

## **La evolución tafonómica (un planteamiento neodarwinista)**

por

**Sixto Fernández López (\*)**

Palabras clave: PALEOECOLOGÍA, TAFONOMÍA, REGISTRO FÓSIL,  
CONSERVABILIDAD, TEORÍA EVOLUTIVA.

Key words: PALEOECOLOGY, TAPHONOMY, FOSSIL RECORD, CONSERVABILITY,  
EVOLUTIONARY THEORY

### RESUMEN.

En los estudios paleontológicos no siempre se tiene en cuenta el posible carácter sesgado del registro fósil. Cuando se considera esta posibilidad, se hacen interpretaciones mediante razonamientos analógicos basados en la teoría de la evolución biológica. La utilización de la lógica neodarwinista y la conversión de algunos conceptos de la teoría de la evolución biológica puede ser muy fructífero para la Tafonomía; por ejemplo, el concepto de conservabilidad puede ser estructuralmente equivalente al de adaptación. Sin embargo, la equivalencia estructural entre hipótesis biológicas y tafonómicas no puede llevarse hasta el extremo de pretender explicar el registro fósil en términos de conservabilidad.

### ABSTRACT.

In the paleontological studies are not always taken into account the possible bias of the fossil record. When this possibility is considered, interpretations are made through analogical reasonings found in the biological evolutionary theory. The use of the neodarwinian logic and the conversion of some biological evolutionary concepts may be very fructiferous in Taphonomy; for example, the concept of conservability may be structurally equivalent to the adaptation. Nevertheless, the structural equivalence between biological and taphonomical hypothesis can not be carried to such a point as to pretend to explain the fossil record in terms of conservability.

La Paleontología se ocupa de las entidades biológicas (organismos, poblaciones, taxones, comunidades, ecosistemas, ...) pretéritas, de las relaciones entre ellas y con sus respectivos ambientes.

En la investigación paleontológica se utilizan concepciones individualistas, globalistas y sistemistas que, a partir de los datos observables en el registro fósil, permiten reconstruir "estados de cosas" o situaciones (y demás entidades que son objeto de relaciones temporales) susceptibles de contrastación. Dejando a un lado los motivos que pueden llevar a utilizar estas concepciones diferentes, aunque todos los autores admiten la evidente parcialidad del registro fósil, no siempre se consi-

---

(\*) Departamento de Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense. Madrid-3.

dera su posible grado de representatividad y a veces incluso se supone que la posee. Esta actitud extrema puede ser el motivo de resultados tan erróneos como los obtenidos por los autores antievolucionistas cuando defendían apriorísticamente la no representatividad de sus conocimientos sobre los organismos (actuales o fósiles), ya que la afirmación de esa clase de presupuestos puede dar lugar a proposiciones falaces.

Los propósitos de este artículo son: exponer varios conceptos interpretativos que se emplean en la reconstrucción de las entidades biológicas del pasado, poner de manifiesto la equivalencia estructural entre la evolución biológica y la tafonómica, y falsar algunas limitaciones aparentes del planteamiento neodarwinista en la investigación tafonómica.

Los hechos anteriormente expuestos suscitan una pregunta inicial: ¿es susceptible de análisis la representatividad del registro fósil? Para responderla hay una alternativa. Si consideramos "lo fósil" como una propiedad intrínseca, immanente o constitutiva del registro entonces no tiene sentido intentar explicarlo; pero si lo consideramos como un "estado", debemos preguntarnos: ¿cuál es el concepto más adecuado de entidad fósil según las teorías admitidas en la Paleontología y concretamente en la Tafonomía, en la Paleontología estratigráfica y en la Paleobiología? Llamamos *entidad fósil* (-izada) o *registrada* al conjunto de evidencias conservadas (conocidas o no) de una determinada entidad biológica pretérita. *Entidad obtenida* es la evidenciada en una determinada entidad registrada; la estimación de la entidad registrada se denomina análisis de la entidad obtenida. En el registro fósil se realizan observaciones sobre alguna clase de objetos reales (elementos, ejemplares, asociaciones, ...), y se establecen relaciones tanto entre ellos como con la roca que los contiene. Por lo tanto, el concepto de entidad registrada tiene correlato real y designa algo más que un conjunto de elementos; en consecuencia, puede ser representada por su estructura relacional, es decir, por su composición y estructura. Esta concepción implica un planteamiento sistemista (cfr. BUNGE, 1980). El término entidad registrada se puede utilizar para denotar una parte del contenido fósil total de un cuerpo rocoso (orictocenosis).

De acuerdo con la segunda posibilidad de la alternativa planteada, ¿cómo se explica que una determinada entidad registrada haya llegado a ser lo que es?, y, ya que las explicaciones han de estar basadas en teorías, ¿existe una teoría de la evolución tafonómica? No conocemos ninguna publicación en la que se haya formulado formalmente tal teoría, pero en numerosos trabajos se hacen consideraciones sobre los procesos que han dado lugar al registro fósil; por ejemplo, en la obra de EFREMOV (1950, págs. 92, 94, 123 y 151) se dice:

