magnífica fuente de energía. En general, mediante la investigación paleontológica, los fósiles contribuyen al incremento del conocimiento de los recursos minero-energéticos

potenciales. Por otro lado, mediante la información que se desprenden de los fósiles, se puede precisar la cartografía geológica, con aplicación directa en la actualización de la Carta Geológica Nacional, cuyos mapas y componentes brindan la información geocientífica idónea para prospectar, explorar, planificar y administrar nuestros recursos naturales. Con estos mapas geológicos, se puede dirigir la exploración de recursos minerales y energéticos, el diseño de obras de gran envergadura propia de la ingeniería civil, el ordenamiento territorial y zonificación ecológica-económica.

Otra aplicación de la paleontología, con implicancia económica en la sociedad, es su contribución a fortalecer los sectores ligados a Educación, Cultura y Turismo a través de la difusión del conocimiento y la generación de lugares de interés geológico de importancia paleontológica (Global Geosite). A nivel mundial, este conjunto de actividades, se enmarca en el Programa Internacional de Geociencias y Geoparques de UNESCO15, que permiten la conexión de la población con sus recursos naturales y sus aplicaciones en la ejecución de planes educativos, gestión con el turismo y la consecuente rentabilidad social. En ese orden de ideas, es importante establecer que la protección de este tipo de patrimonio parte de entender la real envergadura del concepto *per se*, y que se consideren los criterios técnicos idóneos para una regulación eficaz y efectiva. Dicha protección no debe poner en riesgo las actividades y proyectos de exploración de recursos naturales tales como los mineros metálicos, no-metálicos y energéticos, acorde a los intereses nacionales.

### Concepto y definición de patrimonio paleontológico

Históricamente la idea de patrimonio ha estado ligada a la de herencia y la Real Academia Española (RAE) la define en primer orden como la «hacienda que alguien ha heredado de sus ascendientes» y también lo define como el «Conjunto de los bienes y derechos propios adquiridos por cualquier título», por lo que es utilizada para referirse a la propiedad de un individuo. Según se aprecia, el patrimonio en general se define como un conjunto de elementos a los que se atribuye o asigna un valor, generalmente por ofrecer algún tipo de beneficio o interés real o potencial. Asimismo, el valor atribuido es el aspecto subjetivo de todo patrimonio y necesariamente tiene que existir para que éste pueda ser considerado como tal, debiendo ser establecido por el especialista competente según la disciplina por la que sea abordado.

El aspecto patrimonial de la paleontología es una construcción social que no significa darle un valor de inventario o catálogo, en la que toda evidencia fósil, necesariamente obtenga la categoría de patrimonio.

Durante el proceso de exploración geológica y/o paleontológica, la suma de hallazgos fósiles indicará el tipo de fósil y/o yacimiento y la investigación científica, su valoración patrimonial. En base a esta información, el ente rector establecerá lo conveniente para un nivel adecuado de protección, pues no todo objeto estudiado científicamente pasa automáticamente a formar parte del patrimonio. Por lo tanto, todo patrimonio consta de una parte objetiva que no cambia (elementos que lo integran) y una parte subjetiva que puede cambiar (el valor de los mismos). De esta manera, para identificar el patrimonio paleontológico, es necesario distinguir la parte objetiva (los fósiles) y la parte subjetiva (el valor patrimonial), por lo que, para su conocimiento y puesta en valor, se deben aplicar criterios y metodologías de investigación exclusivamente dentro del campo geológico-paleontológico, por tratarse de objetos propios de la naturaleza.

En este sentido, se determina que se deben considerar dos tipos fundamentales de patrimonio: el patrimonio natural (resultado de procesos naturales) y el patrimonio cultural (resultado de la actividad humana), correspondiendo los fósiles a elementos naturales y no culturales, por lo que vendría a constituir patrimonio natural. Lo antedicho está preceptuado en convenciones internacionales, especialmente lo dispuesto en la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural aprobada por la Conferencia General de la UNESCO en París en 1972, la cual en su artículo 2 indica que «A los efectos de la presente Convención se considerarán patrimonio natural: los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas (...) las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas (...)». El patrimonio paleontológico se encuentra formando parte de las formaciones geológicas.

## CONCLUSIONES

En conclusión, los fósiles de mayor valor científico que formarán parte del patrimonio paleontológico, serán aquellos que se distingan por su rareza, singularidad, escasez, o excepcional significado científico, respaldado por una publicación científica en revistas especializadas de alcance internacional. Su catalogación y seguimiento procedimental archivístico estaría a cargo de una comisión especial designada en el seno del ente rector es decir, del INGEMMET,

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burek C. & Potter J. (2002). Local Geodiversity Action Plans. Setting the context for geological conservation. *English Nature*. Peterborough, Inglaterra. 64 pp.
- Fernández-López S. (1981). La evolución tafonómica (un planteamiento neodarwinista). *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 79: pp. 243-254.
- Fernández-López S. (1999). Tafonomía y fosilización. En: *Tratado de Paleontología*, tomo I (Ed. B. Melendez, 1998). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid: 51-107, 438-441.
- Fernández-López S. (2000). *Temas de Tafonomía*. Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid.
- Gray M. (2004). *Geodiversity. Valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley & Sons. West Sussex. 434 pp.
- Nieto L. (2001). Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*, 112 (2), 3-11.
- Seilacher A., Reif W. & Westphal F. (1985). Sedimentological, ecological and temporal patterns of fossil Lagerstätten. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 311B, 5-23.