

ESTATUTO EPISTEMOLÓGICO DE LA TAFONOMÍA

Leandro SEQUEIROS

I. C. E. Universidad. 14071 Córdoba

Las nuevas ciencias tratan de la aparición, desarrollo y funcionamiento de sistemas complejos, independientemente del ámbito de investigación al que pertenezcan.

Ervin Laszlo. *Evolución, la Gran Síntesis*, 1988

ABSTRACT

Traditionally, taphonomy has been considered as the subdivision of Palaeontology which attempts to explain how the fossil record has come into being and which modifications it underwent. The different taphonomical concepts are structured in such a way as to constitute an integrated matter of logical scientific discipline. The present paper means to contribute to the knowledge of the epistemological statute of taphonomy, and approaches the subject in the following three ways: (1) the *constructivist approach* which is based on the modern psychology of knowledge; (2) the *systemic approach* which is based on General System Theory; (3) the *topological approach* which is founded on the Theory of Catastrophes.

Keywords: Taphonomy, Epistemology, Palaeontology, Constructivism, System Theory, Catastrophe.

RESUMEN

La Tafonomía ha sido considerada tradicionalmente como un subsistema conceptual de la Paleontología que aspira a explicar cómo se ha producido y qué modificaciones ha experimentado el registro fósil. Los esfuerzos de conceptualización de la Tafonomía están llevando a la maduración de un cuerpo de conocimientos socialmente aceptados que definen a la Tafonomía como ciencia dotada de su propia lógica interna. En este trabajo se ofrece una aportación teórica al estatuto epistemológico de la Tafonomía desde tres perspectivas diferentes: *la perspectiva constructiva* (basada en la moderna psicología del conocimiento), *la perspectiva sistémica* (fundamentada en la Teoría General de Sistemas) y *la perspectiva topológica* (establecida desde la Teoría de Catástrofes).

Palabras clave: Tafonomía, Epistemología, Paleontología, Constructivismo, Teoría de Sistemas, Catástrofes.

INTRODUCCIÓN

La Tafonomía, en sentido estricto, ha sido considerada tradicionalmente como un subsistema conceptual de la Paleontología (Fernández-López, 1988a, 1988b, 1991a) que aspira a explicar cómo se ha producido y qué modificaciones ha experimentado el registro fósil. En la definición de Tafonomía se encuentran varios elementos epistemológicos de gran interés que configuran estructuralmente el sistema de la Tafonomía:

a) Se concibe el registro fósil como una entidad dinámica objetiva, sujeta a un carácter procesual. Se trata de un registro que se modifica en el tiempo por entrada y salida de señales y que debe ser estudiado en términos de "sistema" (Fernández-López, 1984, 1988b).

b) La Tafonomía pretende, mediante el estudio de las entidades registradas sometidas a factores históricos, alterativos y productivos, explicar cómo el registro fósil ha llegado a ser lo que se observa.

c) La Tafonomía tiene un carácter "explicativo" de la realidad. Esta palabra se presta a interpretaciones epistemológicas muy diversas, ya que la reflexión filosó-

fica sobre la ciencia ha suministrado históricamente concepciones muy diferentes de la misma. En este trabajo se concibe la ciencia como una construcción social de conocimientos organizados. Y desde esta perspectiva será necesario clarificar en qué sentido y hasta qué límites es "explicativa" de la realidad de la Tafonomía. En definitiva, nos preguntamos si puede ser considerada una ciencia.

Estos tres atributos epistemológicos de la Tafonomía se desarrollan a continuación desde tres perspectivas diferentes:

1. La perspectiva de la teoría del conocimiento, y en concreto del modelo constructivista: se pregunta qué nivel de realidad tienen los elementos estudiados por la Tafonomía.

2. La perspectiva sistemática, a partir de la *Teoría General de Sistemas* de Ludwig von Bertalanffy (1978), describe la estructura dinámica interna de la propia realidad percibida y explicada desde la Tafonomía.

3. La perspectiva contingente de los procesos de Tafonómicos, descritos con el lenguaje de la *Teoría de Catástrofes* de René Thom, permite definir la superficie de equilibrio y la evolución de los procesos.

PERSPECTIVA CONSTRUCTIVISTA

Se pueden sistematizar las escuelas epistemológicas en tres grupos diferentes (Sequeiros, 1990a):

a) La escuela realista, según la cual el conocimiento está dado y fijado desde los objetivos y fenómenos reales. Desde esta posición se ha desarrollado casi exclusivamente la conceptualización de la Paleontología y ha pasado heredada a la Tafonomía. Mantiene que el mundo conocido es exterior al sujeto que conoce y que el objetivo del conocimiento científico consiste en adecuarse a una realidad previa y definitivamente conformada.

b) La escuela idealista, según la cual es el conocimiento activo quien genera la realidad. Desde el subjetivismo se mantiene la tesis de que "el conocimiento es un asunto fundamentalmente del sujeto sin que sea posible entender la conexión entre nuestro conocimiento y la realidad que pretendemos conocer" (Quintanilla, 1976).

c) La escuela dialéctica, según la cual el conocimiento se **construye** en nuestra mente a través de un proceso de interacción comunicativa entre el sujeto que conoce y el objeto.