"El proceso de formación de ... un yacimiento debe ser considerado como la transformación de los restos orgánicos componentes de la Biosfera en componentes de la Litosfera ...—El carácter selectivo de los procesos de formación de los yacimientos, que llamo selectividad de enterramiento, consiste en que la acción sucesiva de los factores... que intervienen en la formación de los yacimientos determina la composición de las faunas y las floras enterradas. Así, en cada yacimiento encontramos una composición faunística que refleja no tanto la fauna original de la región y de la época considerada como los procesos que han creado el yacimiento ...—La composición de las faunas fósiles está seleccionada por el carácter de las adaptaciones y el predominio numérico de las formas y, en consecuencia, ella no representa más que una pequeña parte del mundo animal terrestre ...—Una posibilidad ..., apoyándose sobre el conjunto de los datos de la tafonomía y de la litoilemonomía, es el análisis comparativo de la sucesión de períodos de enterramiento, con cálculos de las masas de sedimento y de las faunas enterradas, a fin de obtener los porcentajes de faunas destinados a conservación. A este dominio se

refiere el interesante problema de la coincidencia y de la no coincidencia de los tipos predominantes de facies con las adaptaciones predominantes, en dos yacimientos del nivel considerado del tiempo geológico."

Como puede comprobarse, en los párrafos mencionados y en muchos otros trabajos de autores posteriores (incluso actuales) se utilizan, refiriéndose al proceso que ha dado lugar al registro fósil, términos tales como: selectividad de enterramiento, selectividad de los procesos destructivos, adaptación y supervivencia. ¿Quiere esto decir que informalmente se está utilizando una teoría de la evolución tafonómica cuya estructura es equivalente a la de la evolución biológica?, ¿cuáles son los términos utilizados en tales explicaciones? Para los propósitos de este artículo, y sin ánimo de entrar *en* prioridades nomenclatorias a nivel lingüístico, será suficiente con mencionar los términos que se encuentran frecuentemente en las publicaciones recientes (por ejemplo: BOUCOT, 1981; DE PORTA, 1981; DE RENZI, 1981; DOOD y STANTON, 1981; GRAY *et al.*, 1981; MARGALEF, 1981; SEILACHER, 1981; MARTINELL *et al.*, 1980; FINKS, 1979; FÜRSICH, 1979; HOLTZMAN, 1979; LAWRENCE, 1979; MÜLLER, 1979; SEILACHER, 1979; BEHRENSMEYER, 1978; DE RENZI, 1978; SCHOPF, 1978; SEILACHER y WIESENAUER, 1978; MELÉNDEZ, 1977; LASKER, 1976; SCOTT y WEST, 1976; DE RENZI *et al.*, 1975; ROGER, 1974; TASCH, 1973; RUDWICK, 1972; SCHAFER, 1972; LAWRENCE, 1971; RAUP y STANLEY, 1971;

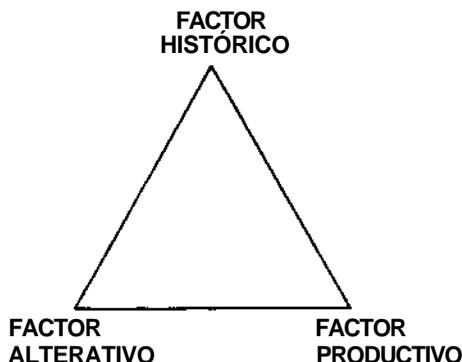


Fig. 1.—Diagrama triangular que representa la relación entre los tres factores principales que han controlado el registro fósil. La posición relativa de las entidades en el triángulo informa sobre la influencia de los factores.

SEILACHER, 1970; KAUFFMAN, 1969; ROLFE y BRETT, 1969; LAWRENCE, 1968; CHAVE, 1964; FAGERSTROM, 1964; AGER, 1963; JOHNSON, 1960; MELÉNDEZ, 1959; HECKER, 1957; MÜLLER, 1957): conservación, potencial o capacidad de conservación, conservabilidad, conservación diferencial, preservación, potencial de preservación, preservabilidad, preservación diferencial, preservación selectiva, registro, potencial de registro, registro diferencial, registro selectivo, proceso de registro, proceso selectivo de registro, fosilización, fosilización diferencial, potencial de fosilización, capacidad de memoria, pérdida selectiva de información, durabilidad, redundancia ...

Volviendo al planteamiento inicial del párrafo anterior, la primera pregunta podemos reformularla de la siguiente manera: ¿cómo han ocurrido los cambios en

las entidades registradas? Y el análisis lógico permite, a su vez, dividirla en dos preguntas: 1) ¿cuál es el origen de las entidades? (pregunta que debe ser respondida en última instancia por la Paleocología), 2) ¿qué factores determinan la composición y la estructura registradas? (pregunta acerca de la alteración tafonómica). De este modo, las entidades registradas dejan de ser unidades de cambio y pasan a ser unidades de variación (cfr. TOULMIN, 1970), y los cambios en el registro fósil pueden ser consecuencia de una variación en las *entidades producidas* y/o en la alteración tafonómica. Las variaciones laterales y/o verticales del registro fósil pueden deberse a la actuación de tres factores principales: el factor histórico (con dos tipos de control, el ecológico y el evolutivo), el factor productivo (determinante de las causas y consecuencias tafonómicas de la entidad producida) y el factor alterativo (controlador de la composición y la estructura conservadas por la entidad producida, desde su aparición hasta quedar registrada en la actualidad) (cfr. fig. 1). Las variaciones espacio-temporales en la intensidad del factor alterativo conllevan variaciones, inversamente proporcionales, del potencial de fosilización y, en especial, de la capacidad de memoria del sedimento (cfr. MARGALEF, 1981).

