

El paradigma bioestratigráfico y la sucesión cronoestratigráfica: sus relaciones con la estratigrafía

The biostratigraphic paradigm and the chronostratigraphic succession: its relationships with Stratigraphy

S. Reguant

Dpt. Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia. Universitat de Barcelona. Zona Universitària de Pedralbes. 08071 Barcelona

ABSTRACT

The durability of the biostratigraphic paradigm (the Smith's principle of faunal succession) allows us to make some considerations on the true meaning of stratigraphy and on the requirements of the definition and use of stratotypes.

Key words: *biostratigraphic paradigm, chronostratigraphy, stratigraphy, stratotypes.*

Geogaceta, 15 (1994), 3-5
ISSN: 0213683X

En el volumen 150 del Journal of the Geological Society, London, en un "Celebration paper" Fortey (1993) analiza la perdurabilidad del paradigma bioestratigráfico del que Charles Lapworth hizo un inteligente uso para establecer la sucesión bioestratigráfica del Ordovícico-Silúrico del área-tipo. Esta perdurabilidad contrasta con la contingencia de las interpretaciones paleogeográficas y estructurales referentes a los mismos estratos. Este hecho llama poderosamente la atención y debe ser examinado concienzudamente si no se quieren aducir razones simplistas que, fácilmente, se demuestran inadecuadas.

En realidad, se trata de un problema de mayor calado que obliga a analizar el sentido de la propia ciencia estratigráfica, las aportaciones y las carencias que han llevado a la situación actual y, en definitiva, a hacer un juicio valorativo de la misma de cara a un replanteamiento más adecuado del trabajo estratigráfico para el futuro inmediato.

El paradigma bioestratigráfico es atribuido, al parecer no con garantías absolutas (Hallam, 1989 citando a Laudan, 1976), al geólogo inglés William Smith (1769-1839) y consiste en el principio de sucesión faunística (y florística evidentemente) según el cual los fósiles presentan un orden definido de sucesión que puede ser determinado y que las mismas asociaciones fósiles ocurren siempre en la misma situación cronoestratigráfica, por lo que los fósiles son indicadores de tiempo geológico relativo y son la base de la correlación cronoestratigráfica (Berry, 1968).

El principio de Smith recibió un espaldarazo de gran consistencia con la aceptación de la teoría de la evolución a partir, sobre todo, de Charles Darwin (1809-1882) al convertirse de un método estrictamente empírico, en un método basado en la evolución orgánica irreversible según la cual los seres vivos se suceden en el tiempo a través de una evolución que produce nuevos taxones con desaparición de sus antecesores sin volver nunca hacia atrás. Las evidencias empíricas de la sucesión de faunas y floras no son más que los resultados tangibles, a través del registro fósil, de la historia de la vida.

Esta teoría, conceptualmente simple, no ha sido invalidada y su aplicación al análisis de la sucesión y correlación temporales de los estratos no ha sufrido cambios mayores en lo fundamental. La acumulación de datos y las técnicas que favorecen el estudio de faunas no determinables sin instrumentos de aumento han permitido no sólo confirmar el principio de Smith, sino conseguir a través de él una escala sumamente detallada de los tiempos fósilíferos, con el consiguiente uso de la misma aún en geología aplicada, fundamentalmente en exploración petrolera.

Todo este desarrollo ha estado íntimamente ligado desde un principio a la propia evolución y concepto de la Estratigrafía. Este concepto no es totalmente unívoco. Para algunos, en particular muchos geólogos de las áreas clásicamente estudiadas en el siglo pasado, la estratigrafía no es gran cosa más que la Bioestratigrafía, o el análisis tempo-

ral de las sucesiones sedimentarias. Para otros el concepto de Estratigrafía es más amplio, siendo el anterior concepto una parte sólo de la ciencia estratigráfica. La discusión mantenida durante los años de la elaboración de la "Stratigraphic International Guide" (Hedberg, 1976) representa el momento más definido de la contrastación entre estas dos perspectivas. Esta Guía representa el triunfo de la perspectiva más amplia. Las críticas más adversas las formularon con distintos matices y en diversas formas directas o indirectas un grupo de estratígrafos, alemanes, ingleses, franceses y, desde otra perspectiva algo diferente, rusos. Para hacerse cargo de esta controversia y, sin ánimo de ser exhaustivos, pueden leerse con provecho Schwindewolf (1970); Lafitte *et al.*, (1972); Erben (1972); Hedberg (1973a y 1973b); Zhamoida *et al.*, (1979); Holland (1983) y Reguant (1989).