Los científicos en general (y los paleontólogos en particular) al hacer "ciencia", se sitúan espontáneamente en una de las tres posiciones, siendo las más frecuente la posición **realista**. Sin embargo, en el campo de la teoría del conocimiento, está tomando cuerpo cada vez con más vigor la posición **constructivista**. ¿Qué estatuto epistemológico presenta la Tafonomía desde una aproximación constructivista?

La moderna psicología del aprendizaje mantiene, en contra de la idea empirista de las sensaciones y la percepción, que no existen sensaciones simples y aisladas, o al menos "no se encuentran al comienzo del proceso perceptivo: más bien originalmente se presenta una percepción integral de formas. El todo es más que la suma de sus partes (...). El camino de la percepción lleva, entonces, del todo a las partes" (Bollnow, 1976, p. 33).

Todo conocimiento adquirido está en relación con estructuras previamente incorporadas al marco cognoscitivo y sólo es significativo si tiene relación con las ideas previas que ya se tienen. En esta concepción **constructivista** del conocimiento (Ausubel, 1978; Cubero, 1988; Driver, 1988) se incluyen las escuelas fenomenológicas y su interpretación en el campo de la psicología a través de la Escuela de la Gestalt.

El Registro Fósil y la Tafonomía desde el Constructivismo

El estudio del registro fósil y su interpretación tafonómica se han realizado normalmente desde una perspectiva **realista**. La literatura al respecto (Fernández-López, 1989, 1990; Belinchón y de Renzi, 1990; Emig y Racheboeuf, 1990...) y, en general, las conferencias y comunicaciones de la Reunión de Tafonomía y Fosilización (Fernández-López, edit., 1990), se mueve dentro de esa posición epistemológica realista. Las conceptualizaciones propuestas por los autores suponen una lógica del descubrimiento fundamentada en entidades, procesos de estas entidades, asociaciones registradas y tafo-

sistemas cuya existencia es independiente del sujeto que las estudia. Esta posición epistemológica es muy válida, pero no es la única posible.

Desde estas páginas postulamos otro modelo de aproximación a la realidad basada en la lógica constructivista en el sentido antes expresado. La aproximación constructivista supone, desde la sociología del conocimiento, que hay que separar metodológicamente los elementos que constituyen la realidad y el tipo de percepción y nivel jerárquico de conceptualizaciones dentro de un proceso dialéctico de interacción sistemática.

La generación científica de conocimientos (y en nuestro caso conocimientos sobre la estructura, composición y dinámica evolutiva del registro fósil) es constructivista. Parte de una interacción entre elementos de la realidad y los esquemas conceptuales previos del sujeto que se acerca a ella. Resulta de todo ello el establecimiento de diversos niveles jerárquicos de interpretación constructiva y activa en la mente del sujeto (Sequeiros, 1990a).

Desde una aproximación constructivista, el registro fósil y los procesos tafonómicos tienen un estatuto epistemológico que se considera igualmente válido que el realista. El registro fósil aporta un complejo nudo de "señales" estructuradas y jerarquizadas por la mente del sujeto que las conoce y que las somete a **filtros cognoscitivos**. Apostamos en este trabajo por una opción cognoscitiva discutible pero razonable. Desde esta perspectiva, los llamados **procesos tafonómicos** se construyen en la mente del investigador a partir de los elementos tafonómicos de la realidad reelaborados en la mente dentro de un paradigma físico concreto.

PERSPECTIVA SISTÉMICA

La segunda perspectiva desde la que acotar conceptualmente la Tafonomía como ciencia estructurada y autónoma se realiza desde la Teoría General de Sistemas (Bertalanffy, 1950, 1978, 1984; Bertalanffy y otros, 1951).

La **Teoría General de Sistemas**, en el sentido más amplio, se refiere a una colección de conceptos generales, principios, instrumentos, problemas, métodos y técnicas relacionados con los sistemas (Klir, 1984).

Aunque el significado de la palabra **sistema** no es el mismo en toda circunstancia y para todo el mundo, generalmente se aplica a una disposición de componentes interrelacionados para formar un todo. A los distintos tipos de componentes e interrelaciones corresponden distintos sistemas.