La alteración tafonómica ha actuado sobre los restos y/o señales de entidades biológicas históricas desde su producción (por muerte y/o realización), y pueden distinguirse varios estadios naturales que delimitan etapas diferentes del proceso de transformación (cfr. CLARC y KIETZ, 1967; LAWRENCE, 1979; HOLTZMAN, 1979). Las entidades correspondientes a etapas sucesivas del proceso están entre sí en la relación de parte; si fuesen iguales habría habido, al menos, muerte o desaparición de la entidad biológica histórica, registro total de la producida y agotamiento (físico y conceptual) de la registrada. Además, conviene señalar que el problema no es sólo la parcialidad del registro fósil, sino también su representatividad, y que los datos relevantes para la elucidación de las entidades biológicas históricas serán diferentes según se considere la relación entre la entidad biológica y la registrada como un cambio de estado o como un proceso (cfr. fig. 2). Llamamos *realización* a la producción de restos y/o señales durante la actividad biológica; a diferencia de la muerte, la realización no siempre es un acontecimiento individual o irreplicable para un mismo organismo.

El registro fósil puede describirse en términos de información, de mensaje, de código. Para describir el estado de conservación de una entidad, se deben considerar las evidencias de las transformaciones ocurridas (propiedades secundarias) y de las transformaciones no-ocurridas (propiedades originales), y serán expresadas en lenguaje observacional; pues para hablar de los registros simples de un sistema dinámicamente complejo, sólo necesitamos "descripciones de estado" que hagan referencia a los registros mismos y sean independientes de las "descripciones de procesos" con que expresamos la dinámica reconstruida (cfr. STEGMÜLLER, 1970). Respecto a la dicotomía del lenguaje que da cuenta de las entidades producidas respecto de las registradas u obtenidas, cabe destacar que los términos de la primera serie designan entidades generalmente inobservables (pero han de ser escrutables, es decir, más o menos contrastables directa o indirectamente), mientras que los de la segunda serie son observables, de modo más o menos directo, por los paleontólogos. Las entidades producidas y lo perdido durante la alteración tafonómica son inobservables en principio y, aunque algunas entidades producidas puedan parecer observables, siempre puede ser hipotética alguna de las propiedades que se les atribuyen (cfr. RUDWICK, 1972).

Siguiendo con el posible paralelismo entre la evolución biológica y la tafonó-

mica, ¿cómo regula la alteración tafonómica la variabilidad de las entidades producidas?, ¿existe alguna equivalencia estructural entre el mecanismo utilizado para explicar el proceso de registro y el de la selección natural? De ser así, debería reconocerse que, a nivel individual, cualquier conjunto de elementos producidos consta de elementos únicos y distintos y que, a nivel poblacional, existen clases de elementos con una composición y una estructura que las hacen ser funcionalmente distintas, y cuyos elementos constituyentes interactúan y son capaces de dar lugar a elementos de su misma clase taxonómica. A dichas clases, funcionalmente distintas, podemos llamarlas *tafones*; los límites de éstas pueden o no coincidir, a nivel físico o real, con los de las clases taxonómicamente establecidas. Por otra parte, si la alteración tafonómica constituye un principio extrínseco de regulación, en

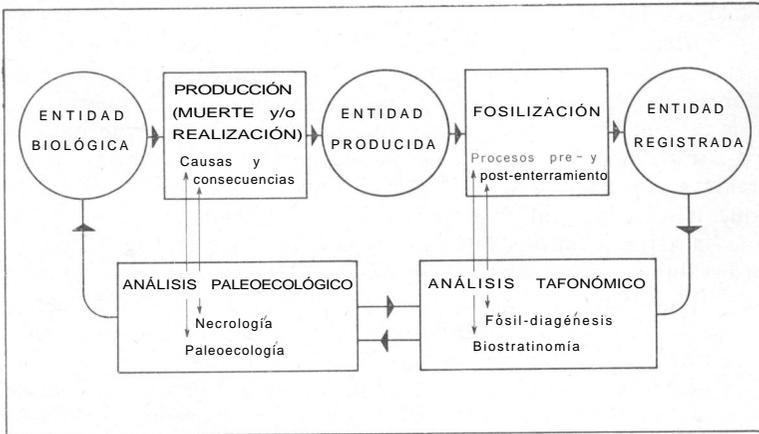


Fig. 2.—Diagrama de flujo que representa la relación histórica entre las entidades biológicas y las entidades registradas, y la relación metodológica que nos permite interpretar las primeras en función de las segundas. Las entidades registradas son el resultado del proceso de fosilización que ha actuado sobre las entidades producidas correspondientes; estas últimas, a su vez, pueden resultar por causas diversas, en condiciones diferentes, de entidades biológicas pretéritas. La interpretación del registro fósil, mediante el análisis tafonómico-paleoecológico, permite reconstruir dichas entidades biológicas.

una entidad producida habrá elementos con ciertas propiedades que les permitan resistir mejor ante los factores físicos, químicos y biológicos que lleven a su alteración; la variabilidad, tanto en composición y estructura como en naturaleza y grado, en los tafones y entre los elementos de una determinada entidad registrada estará determinada originalmente por parámetros históricos (evolutiva y ecológicamente controlados), pero también lo estará por parámetros alterativos (no directamente controlados por las diferencias entre las propiedades originales de los elementos producidos). En consecuencia, grupos diferentes de un mismo tafón producido se diferenciarán entre sí al ser sometidos a diferentes ambientes y darán lugar a tafones distintos. Todas estas ideas están implícitas en varios conceptos utilizados por muchos tafonomistas y que pueden ser resumidos en tres: conservabilidad, durabilidad y redundancia.