En cierto sentido la Estratigrafía es la catalogación ordenada de las sucesivas capas de la Tierra para su posterior estudio. Para esta catalogación necesitamos establecer la identidad o correlación entre las capas que pertenecen a un mismo lugar en la sucesión aunque estén separadas por áreas en las que la continuidad sea imposible de verificar en el campo, ya por no existir dichas capas, ya por no ser asequibles por falta de afloramiento. En cualquier caso es evidente que esta identidad puede referirse a dos aspectos distintos. Se trata de la misma capa o unidad litológicamente hablando, o bien se trata de una capa que identificamos como perteneciente

al mismo tiempo, en base fundamentalmente a la presencia de fósiles cronológicamente discriminantes. La casi identificación entre bioestratigrafía y cronoestratigrafía permitió a Krumbein & Sloss (1963) establecer la existencia de sólo dos componentes en la Estratigrafía: La Estratigrafía física y la Bioestratigrafía. Con ello la "time-stratigraphic correlation" se establece con criterios derivados de los dos componentes. Evidentemente los más definitivos y, sobre todo, los que permiten establecer isocronas en cuencas diferentes son los bioestratigráficos.

En cualquier caso, la Estratigrafía es una ciencia cuyo objetivo fundamental se refiere a la sucesionalidad de los estratos, más que a su contenido, características y formación. Por todo ello, la propia estratigrafía física o litoestratigrafía no tiene particular sentido más que como un catálogo ordenado de unidades litoestratigráficas al estilo del empezado y nunca terminado "Lexique stratigraphique International". Todo lo que sea estudio de las propias rocas sedimentarias pertenece a la petrología sedimentaria y a la sedimentología. Ahora bien, los catálogos se guardan en las bibliotecas y apenas se tienen en cuenta en la ciencia moderna a tenor de las tendencias exageradamente interpretativas que están en boga.

El resultado histórico ha sido una tendencia exagerada hacia la sedimentología por parte de los estratígrafos físicos. Por fortuna en los últimos años se ha vuelto, curiosamente, a "aterrizar" en la Estratigrafía clásica y Geología Histórica a través de la teoría del análisis secuencial. El único escollo de este nuevo paradigma es la aplicación sin sentido crítico que algunos investigadores hacen de él.

Se podría decir en algún aspecto muy verdadero que la misma "desgracia" que ha producido la toma en mano de la estratigrafía física por parte de los sedimentólogos, la ha producido la de la bioestratigrafía en manos de los paleontólogos. Los dos grupos de científicos presentan síndromes distintos respecto a la estratigrafía, pero en cualquier caso no ayudan a resolver los problemas que ésta tiene. Por parte de los paleontólogos el refinamiento en el análisis morfológico e interpretativo de la fauna y flora no les ayuda a interpretar el caudal de datos empíricos, que los fósiles tal cual aparecen en los sucesivos estratos, les suministran y las conclusiones que se derivan y que constituyen la esencia del

paradigma bioestratigráfico. Este hecho, que se traduce en una posición hipercrítica baldía ha penetrado en el propio mundo general de muchos geólogos como denuncia Erben (1972, pp 86-87) "Some rather strange phenomena of our decade are the reluctance of some geologists to accept fossils as suitable tools in stratigraphy and the tendency to disqualify them by exaggerating a few weaknesses which the dating and correlation by fossils undoubtedly have (although to a minor degree than the other methods)"

Por parte de los sedimentólogos la atención se ha centrado en la sedimentogénesis y, de aquí en el análisis paleoambiental, aspectos de gran interés tanto científico como aplicado, pero que han desviado la atención de la historia geológica global que es uno de los fundamentales cometidos de la Estratigrafía a través de la catalogación seriada de los cuerpos sedimentarios.