La necesidad de una comprensión más profunda de los fenómenos biológicos, psicológicos y sociales, despertó el interés por el estudio de sistemas que, si en bloque interactuaban sobre el medio ambiente, estaban a su vez constituidos por partes ligadas por interacciones fuertes (no despreciables). Este nuevo campo de estudio contrastaba con el método "clásico" (Newtoniano), que concebía el objeto de investigación científica como una colección de componentes aislados, de cuyas propiedades intentaban deducirse las propiedades de todo el objeto, sin considerar las interacciones entre las partes.

El concepto de **sistema** constituye un nuevo **paradigma** (Kuhn, 1975) destinado a sustituir a otros conceptos, y especialmente al de estructuras organizadas en forma tal que la suma y el compuesto sea analizable en cierto número de elementos simples, ellos mismos no analizables. Por eso, la Teoría General de Sistemas (o como se la ha llamado también el **sistemismo** o **perspectiva sistemática** se presenta, en la mente de muchos autores, como una tendencia al **globalismo** y como una oposición a toda epistemología de tipo **analítico**, a todo **mecanicismo** y a todo **reduccionismo**.

La **Teoría General de Sistemas**, explicada desde la aproximación constructivista, considera que los **Sistemas** participan de "señales" procedentes de la realidad y que es la mente humana la que les da unidad, coherencia, estructura dinámica y emergencia. Desde esta visión, el **Sistema Tafonómico** tiene un estatuto epistemológico muy concreto.

Teoría de Sistemas y Tafonomía

Desde la Teoría General de Sistemas, las propiedades y naturaleza de los procesos físicos, químicos y biológicos que han configurado el estado actual del registro fósil no son explicables por la suma algebraica de los elementos constitutivos observados y tabulados cualitativamente. El estudio tafonómico que se infiere desde el actual y concreto registro fósil sólo puede ser considerado "científico" cuando parte de las interacciones que ligan a los componentes y que han sido modificadas por las mismas (Kidwell y Jablonski, 1983; Kidwell, Fursich y Aigner, 1986; Kidwell y Behrensmeier, 1988).

Los especialistas en Tafonomía han acuñado un concepto de gran interés como es el de **Tafosistema**. Los **Tafosistemas** o **Sistemas Tafonómicos** (Fernández-López, 1984, 1991b) se aplican a las entidades registradas individuales y/o supraindividuales constituidas por componentes interrelacionados, en los cuales puede observarse su composición (o conjunto de partes de la asociación registrada), su estructura (o conjunto de relaciones —por ejemplo espaciales entre los miembros de la asociación y miembros del medio en que se encuentran) y medio (o conjunto de elementos que no constituyen asociación, pero actúan sobre ella o están afectados por ella).

La existencia de sistemas tafonómicos jerárquicamente organizados es un presupuesto compatible con los que se utilizan en la teoría ecológica (Margalef, 1981) y en la teoría de la evolución orgánica (Fernández-López, 1984, 1988a, 1989, 1991b; Laszlo, 1988).

Un esquema sencillo de una concepción del registro fósil como sistema tafonómico se encuentra en la Fig. 1. Se supone que el registro fósil es un **sistema abierto** en el que existe continuamente un flujo de información tafonómica.

La información que accede al "receptor" (el registro fósil) no se añade a la ya existente, sino que presenta la propiedad dinámica de reestructurar las interacciones de todo el sistema. De este modo "el estar fósil o fosilizado es una propiedad emergente, no resultante, de los elementos conservados respecto a sus componentes" (Fernández-López, 1991b).

La aproximación constructivista y sistemista a los Tafosistemas pone de manifiesto un estatuto epistemológico diferente para los mismos: en primer lugar, no poseen una entidad "real", no tienen existencia con independencia del sujeto que los formaliza mediante conceptualizaciones. En segundo lugar, los elementos o conjunto de partes que conforman un tafosistema tienen un valor secundario con relación a su estructura. Es ésta la que configura y da valor a los elementos y no al contrario.

De acuerdo con la Teoría General de Sistemas, los Tafosistemas no son otra cosa que construcciones mentales descriptibles y comunicables (formalizables) que definen las relaciones existentes entre elementos del registro fósil en el momento actual. Los Tafosistemas remiten, pues, a una reconstrucción modelizada de los posibles procesos espacio-temporales que han llevado a tal situación. La entidad real de un Tafosistema radica en la captación e interpretación de los elementos del registro fósil interpretados desde las estructuras conceptuales del individuo que lo estudia y que son compartidas por gran parte de la comunidad científica (sensu Kuhn, 1975).