El término *conservación* (preservación, registro) ha sido usado para designar el estado más que el proceso por el cual el estado es alcanzado (proceso de registro, fosilización); nosotros lo usaremos sólo en el primer sentido. Por *conservabilidad* (potencial o capacidad de conservación, preservabilidad, potencial de preservación, potencial de registro) se quiere significar la probabilidad de que una determinada entidad producida sea registrada. Para poder decir que una determinada entidad producida era conservable es necesario que dicha entidad haya existido y también que se haya transformado en una entidad de su misma clase, siendo posible asignarla a un taxón (conocido o nuevo). Sin embargo, la existencia de entidades conservables no asegura la persistencia de restos y/o señales determinables más o menos modificados, y, dada una entidad producida, los elementos más conservables reemplazarán a los menos conservables a medida que se intensifiquen las condiciones ambientales que llevan a su alteración. Por lo tanto, para registrarse una entidad biológica histórica ha sido necesario que se produzcan restos y/o señales y que no se destruyan por alteración tafonómica.

Muchos autores han indicado que, a efectos de interpretación del registro fósil, la importancia de los elementos no-conservados puede ser superior a la de los conservados. Según lo dicho anteriormente, podemos afirmar que una determinada entidad registrada era conservable, pero ¿se puede saber cuáles eran las entidades no-conservables y que no están registradas? En principio sí, aunque algunos autores afirman que no hay ningún criterio positivo para reconocer la inconservabilidad; no obstante, la afirmación de estos autores se debe, en parte, al error lógico de tratar la conservabilidad como una propiedad actual, en vez de considerarla como una propiedad disposicional. Es decir, la conservabilidad sólo puede ser comparada respecto a un ambiente —o categoría de ellos— determinado (temporalmente abarca desde la producción, por muerte y/o realización, hasta la obtención actual de evidencias registradas); de este modo, tanto la entidad producida como el ambiente son aspectos diferentes, aunque relacionados, del "conjunto de condiciones" de la entidad registrada, y esto es lo que "ha determinado el destino" de la entidad producida. Desde este punto de vista, la entidad producida es una entidad estática, mientras que la entidad registrada (resultante de la alteración tafonómica) es el resultado de un proceso (o conjunto de procesos cuyos resultados particulares pueden ser diferentes entre sí); no obstante, en cada caso concreto, tanto el carácter estático de la primera como el dinámico de la segunda tienen que ser probados a partir del registro fósil, no admitidos apriorísticamente. Lo perdido por alteración tafonómica se puede inferir, al menos en parte, aplicando principios de integración o reconociendo sus efectos (cfr. JOHNSON, 1960).

Debe hacerse constar que los factores causantes de la alteración tafonómica pueden llegar a ser necesarios para que sigan siendo conservables las entidades conservadas, y, si se modifican las condiciones, las entidades conservadas pueden ser destruidas. Por otra parte, la acción de un(os) determinado(s) factor(es) de alteración que reduzca(n) la conservabilidad de una entidad, en una fase determinada del proceso de registro, puede resultar en que, durante fases posteriores de la fosilización, la entidad más alterada inicialmente pasa a tener la máxima conservabilidad; es decir, la conservabilidad de una entidad registrada no ha sido necesariamente constante respecto al resto de las entidades, sino que puede haber variado durante el proceso de registro, y, en consecuencia, la conservabilidad de una entidad en cada una de las categorías de ambientes es independiente (disociable) entre sí y de la conservabilidad total.

En ocasiones se ha dicho que la asociación, u otras categorías, se ha conservado. Pero no puede decirse simplemente que una entidad era conservable, sino que era más o menos conservable que otra en determinadas condiciones ambientales, ya que la conservabilidad es una propiedad relativa; por tanto, al interpretar el registro fósil, podemos suponer que la entidad registrada corresponde a la más conservable, pero no podemos pretender explicar con estos términos la conservación diferencial.

Por *durabilidad* de una entidad producida se entiende la capacidad de ésta para persistir, en un ambiente determinado, sin transformarse en una entidad de otra clase (determinable) o desaparecer por alteración tafonómica. La durabilidad tampoco es una propiedad absoluta, y también es función del ambiente (cfr. CHAVE, 1964).

La capacidad de muchos organismos para dar lugar a evidencias múltiples de su existencia ha sido denominada redundancia (cfr. TASCH, 1965; LAWRENCE, 1968; HOLZMAN, 1969). En la mayoría de los estudios tafonómicos será conveniente discernir entre la repetición del mismo mensaje de un organismo (*redundancia primaria o biológica*) y la repetición del mismo mensaje de un ejemplar producido, por un único organismo, que incluye al menos un elemento determinable (*redundancia secundaria o tafonómica*). La redundancia no implica que el elemento restante sea idéntico al elemento original antes de redundarse, sino, simplemente, que sea de su misma clase taxonómica.