Parece evidente que la estratigrafía debe ser definida de modo que la interpretación tenga un papel muy secundario ya que es el cañamazo sobre el que se asienta la historia de la Tierra y de la Vida. Por consiguiente, tanto la estratigrafía física (o litoestratigrafía) como la bioestratigrafía deben suministrar una base firme, tan objetiva como sea posible, para el establecimiento de la escala global a partir de sucesiones locales particularmente significativas.

Pero, ¿en qué sentido unas determinadas sucesiones son, o pueden considerarse, particularmente significativas? Evidentemente en función de criterios históricos y de características objetivas. Las unidades de la escala estratigráfica se han definido en un determinado momento histórico y en un determinado lugar. Las causas que han inducido y permitido esta definición son la presencia de materiales particularmente significativos: asociaciones fósiles valoradas como óptimas para definir una unidad específica; y la presencia de un científico capaz de comprender el valor de la sucesión observada en cuestión. Esto último ha favorecido el hecho de que la mayor parte de sucesiones-tipo se hayan establecido en las áreas donde, al inicio de la geología científica, se situaban los trabajos de los pioneros de esta ciencia, en concreto casi siempre en los países punteros de la época: Inglaterra, Francia, Alemania, y, en general, Europa, sobre todo occidental.

Posteriormente una selección crítica y un reestudio de estas sucesiones ha

dado origen a la definición de lo que se llaman estratotipos, término que ha sido definido por la "International Stratigraphic Guide" (Hedberg, 1976) como "el tipo original, o designado posteriormente, que representa una unidad estratigráfica reconocida" (p. 14 de la versión española de 1980).

En relación con el estratotipo hay un proceso histórico en su apreciación que ha llevado progresivamente a valorar más los estratotipos de límite que los estratotipos de unidad. Este hecho es análogo al mismo que ha producido una deriva desde el interés en conocer las características de una unidad estratigráfica a considerar muy importante el análisis de las discontinuidades, base del modelo del grupo Exxon.

Respecto a la cuestión de los estratotipos hay algunas consideraciones suplementarias a realizar. La geología clásica definía una unidad estratigráfica cuando se daba cuenta de qué una determinada sucesión bioestratigráfica era nueva, es decir no había sido descrita. Con el típico proceso de tanteo y error, tanto debido a la ignorancia de otras sucesiones isócronas, como a un mal conocimiento de los elementos fósiles discriminantes, se ha llegado a establecer una escala estratigráfica general que parece bastante completa. Ello no obsta que no pueda demostrarse que existen vacíos tal como el que llevó a la definición del Herdiense (Hottinger und Schaub, 1960) ya bien entrada la segunda mitad de este siglo.

Las definiciones de las unidades –pisos fundamentalmente– se han basado siempre en el estudio de sucesiones, particularmente fosilíferas y aun directamente sobre la base de las faunas discriminantes supuestamente existentes en una sucesión, tal como, por ejemplo, en la definición del Oxfordiense (Riba i Reguant, 1986). Es decir, los pisos se han establecido en las capas con faunas abundantes y distintas de las inmediatas inferiores y superiores, tanto si éstas se hallaban en el mismo lugar o área, como si estaban en áreas o regiones muy alejadas. Ordinariamente las buenas sucesiones son aquellas en que su fauna característica aparece y desaparece en la base y el techo de la propia sucesión. Por consiguiente, los buenos estratotipos de unidad son malos estratotipos de límite y, casi siempre, quedan una porción de capas de dudosa atribución entre dos pisos o unidades sucesivas.