PERSPECTIVA DESDE LA TEORÍA DE CATÁSTROFES

El Registro Fósil es percibido por la mente que lo construye como una entidad dinámica. Sin embargo,

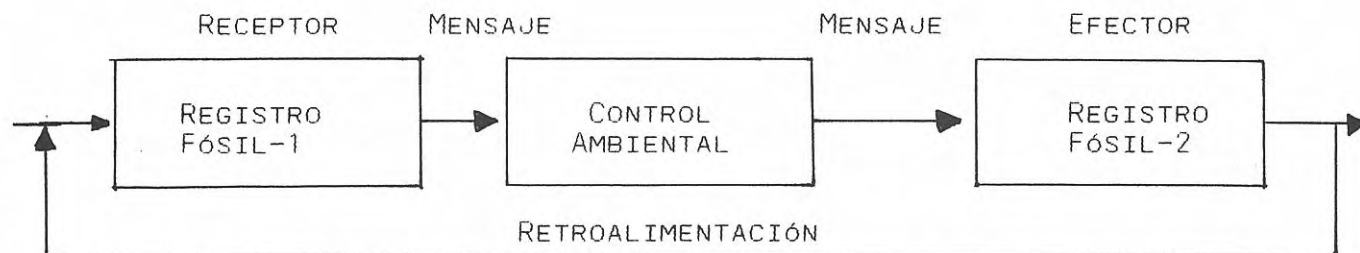


Figura 1. El registro fósil como sistema tafonómico. El registro fósil es una entidad portadora de información en equilibrio dinámico con el medio físico-químico y biológico. El registro fósil recibe mensajes (Receptor), reorganiza su propio sistema bajo el control ambiental y reelabora nuevos mensajes que dan lugar a nuevos sistemas de registro. Todo el sistema mantiene su permanencia mediante la retroalimentación.

los ritmos de cambio dentro del Sistema del Registro Fósil (el **Tafosistema**) son diferentes. La Tafonomía, como sistema conceptual autónomo, debe explicar los mecanismos internos de funcionamiento de los ritmos de acumulación y reestructuración de información en el registro fósil.

Las matemáticas que pueden denominarse tradicionales son capaces de describir sólo un aspecto de los procesos que se dan en el Registro Fósil: el cambio procesual *suave, gradual y continuo*. Pero es difícil encontrar una explicación matemática a otro tipo de procesos caracterizados por ser *repentinos, intermitentes y/o discontinuos*. De ahí la necesidad de acudir a otras perspectivas para aproximarnos a la epistemología de la Tafonomía.

Por todo esto, la tercera perspectiva desde la que se aborda aquí el estudio epistemológico de la Tafonomía se sitúa en la Teoría de Catástrofes. Esta es una nueva forma, polémica, de concebir las **singularidades**, los cambios: cambio en un curso de acontecimientos, cambio en la forma de un objeto, cambio en el comportamiento de un sistema, cambio en las ideas mismas.

La **Teoría de Catástrofes** ha construido un lenguaje matemático que nos parece apto para describir y clasificar los procesos que son captados por la mente como repentinos, bruscos, discontinuos (Sequeiros, 1990b). En la terminología de Thom presentan algún tipo de singularidad. Y la singularidad pertenece a la misma entraña del registro fósil, y por ello es constitutiva de la Tafonomía.

Una **catástrofe**, en el sentido amplísimo que Thom le da al término, significa discontinuidad y ocurre cuando un sistema puede tener más de una configuración estable (en el paisaje imaginado por Waddington (1976, y también de Renzi, 1988; Stewart, 1990) podría representarse como el paso de un objeto de un valle a otro). La transición es aquí discontinua, no porque no haya estados o cursos intermedios, sino porque ninguno de ellos es estable.

Catástrofes elementales y procesos tafonómicos

Thom denomina *catástrofes elementales* a los modelos más sencillos explicativos de lo que son las singularidades o transiciones aparentemente discontinuas de la naturaleza. De los siete modelos descritos (Thom, 1968) ha parecido más apropiado el modelo general propuesto para los **acontecimientos (eventos)** (Sequeiros, 1990b) denominado de **catástrofe en cúspide**, definida por una función potencial con dos variables de control y una de estado, determinando respectivamente una superficie de control y otra de conducta.

La expresión gráfica de una catástrofe en cúspide se define como una superficie curva con una flexura. Cada uno de los puntos de la superficie define un estado de equilibrio del sistema. La evolución del sistema (al cambiar las variables de control) está expresada por un recorrido a lo largo de la superficie (Sequeiros, 1990b).