A partir del concepto de redundancia, se puede afirmar, como postulado, que cada elemento de una determinada entidad registrada no ha necesitado de una producción independiente de la de los demás y a costa de un organismo distinto. Más aún, debe distinguirse entre *elementos fósiles o registrados* (todo aquel que puede ser asignado a un taxón conocido o nuevo) y *ejemplares fósiles o registrados* (cualquier resto procedente de un único individuo viviente); cada organismo puede haber dado lugar a un número finito (concreto o no) de elementos determinables, pero solamente a un ejemplar determinable y, sea un ejemplar o un elemento, estarán completos o incompletos en el registro fósil.

Una vez tratado el concepto de conservabilidad de las entidades producidas, podemos hablar de su consecuencia lógicamente inmediata: la conservación diferencial (preservación diferencial, registro diferencial).

DODD y STANTON (1981, pág. 310) dicen, a propósito de la "preservación diferencial", que "todas las partes de un esqueleto tendrán igual probabilidad de ser incorporadas a la asociación fósil, en ausencia de cualquier proceso *post-mortem* que destruya o remueva preferencialmente algunas partes más que otras". Este enunciado está basado en consideraciones probabilitarias, y puede ser admitido (si se elimina la expresión: "de un esqueleto") como el principio básico de la tafonomía de poblaciones y el equivalente, en Tafonomía, de la "ley de Hardy-Weinberg" (lo cual no implica defender las concepciones individualistas); de esta manera, "cualquier proceso *post-mortem* que destruya o remueva preferencialmente algunas partes más que otras" designa al concepto de "alteración tafonómica" y se puede llegar a obtener una formulación cuantitativa, de validez teórica más o menos aproximada (cfr. RAUP, 1977), de la fosilización. A este respecto, también hay que tener en cuenta la incidencia en el resultado final y durante el proceso de registro, de las ventajas selectivas de la escasez.

La diversidad de interacciones entre las entidades conservadas y su medio ambiente posibilita que la alteración tafonómica promueva cambio o constancia, según

cambie o no el ambiente y, en caso de cambiar, de la naturaleza del cambio. Si las relaciones entre las entidades y su medio ambiente se mantienen estables en el tiempo, predomina la *fosilización normalizadora* y se detienen los cambios tafonómicos, aunque la variabilidad de las entidades sea grande o pequeña. Si una secuencia determinada de interacciones entre la entidad y el medio ambiente cambia de forma constante en una misma dirección, tiene lugar la *alteración direccional* (pérdida selectiva de información) y, como proceso concomitante, la *fosilización direccional* (fosilización diferencial, preservación selectiva, proceso selectivo de registro, registro selectivo); esta tendencia evolutiva continua puede ser el resultado de repetidas interacciones retroactivas entre lo conservado y lo alterado. Si se diversifica el ambiente que era homogéneo, puede iniciarse la diversificación de las interacciones entre las entidades y sus respectivos ambientes, comenzando los procesos de *radiación alterativa* y, su concomitante, de *radiación conservativa*. En cualquier caso, los cambios ambientales sólo posibilitan unos limitados estados de conservación para cada entidad producida. Desde este punto de vista, la evolución tafonómica es un proceso en cuyo mecanismo intervienen dos componentes interrelacionados: la producción (original y secundaria) de variabilidad y la regulación de dicha variabilidad por alteración tafonómica (cfr. DOBZHANSKY *et al.*, 1980; MAYR *et al.*, 1978; MELÉNDEZ, 1978; CRUSAFONT *et al.*, 1974; KITTS, 1974; SMITH, 1972; WADDINGTON *et al.*, 1968; SIMPSON, 1953; DARWIN, 1859).

A propósito de la fosilización direccional, conviene destacar que los grupos tafonómicos más durables y que más se redundan no son necesariamente los más conservables; puede suceder que los tafones más durables no se registren, mientras que los más redundantes son los menos conservables. La alteración tafonómica favorece la redundancia tafonómica, por definición, pero esta última no siempre incrementa la conservabilidad: puede reducirla o incluso anularla, aunque no implica no-durabilidad, y puede ser tan importante como la durabilidad para dar lugar a una conservación diferencial o en la conservabilidad relativa. Por estas razones, no constituye una tautología ni está basado en un razonamiento circular, afirmar que una determinada entidad registrada tenía un cierto grado de conservabilidad respecto a otra. A partir de la conservabilidad aparente, basada en evidencias observables (directa o indirectamente), se investiga el proceso que ha podido dar lugar a tal resultado, se prueba la diferente conservabilidad de las entidades producidas y se hacen inferencias sobre la conservación diferencial.

Entendida así, la conservabilidad es el objeto inicial del análisis tafonómico y es lo que diferencia a las entidades registradas de la materia taxonómicamente indeterminable y lo que hace a la Tafonomía diferente de la Sedimentología. La Tafonomía no puede ser reducida a una mera sedimentología de fósiles; ese planteamiento es necesario pero insuficiente.