Esto es lo que ha querido solucionarse con el establecimiento de los es-

tratotipos de límite, que se acostumbran a definir por convención, después que el examen de los mejores expertos ha analizado las sucesiones que contienen el límite entre dos unidades con las máximas garantías de preservación y continuidad tanto litológica como ambiental. Es un trabajo particularmente refinado y, aunque tiene su utilidad práctica, los resultados han sido, muchas veces, decepcionantes como hace notar para el límite Cámbrico-Ordovícico Fortey (1993). En teoría, es evidente que establecidos todos los límites de unidades con rigor y con algunas secciones –tratotipos y paraestratotipos– bien definidas, todas las las capas podrían ser introducidas en este corsé perfecto. El problema es que el resultado de este esfuerzo es, muchas veces, poco satisfactorio y que, por otra parte, desvía la atención de lo fundamentalmente adquirido y cuya utilidad es, ordinariamente, mayor: la correlación con los tratotipos de unidad que, aunque menos precisa, puede resultar más exacta. Es más importante el contenido de las unidades que el límite de las mismas, como es más importante el contenido de la botella que la propia botella.

La conclusión de todos estos razonamientos es obvia: es conveniente que conozcamos los elementos básicos, biostratigráficos primero, pero también

litostratigráficos, de las sucesiones-tipo para poder encuadrar adecuadamente estas sucesiones en la escala estratigráfica global, para poder hacer uso de ellas en la correlación estratigráfica de las otras sucesiones y, para entender su valor y sus limitaciones respecto a uno y otro aspecto de la estratigrafía que va siempre en vaivén perpetuo de la sucesión particular a la general y viceversa.

Agradecimientos

Este texto ha mejorado con las observaciones del Prof. Mariano Marzo y de la Dra. Belén Alonso. Este trabajo ha sido realizado dentro del Proyecto PB 91-0805 de la DCIGYT.

Referencias

- Berry, W. B. N. (1968): Growth of a prehistoric time scale. W. H. Freeman & Co, San Francisco. 158 pp.
- Erben, H. K. (1972): *Newslett. Strat.* 2 (2): 79-95.
- Fortey, R. A. (1993): *Jour. Geol. Soc. (London)*, 150: 209-218.
- Krumbein, W. C. and Sloss, L. L. (1963): *Stratigraphy and sedimentation*, 2nd ed. W. H. Freeman & Co, San Francisco. 660 pp.
- Hallam, A. (1989): *Great Geological Controversies* 2nd ed. Oxford University Press, Oxford. 244 pp.
- Hedberg, H. D. (1973a): *Newslett. Strat.* 2 (4): 173-180.
- Hedberg, H. D. (1973b): *Newslett. Strat.* 2 (4): 181-184.
- Hedberg, H. D. (ed.) (1976): *International Stratigraphic Guide. International Subcommission on Stratigraphic Classification of IUGS Commission on Stratigraphy*. John Wiley and Sons. 200 pp. (existe una versión española de C. Petzall, A. Salvador, S. Reguant y J. F. Longoria, publicada en 1980 por Editorial Reverté de Barcelona).
- Holland, C. H. (1983): *Jour. Geol. Soc. (London)*. 128: 295-305.
- Hottinger, L. und Schaub, H. (1960): *Ecol. Geol. Helv.* 53 (1): 453-479.
- Laffite, R., Harland, W. B., Erben, H. K., Blow, H., Haas, W., Hughes, N. F., Ramsbottom, W. H. C., Raf, P., Tintant, H. und Ziegler, W. (1972): *Abhand. Mathem.-Naturwiss. Kl. Akad. Wissens. Liter.* 1972 (1): 1-24.
- Riba i Arderiu, O. i Reguant i Serra, S. (1986): *Arxius Secc. Ciènc. Inst. Est. Cat.* 81: 1-127.
- Schindewolf, O. H. (1970): *Newslett. Strat.* 1 (2): 17-24
- Reguant, S. (1989): *Rev. Soc. Geol. España* 2 (3-4): 177-178.
- Zhamoida, A. I., Kovalevsky, O. P., Moissejeva, A. J. and Yarkin, V. I. (eds) (1979): *Stratigraphic Code of the USSR. Interdepartmental Stratigraphic Committee of the USSR*. 148 pp. (texto en ruso y traducción íntegra en inglés).