Se pueden elegir muchas variables de control. Un modelo sencillo aplicado a los Sistemas Tafonómicos es el representado aquí (Fig. 2). Se han elegido aquí como

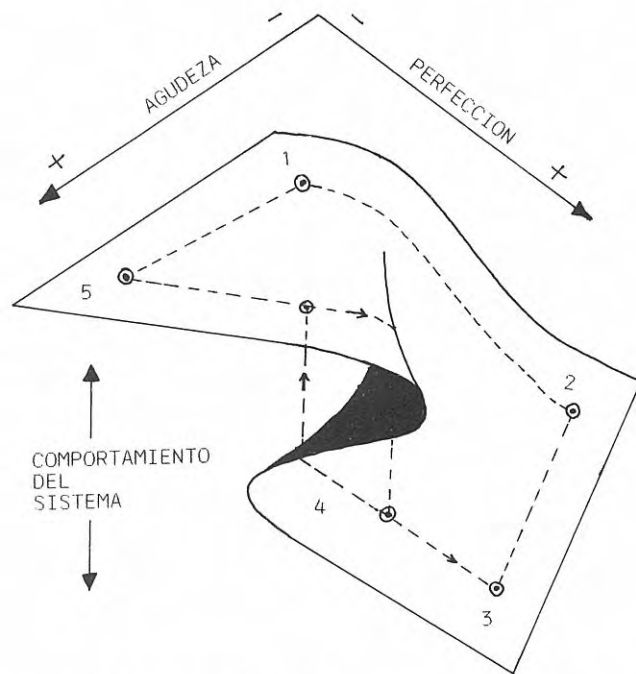


Figura 2. Epistemología del Tafosistema según la teoría de Catástrofes. Se representan los caminos hipotéticos del comportamiento de un sistema (adaptado de Zeeman, 1973). Se han elegido la agudeza (acuity) y la perfección (completeless) (sensu Sequeiros y González-Donoso, 1989) como elementos de control. El "comportamiento del sistema" en este caso se refiere a cómo un Tafosistema es captado por el observador, y que depende de la agudeza y de la perfección. Cuando a un registro fósil se aplica un poder de resolución alto e incluso superior a la perfección del registro el Tafosistema se percibe con singularidades. En los otros casos hay un desarrollo normal del equilibrio del sistema.

variables de control la **agudeza** (acuity) y la **perfección estratigráfica** (completeness) (sensu Sequeiros y González-Donoso, 1989). La agudeza es una variable que se establece en función del poder de resolución elegido. La perfección estratigráfica se refiere a la cantidad de tiempo real representado en una sucesión estratigráfica y a la información potencial contenida en el Registro Fósil.

Este modelo permite un acercamiento epistemológico al comportamiento de un Sistema Tafonómico (**Tafosistema**). ¿Qué valor tiene la información suministrada por un tafosistema? ¿Qué relación existe entre el Tafosistema observado y su interpretación? Y en concreto ¿qué valor real tienen las aparentes discontinuidades observadas en un registro fósil?

Cabe en este lugar una interesante polémica de carácter teórico sobre las diversas interpretaciones de la Teoría de Catástrofes. Para Zeeman (1973) las Catástrofes tienen un valor "real", mientras que otros autores (opinión seguida en este trabajo en continuidad con lo expuesto más arriba) postulan que la Teoría de Catástrofes no es más que una herramienta conceptual que posibilita la expresión simbólica de fenómenos reales.

Una aproximación desde esta opinión a la Tafonomía descubre que todo está en función de la escala que

se utilice, del poder de resolución del instrumento de observación (Smith, 1988).

Un ejemplo puede resultar ilustrativo (Sequeiros, 1991): en el Calloviense de Aragón las secuencias estratigráficas tienen potencias muy diferentes. Así, en Aguilón el Calloviense está representado por 36 niveles, en Ariño por 4 niveles, en Moneva por 12, en Belchite por 16 y en Ricla por 197. Si se supone una cierta continuidad, se pone de manifiesto que la perfección estratigráfica es muy diferente en unos casos y en otros. Ello hace que, en cada caso, la perspectiva epistemológica deba hacerse con una agudeza diferente. En aquellos casos en los que está representada una gran cantidad de tiempo real será posible (como ocurre en Ricla) poder acercarse con una mayor agudeza.

Son casos en los cuales el sistema se comporta de una manera continua. Pero existen dos casos singulares: uno, cuando el acercamiento al tafosistema se realiza con un exceso de agudeza siendo baja la perfección de éste (por ejemplo, si en Ariño pretendemos aplicar el esquema bioestratigráfico de Ricla). En este caso, el comportamiento del sistema presenta "singularidades". Pero si se disminuye la agudeza con que nos acercamos al tafosistema irá desapareciendo la singularidad. Por tanto, las singularidades de un tafosistema obedecen sólo a la agudeza con que se observan desde fuera. Desde el punto de vista epistemológico seguido en este trabajo puede decirse que la existencia de singularidades sólo está presente en el observador, y en función de poder de resolución o agudeza que le exija al comportamiento del sistema tafonómico.