Es evidente que la lógica neodarwinista, pese a sus limitaciones, puede ser muy fructífera si se utiliza en los estudios tafonómicos. No obstante, aunque permite aplicar una serie de métodos analíticos con el fin de elucidar el proceso de fosilización y se pueden llegar a describir los "procesos" o las trayectorias históricas seguidas por los grupos tafonómicos (tafones), la hipótesis de la evolución tafonómica no puede explicar las variaciones de las entidades conservadas, ya que para "post-decir" "estados de cosas" o situaciones, con cierta probabilidad, es suficiente con generalizaciones empíricas, mientras que para explicarlas hay que cambiar de nivel teórico (aunque sean explicadas de un modo probabilístico) (cfr. SCHOPF, 1979). Por otra parte, la reducción de las entidades que son objeto de relaciones

temporales (procesos, cambios de estado, acontecimientos) a situaciones o "estados de cosas" no implica, en contra de lo que a veces se ha escrito a propósito del proceso evolutivo, que las entidades históricas en cuestión sean episódicas; es un método analítico que nos permite reconstruir la estructura de los acontecimientos, independientemente de que hayan sido episódicos o continuos (cfr. GOULD, 1977). Las entidades reales tienen la propiedad de ser espacio-temporales, con independencia de que se haya reconocido en ellas una estructura temporal o no, y, puesto que no es posible un conocimiento sustantivo de las entidades reales, la existencia de dicha estructura temporal es una hipótesis sólo confirmable; pero la hipótesis contraria (no-existencia de una estructura temporal) es demasiado imprecisa para ser aceptada en un planteamiento científico (cfr. BUNGE, 1969; HALSTEAD, 1981). La reconstrucción de una estructura temporal, mediante un esquema de variedad y cambio, a partir de las evidencias, puede ser verdadera o falsa, en el sentido de que tenga correlato real o no, y tal reconstrucción podrá ser confirmada y/o refutada por la evidencia disponible o nueva. La refutación del esquema en cuestión no autoriza a negar que la entidad conocida no posee estructura temporal; cada esquema podrá ser admitido, perfeccionado o refutado (se le sustituya o no por otro nuevo), pero el que no tengamos evidencias o no encontremos un modo de expresarlas en un esquema de variedad y cambio no es un argumento en contra de la existencia de una estructura temporal. Si la estructura temporal es evolutiva, tendrá que reflejar un cambio continuo y las evidencias no podrán ser objetos o coincidencias fácticas-, sino variables del objeto considerado; dicho objeto podrá ser reconstruido como constituido por los elementos en el esquema en cuestión, pero los elementos en sí mismos no pueden ser a su vez objetos reales independientes del objeto (cfr. BUNGE, 1971). Tampoco se debe caer en el error lógico de confundir la dinámica reconstruida, que es expresada mediante "descripciones de procesos" históricos, con el mecanismo evolutivo, que es atemporal (al igual que su hipótesis o su teoría correspondiente); en cada caso concreto, tanto la dinámica reconstruida como el mecanismo evolutivo serán hipótesis (fundadas, confirmables y/o refutables), pero mientras que la primera sólo puede tener validez individual, la segunda aspira a tener una aplicación más general y, en consecuencia, los datos relevantes para sus respectivas contrastaciones no serán plenamente coincidentes.

Finalmente, sólo destacaremos que la fosilización y la producción son hechos ocurridos, y es necesario conocerlos al máximo grado para garantizar, en la misma medida, la validez de nuestras interpretaciones sobre las entidades biológicas pretéritas. La parcialidad inherente al registro fósil, aunque limita nuestras retrodicciones sobre las entidades biológicas, no es un argumento en contra o que autoriza a prescindir del análisis tafonómico-paleocológico, sino el motivo principal para realizarlo.

AGRADECIMIENTOS.—Deseo expresar mi agradecimiento a los doctores E. AGUIRRE (C. S. I. C., Madrid), M. DE RENZI (Dpto. Geología, Fac. C. Biológicas, Valencia), A. GOY (Dpto. Paleontología, Fac. C. Geológicas, Madrid), A. PEREJÓN (C. S. I. C., Madrid) y L. SEQUEIROS (Dpto. Paleontología, Fac. C. Geológicas, Zaragoza) por la lectura crítica del manuscrito.