Otro ejemplo ilustrativo se refiere al paso entre el Calloviense y el Oxfordiense. Tradicionalmente (Sequeiros, 1974) se ha defendido la existencia de una laguna bioestratigráfica entre el Calloviense y Oxfordiense que afecta al Calloviense superior y al Oxfordiense inferior. Cuando se utiliza un poder de resolución más exigente (mayor agudeza estratigráfica) es posible aminorar e incluso hacer desaparecer tal singularidad. En Murcia (Sequeiros y Checa, 1991), utilizando técnicas de mayor resolución estratigráfica se ha podido rehacer el comportamiento continuo del sistema.

En otros casos, un aumento de la agudeza con que se estudia un tafosistema puede llevar a encontrar situaciones singulares en el comportamiento del mismo. Así, en las secuencias del Calloviense de Cabra (Sequeiros, 1987), un análisis más detallado de los tafosistemas conduce a descubrir comportamientos bioestratigráficos singulares.

Belinchón y de Renzi (1990) han aplicado a yacimientos de vertebrados el análisis estadístico para mostrar la capacidad de resolución que se puede alcanzar en investigación tafonómica. El análisis tafonómico cuantitativo tiene grandes sesgos introducidos por la complejidad de los procesos.

Disponer de registros geológicos de alta perfección estratigráfica e instrumentos precisos de medida de los mismos constituye uno de los objetivos de la Estratigrafía de Alta Resolución (Kauffman, 1986, 1988, cit. por Vera, 1989a, 1989b) y de la Tafonomía científica. Por ello (tal como se puso de manifiesto en la citada Reunión de Tafonomía y Fosilización, 1990), la Actuo tafonomía y la Paleotafonomía deben caminar al mismo ritmo como aspectos de una misma construcción científica.

La aportación de Emig y Racheboeuf (1990) se centra en esta cuestión: "es necesario tener en cuenta que los fósiles no son más que restos de sistemas biológicos que sobrevivieron en los procesos tafonómicos y que transmiten solamente una parte de la información biológica histórica. El análisis tafonómico de los fósiles se debe hacer según los criterios biológicos con una escala de tiempo a la vez biológica y geológica".

En resumen: la Teoría de Catástrofes de Thom es un valioso elemento que, aplicado a la Tafonomía (y sobre todo a la evolución de los tafosistemas), permite explicar cómo se ha producido y qué modificaciones ha experimentado el registro fósil.

LA EPISTEMOLOGÍA DE LA TAFONOMÍA: LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CIENCIA AUTÓNOMA

La finalidad última de la epistemología de la Tafonomía es buscar una explicación más adecuada de la estructura y de los procesos dinámicos del sistema complejo de "señales" interactivas que llega a nosotros a través del registro fósil. La coherencia y solidez conceptual de tal explicación, así como su carácter predictivo es lo que constituye a una ciencia como autónoma.

Buckley (1984) ha realizado un esfuerzo desde la sociología y la epistemología por unificar conceptos constructivistas, topologistas y sistemistas que pueden ser aplicados a la Tafonomía.

1. La Tafonomía, para ser considerada como ciencia autónoma debe contemplarse como un sistema **total** tomado como un todo complejo, ya que la selección de la información, las transformaciones o las codificaciones que ocurren en cualquier punto o ligadura del sistema dependen no solamente de los sucesos y procesos anteriores, sino también de realimentaciones (feed-back) en puntos posteriores. En este sentido, de acuerdo con la opción epistemológica elegida en este trabajo, el Registro Fósil, tal como se presenta al investigador, no es sólo el resultado de la yuxtaposición y acumulación al azar de "señales", sino una entidad dinámica que reorganiza continuamente información codificada procedente de puntos temporales diversos.

2. Los sistemas tafonómicos, cuando se operan a fondo, se convierten en sistemas transaccionales, con capacidades morfogenéticas (o de variación estructural) así como morfoestáticas (o de preservación de la estructura). Lo que esto significa, entre otras cosas, que el conocimiento del registro fósil no es el resultado de una recepción pasiva de los datos informativos a través del complejo sensorial, sino más bien algo que sin cesar se construye y reconstruye mediante un intercambio contante entre el individuo (o la comunidad científica) y su medio ambiente físico y social (la información interpretada, los criterios de interpretación, las ideas previas y, en definitiva, la concepción del mundo).

3. La Tafonomía, como construcción social de un cuerpo de conocimientos autónomo de otras ciencias, está en un proceso de adquisición de un estatuto epistemológico sólido y coherente con la moderna filosofía de la ciencia. Aún resta mucho esfuerzo de reflexión

por parte de la comunidad científica. El presente trabajo, al presentar perspectivas discutibles, pretende abrir un debate pluridisciplinar fructífero entre los paleontólogos.