*(Recibido el 8 de marzo de 1982.)*

*(Aceptado el 12 de abril de 1982.)*

## BIBLIOGRAFÍA.

- AGER, D. V.  
1963. *Principles of Paleocology*. 371 págs., 148 figs., 8 láms. (McGraw-Hill). New York.
- BOUCOT, A. J.  
1981. *Principles of Benthic Marine Paleocology*. 463 págs., 332 figs. (Academic Press). London.
- BEHRENSMEYER, A. K.  
1978. The habitat of Plio-Pleistocene hominids in East Africa: taphonomic and microstratigraphic evidence. En: C. J. JOLLY (Ed.), *Early Hominids of Africa*, páginas 165-189; 9 figs., 8 cuad. (Duckworth). London.
- BUNGE, M.  
1969. *La investigación científica*. 955 págs. (Ariel, Ed. 1976, Barcelona).  
1971. Conjunción, sucesión, determinación, causalidad. En: M. BUNGE, F. HALBWACHS, Th. S. KUHN, L. ROSENFELD y J. PIAGET. *Las teorías de la causalidad*, págs. 47-69. (Sígueme, Ed. 1977. Salamanca).  
1980. *Epistemología*. 275 págs. (Ariel). Barcelona.
- CHAVE, K. E.  
1964. Skeletal Durability and Preservation. En: J. IMBRIE y N. NEWELL (Eds.). *Approaches to Paleocology*, págs. 377-387; 3 figs., 2 cuad. (J. Wiley & Sons). New York.
- CRUSAFONT, M., MELÉNDEZ, B. y AGUIRRE, E.  
1974. *La Evolución*. 1.159 págs. (BAC). Madrid.
- DARWIN, Ch.  
1859. *El origen de las especies*. 503 págs. (Diana, Ed. 1977, México).
- DE PORTA, J.  
1981. Some fundamental aspects of paleontological methodology: Its problems and incidence. *Acta Geológica Hispánica*, 16, 1-2, págs. 45-53; 7 figs. Barcelona.
- DE RENZI, M.  
1978. La problemática de la fundamentación de la Paleocología. *Estudios Geol.*, 34, páginas 559-570; 10 figs. Madrid.  
1981. Some philosophical questions about Paleontology and their practical consequence. *Acta Geológica Hispánica*, 16, 1-2, págs. 7-23; 4 figs. Barcelona.
- DE RENZI, M., MARTINELL, J. y REGUANT, R.  
1975. Bioestratigrafía, Tafonomía y Paleocología. *Acta Geológica Hispánica*, 10, 2, páginas 80-86; 4 figs., 1 cuad. Barcelona.
- DOBZHANSKY, T., AYALA, F. J., STEBBINS, G. L. y VALENTINE, J. W.  
1980. *Evolución*. 558 págs. (Omega). Barcelona.
- DODD, J. R. y STANTON, R. J.  
1981. *Paleocology, Concepts and Applications*. 559 págs. (J. Wiley & Sons). New York.
- EFREMOV, I. A.  
1950. Taphonomic et annales géologiques. *Ann. Centre d'étud. doc. Paleont.*, 4; 196 págs., 45 figs., 4 láms. (S. D. G. P., París),
- FARGERSTROM, J. A.  
1964. Fossil communities in Paleocology: their recognition and significance. *Geol. Soc. America, Bull.*, 75, págs. 1.197-1.216; 5 figs., 1 cuad. Boulder, Colorado.
- FINKS, R. M.  
1979. Fossils and Fossilization. En: R. W. FAIRBRIDGE y D. JABLONSKI. *The Encyclopedia of Paleontology*, págs. 327-332; 1 fig. (Dowden, Hutchinson & Ross. Inc.). Stroudsboung, Pennsylvania.
- FÜRSICH, F. T.  
1979. Genesis, environments, and ecology of Jurassic hardgrounds. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 158, 1, págs. 1-63; 30 figs., 4 cuad. Stuttgart.
- GOULD, S. J.  
1977. Eternal Metaphors of Paleontology. En: A. HALLAM (Ed.). *Patterns of evolution*, as illustrated by the fossil record, págs. 1-26; 4 figs., 1 cuad. (Elsevier). Amsterdam.
- GRAY, J., BOUCOT, A. J. y BERRY, W. B. N. (Eds.).  
1981. *Communities of the past*. 623 págs. (Hutchinson Ross). Stroudsboung, Pennsylvania.
- HALSTEAD, L. B.  
1981. Karl Popper, Paleontology and Evolution. En: J. MARTINELL (Ed.). *Concept and Method in Paleontology*, págs. 9-18. (Dpto. Paleontol.). Univ. Barcelona.