AGRADECIMIENTOS

A los Dres. Sixto Fernández-López, Ignacio Núñez de Castro, José María González-Donoso y Marcos A. Lamolda, por sus atinadas reflexiones que mejoraron, sin duda, muchos aspectos del texto.

BIBLIOGRAFÍA

- Aracil, J. 1978. *Las estructuras jerárquicas*. Alianza Universidad, 205 pp.
- Ausubel, D. P. 1978. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas, México, 138 pp.
- Behrensmeyer, A. K. y Schindel, D. 1983. Resolving time in Paleobiology. *Paleobiology*, 9, 1-8.
- Belinchón, M. y de Renzi, M. 1990. Análisis estadístico de datos tafonómicos: aplicación a la paleontología de vertebrados. En: Fernández-López (Coord.). *Comunicaciones Reunión de Tafonomía y Fossilización*. Universidad Complutense de Madrid, 41-50.
- Bertalanffy, L. von. 1950. An Outline of General System Theory. *British Journal of the Philosophy of Science*, I, 134-164.
- Bertalanffy, L. von. 1952. *Problems of Life. An evaluation of Modern Biological Thought*. Londres, Watts & Co., New York, Wiley.
- Bertalanffy, L. von. 1978. *Perspectivas en la Teoría General de Sistemas*. Alianza Universidad, Madrid, 230, 166 pp.
- Bertalanffy, L. von. 1984. Historia y situación de la Teoría General de Sistemas. En: Klir, G. J. (Ed.). *Tendencias en la Teoría General de Sistemas*. Alianza Universidad, Madrid, 208, 29-53.
- Bertalanffy, L. von, Hempel, C.G., Baas, R.E. and Jonas, H. 1951. General System Theory: a new approach to unity of Science. *Human Biology*, 23, 302-361.
- Bollnow, O. 1976. *Introducción a la filosofía del Conocimiento*. Amorrortu, Buenos Aires, 212 pp.
- Buckley, W. 1984. La epistemología vista a través de la Teoría General de Sistemas. En: Klir, G.J. (Ed.). *Tendencias en Teoría General de Sistemas*. Alianza Universidad, Madrid, 208, 219-237.
- Cubero, R. 1988. Los marcos conceptuales de los alumnos como esquemas de conocimientos: una interpretación cognitiva. *Investigación en la Escuela*, 4, 3-12, Sevilla.
- De Renzi, M. 1988. Evolución Tafonómica: sobre la posibilidad de lectura de la evolución orgánica a través del registro fósil (inédito).
- Driver, R. 1988. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 109-120, Barcelona.
- Egler, F. E. 1953. Bertalanffian Organismicism. *Ecology*, 34, 443-446.
- Emig, C. C. y Racheboeuf, P. 1990. Systèmes biologiques et Taphonomie: un point de vue biologique. En: Fernández-López. (Coord.). *Reunión de Tafonomía y Fossilización*, Universidad Complutense de Madrid, 87-94.
- Fernández-López, S. 1982. La evolución tafonómica (un planteamiento neodarwinista). *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, 79, 243-254, Madrid.
- Fernández-López, S. 1984. Nuevas perspectivas de la Tafonomía evolutiva: Tafosistemas y Asociaciones conservadas. *Estudios Geológicos*, 40, 215-224, Madrid.
- Fernández-López, S. 1985a. Criterios elementales de reelaboración tafonómica en ammonites de la Cordillera Ibérica. *Acta Geológica Hispánica*, 2, 105-116, Barcelona.
- Fernández-López, S. 1985b. Séquences sédimentaires et séquences taphonomiques. *Strata*, (2) 2, 116-122.
- Fernández-López, S. 1988a. La Tafonomía: un subsistema conceptual de la Paleontología. *Col-Pa* (1986-87), 41, 10-34, Madrid.
- Fernández-López, S. 1988b. Bioestratigrafía y biocronología: su desarrollo histórico. En: *Historia de la Paleontología*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Madrid, 185-215.
- Fernández-López, S. 1989. La materia fósil: una concepción dinamicista de los fósiles. En: Aguirre, E. (Coord.). *Paleontología. Nuevas Tendencias*. CSIC, 25-45 (y referencias citadas por el autor).
- Fernández-López, S. 1990. El significado de la autoctonía/aloc-tonía tafonómica. En: *Comunicaciones Reunión de Tafonomía y Fossilización* (Sixto Fernández-López, coord.), Universidad Complutense de Madrid, 115-124.
- Fernández-López, S. y Gómez, J. J. 1990. Utilidad sedimentológica y estratigráfica de los fósiles reelaborados. En: *Comunicaciones. Reunión de Tafonomía y Fossilización* (Sixto Fernández-López, coord.), Universidad Complutense de Madrid, 125-144.
- Fernández-López, S. 1991a. Taphonomic concepts for a theoretical Biochronology. *Revista Española de Paleontología*, 6, 37-49.
- Fernández-López, S. 1991b. Sistemas tafonómicos: función y evolución. *Revista española de Paleontología*, n.º extraordinario, 21-34.
- Kidwell, S. and Jablonski, D. 1983. Taphonomic feedback: geological consequences of shell accumulation. En: M. S. Tevesz y P. L. McCall, (edit.). *Biotic interactions in recent and fossil benthic communities*. Plenum. New York, 195-248.
- Kidwell, S., Fursich, F. T. and Aigner, Th. 1986. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. *Palaios*, 1, 228-238.
- Kauffman, E. G. 1986. High resolution and event stratigraphy: regional and global Cretaceous Bio-events. En: Walliser, edit. *Global bioevents*, Springer Verlag, Berlín, 279-335.
- Kauffman, E. G. 1988. Concepts and methods of high-resolution event stratigraphy. *Annual Review of Earth Planetary Sciences*, 16, 605-645.
- Klir, G. J. 1984. Teoría polifónica General de Sistemas. En: *Tendencias en Teoría General de Sistemas*, Alianza Universidad, Madrid, 208, 9-28.
- Kuhn, T. S. 1975. *Estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Laszlo, E. 1988. *Evolución. La Gran Síntesis*. Espasa. Mañana. Madrid, 217 pp.
- Margalef, R. 1981. *Perspectivas de la Teoría Ecológica*. Blume. Ecología. Madrid, 110 pp.
- Quintanilla, J. M. 1976. *Diccionario de Filosofía contemporánea*. Sígueme. Salamanca.
- Sequeiros, L. 1974. *Paleobiogeografía del Calloviense y Oxfordiense en el Sector Central de la Zona Subbética*. Tesis Doct., Univ. Granada, I, 125 pp.