- HECKER, R. F.  
1957. *Introduction to Paleocology*. 166 págs. (Elsevier, Eld. 1965, New York).
- HOLTZMAN, R. C.  
1979. Maximum likelihood estimation of fossil assemblage composition. *Paleobiology*, 5, 2, págs. 77-89; 5 figs.; 1 cuad. Chicago.
- JOHNSON, R. G.  
1960. Models and methods for analysis of the mode of formation of fossil assemblages. *Geol. Soc. America, Bull.* 71, págs. 1.075-1.086; 2 figs., 2 cuad. Boulder, Colorado.
- KAUFFMAN, E. G.  
1969. Form, Function, and Evolution. En: R. C. MOORE (Ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part N. Mollusca, 6 (1/3), págs. 129-205, figs. 87-99; 2 cuad. (Geol. Soc. Amer.). Boulder, Colorado.
- KITTS, D. B.  
1974. Paleontology and evolutionary Theory. *Evolution*, 28, 3, págs. 458-472, Lawrence.
- LASKER, H.  
1976. Effects of differential preservation on the measurement of taxonomic diversity. *Paleobiology*, 2, págs. 84-93; 5 figs., 5 cuad. Chicago.
- LAWRENCE, D. R.  
1968. Taphonomy and information losses in fossil communities. *Geol. Soc. America, Bull.*, 79, 10, págs. 1.315-1.330; 4 figs., 4 cuad. Boulder, Colorado.  
1971. The nature and structure of Paleocology. *J. Paleontology*, 45, 4, págs. 593-607; 7 figs., 2 cuad. Tulsa, Oklahoma.  
1979. Taphonomy. Biostratigraphy. Diagenesis of Fossils - Fossil Diagenesis. En: R. W. FAIRBRIDGE y D. JABLONSKI. *The Encyclopedia of Paleontology*, págs. 793-799, 5 figs.; págs. 99-102, 3 figs.; págs. 245-247, 2 figs. (Dowden, Hutchinson & Ross). Stroudsburg. Pennsylvania.
- MARGALEF, R.  
1981. Asimetrías introducidas por la operación de la energía externa en secuencias de sedimentos y de poblaciones. *Acta Geológica Hispánica*, 16, 1-2, págs. 35-38. Barcelona.
- MARTINELL, J., DOMENECH, R. y MARQUINA, M.<sup>a</sup> J.  
1980. Premisas para el análisis paleontológico. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 78, págs. 133-140. Madrid.
- MAYR, E., AYALA, F. J., DICKERSON, R. E., SCHOPF, J. W., VALENTINE, J. W., PREVOSTI, A., MAY, R. M., SMITH, J. M., WASHBURN, S. L., LEWONTIN, R. C. y FONTDEVILA, A.  
1978. *Evolution*. 173 págs. (Scientific American). New York.
- MELÉNDEZ, B.  
1959. La Tafonomía al servicio de la Paleontología. *Curs. Conf. Inst. "Lucas Mallada"*, 6, págs. 63-73; 3 figs. Madrid.  
1977. *Paleontología*. Tomo I. 715 págs. (Paraninfo). Madrid.  
1978. *Métodos y resultados de la investigación paleontológica*. Discurso de ingreso en la Real Acad. Ciencias. 51 págs. (R. A. C.). Madrid.
- MÜLLER, A. H.  
1957. *Lehrbuch der Paläozoologie. I. Allgemeine Grundlagen*. 322 págs., 177 figs. (G. Fischer). Jena.  
1979. Fossilization (Taphonomy). En: R. A. ROBINSON y C. TICHERT (Eds.). *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part A. Introduction. Págs. 2-78. (Geol. Soc. Amer.). Boulder, Colorado.
- RAUP, D. M.  
1977. Stochastic Models in Evolutionary Paleontology. En: A. HALLAM (Ed.). *Patterns of evolution*, as illustrated by the fossil record, págs. 59-78; 6 figs., 3 cuad. (Elsevier). Amsterdam.
- RAUP, D. M. y STANLEY, S. M.  
1971. *Principles of Paleontology*. 388 págs. (W. H. Freeman & Co.). San Francisco.
- ROGER, J.  
1974. *Paléontologie Générale*. 419 págs. (Masson et Cie.). Paris.
- ROLFE, W. D. I. y BRETT, D. W.  
1969. Fossilization Processes. En: G. EGLINTON y M. T. J. MURPHY (Eds.). *Organic Geochemistry: Methods and Results*, págs. 231-244; 8 figs., 1 cuad. (Springer). Berlin-New York.

- RUDWICK, M. J. S.  
1972. *The Meaning of Fossils*. Episodes in the History of Palaeontology. 275 págs. (Neale Watson Acad. Publ., Ed. 1976, New York).
- SCHÄFER, W.  
1972. *Ecology and Paleocology of Marine Environments*. 568 págs. (Craig, G.). Univ. Chicago.
- SCHOPF, T. J. M.  
1978. Fossilization potential of an intertidal fauna: Friday Harbor, Washington. *Paleobiology*, 4, págs. 261-270; 4 cuad. Chicago.  
1979. Evolving paleontological views on deterministic and stochastic approaches. *Paleobiology*, 5, págs. 337-352; 2 figs. Chicago.
- SCOTT, R. W. y WEST, R. R. (Eds.).  
1976. *Structure and Classification of Paleocommunities*. 291 págs. (Dowden, Hutchinson & Ross). Stroudsburg, Pennsylvania.
- SEILACHER, A.  
1970 a. Arbeitskonzept zur Konstruktion-morphologie. *Lethaia*, 3, págs. 393-396; 1 fig. Oslo.  
1970 b. Begriff und Bedeutung der Fossil-Lagerstätten. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh*, 1970, 1, págs. 34-79. Stuttgart.  
1979. Constructional morphology of sand dollars. *Paleobiology*, 5, 3, págs. 191-221; 28 figs. Chicago.  
1981. Towards an Evolutionary Stratigraphy. *Acta Geológica Hispánica*, 16, 1-2, págs. 39-44; 3 figs. Barcelona.
- SEILACHER, A. y WIESENAUER, E.  
1978. Preservational and adaptational history of belemnites. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 157, 1/2, págs. 145-149; 3 figs. Stuttgart
- SIMPSON, G. G.  
1953. *The Major Features of Evolution*. 434 págs., 52 figs., 28 cuad. (Columbia Univ. Press). New York.
- SMITH, J. M.  
1972. *Acerca de la evolución*. 136 págs. (Blume, Ed. 1979, Barcelona).
- STEGMÜLLER, W.  
1970. *Teoría y experiencia*. 546 págs. (Ariel, Ed. 1979, Barcelona).
- TASCH, P.  
1973. *Paleobiology of the Invertebrates*. Data retrieval from the Fossil Record. 975 págs. (J. Wiley & Sons, Ed. 1980). New York.
- TOULMIN, S.  
1970. La distinción entre Ciencia normal y Ciencia revolucionaria, ¿resiste un examen? En: I. LAKATOS y A. MUSGRAVE (Eds.). *La Crítica y el desarrollo del Conocimiento*, págs. 133-144. (Grijalbo, Ed. 1975, Barcelona).
- WADDINGTON, C. H.  
1968. *Hacia una Biología teórica*. 613 págs. (Alianza, Ed. 1976, Madrid).