- Sequeiros, L. 1987. Caracterización cuali-cuantitativa del Calloviense de Cabra (Cord. Bética, España). *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **83** (1-4), 25-46.
- Sequeiros, L. 1990a. Estatuto Epistemológico de la Tafonomía. (I) Aproximación Constructivista. En: *Reunión de Tafonomía y Fossilización*, Universidad Complutense de Madrid, 357-362.
- Sequeiros, L. 1990b. Eventos paleobiológicos y Toria de Catástrofes. *Resúmenes VI Jornadas de Paleontología*. Granada, 28-30.
- Sequeiros, L. 1991. Calibrado morfológico de la Evolución Tafonómica. *Actas VIII Seminario de Genética de Poblaciones y Evolución*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Sequeiros, L. y Checa, A. 1991. Lower Oxfordian ammonite fauna from Murcia (Subbetic Zone, Spain). *SEPAZ* **2**, 153-160.
- Sequeiros, L. y González-Donoso, J. M. 1989. Los ritmos evolutivos y su problemática biocronológica. En: E. Aguirre (coord.). *Paleontología. Nuevas Tendencias*. CSIC, Madrid, 109-120.
- Smith, G. S. 1988. Gaps in the rock and fossil records and implications for the rate and mode of Evolution. *Journal of Geological Education*, **36** (3), 143-146.
- Stewart, I. 1990. Representación matematizada de las especies, sus aptitudes y del curso de su evolución. *Investigación y Ciencia* (sept. 1990), 85-91, Barcelona.
- Thom, R. 1968. Modelos topológicos en biología. En: Waddington (edit.). *Hacia una biología teórica* (traducc. 1976). Alianza Universidad. Madrid, **156**, 449-530.
- Thom, R. 1985. *Parábolas y Catástrofes*. Tusquets edit., Barcelona, 197 pp.
- Vera, J. A. 1984. Discontinuidades estratigráficas en materiales pelágicos: caracterización, génesis e interpretación. *Actas I Congreso Nacional de Geología*, Segovia, **3**, 109-122.
- Vera, J. A. 1989a. *Estratigrafía y Geología de Eventos*. Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales de Granada, 34 pp.
- Vera, J. A. 1989b. La sedimentación pelágica. En: A. Arche, edit. *Sedimentología. Nuevas Tendencias*, CSIC, Madrid, **2**, 179-257.
- Waddington, G. A. 1976. *Hacia una biología teórica*. Alianza Universidad, Madrid, 613 pp.
- Zeeman, E. C. 1973. Applications of Catastrophe Theory. *Tokyo International Conference of Manifolds*, Actas.

Manuscrito recibido: 18 de diciembre, 1990
Manuscrito aceptado: 19 de septiembre, 1991