

# REFLEXIONES SOBRE LOS MECANISMOS DE INCIDENCIA DE LA TECTÓNICA EN LA DIVISIÓN ESTRATIGRÁFICA DE RELLENOS DE CUENCA. IMPLICACIONES EN LA CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA

P.Santanach(\*)

(\*) Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia. Universitat de Barcelona (Pedralbes). 08071 BARCELONA

## RESUMEN

La deformación inducida por la dinámica de placas a nivel global incide en la formación de discontinuidades sedimentarias a dos niveles. A nivel local, la activación de estructuras individuales, condiciona la formación de discontinuidades locales, diacrónicas. A nivel global, las variaciones de la forma del vaso que contiene al mar mundial se traducen en oscilaciones eustáticas que condicionan la formación de discontinuidades sincrónicas en los márgenes del mar mundial. Como consecuencia, en la cuenca del mar mundial parece justificada la utilización para la correlación estratigráfica de las discontinuidades condicionadas por las oscilaciones eustáticas dado su carácter global y sincrónico, siempre que se tengan debidamente en cuenta las perturbaciones introducidas por la tectónica local; por contra, en las cuencas endorreicas, sin relación con el mar mundial, dado el carácter local de las estructuras que condicionan la formación de discontinuidades y la diacronía de su actividad, no es obvia la posibilidad de definición de discontinuidades de rango cuencal.

**Palabras clave:** Tectónica, estratigrafía secuencial, correlación estratigráfica, mar mundial, cuencas endorreicas.

## ABSTRACT

The deformation caused by Plate Tectonics influences the formation of sedimentary discontinuities at two scales. At local scale, the movement of single structures controls the formation of diachronous local unconformities. At global scale, the variations in shape of the world ocean basin cause eustatic oscillations, which are responsible for the formation of synchronous sedimentary discontinuities along the world ocean margins. As a consequence, using the discontinuities related to these synchronous eustatic oscillations for stratigraphic correlation seems to be justified if the disturbances caused by local deformations are taken into account. On the contrary, because of the local scale of the structures, which control the formation of sedimentary discontinuities, as well as the diachroneity of their activity, the possibility to define basin wide discontinuities in non marine sequences deposited in world ocean unconnected basins is not obvious.

**Key words:** Tectonics, sequence stratigraphy, stratigraphic correlation, world ocean, endoreic basin.

Santanach, P. (1989): Reflexiones sobre los mecanismos de incidencia de la tectónica en la división estratigráfica de rellenos de cuenca. Implicaciones en la correlación estratigráfica. *Rev. Soc. Geol. España*, 2: 223-233.

Santanach, P. (1989): Thoughts on the influence of Tectonics on the stratigraphic division of basin infillings. Implications in stratigraphic correlation. *Rev. Soc. Geol. España*, 2: 223-233.

## 1. ANTECEDENTES Y ALGUNOS PROBLEMAS

La filosofía de la estratigrafía secuencial o análisis tectosedimentario y su aplicación son antiguas. La mayoría de los sistemas clásicos establecidos en Europa occidental a mediados del siglo XIX se definieron entre discontinuidades, por lo que éstos son unidades limitadas por discontinuidades en el sentido actual de

éstos términos. El concepto de secuencia fue ya explicitado en Europa por Lombard (1956) y en América por Sloss *et al.*, (1949), y utilizado, con esta u otra denominación, por diversos autores (Delfaud, 1972; Garrido-Megías 1973; Chang, 1975; I.S.S.C., 1987, entre otros). Sin embargo no fue hasta la publicación de la Memoir 26 de la American Association of Petroleum Geologists, *Seismic stratigraphy: Application to hydrocarbon exploration*, (Payton, ed., 1977), de gran difusión y que

causó un impacto considerable, que los métodos de análisis de cuencas basados en la estratigrafía secuencial se implantaron en la comunidad geológica de manera bastante generalizada. Como consecuencia, durante la última década se ha producido una abundante literatura relacionada con el tema. En nuestro país destacan, por su carácter doctrinal, los trabajos de Garrido Megías (Garrido Megías, 1973; Megías, 1982) y González *et al.* (1988).

De manera muy esquemática, sin entrar aquí en los matices de las definiciones y asunciones -a menudo importantes- que hacen los distintos autores, entre otros aspectos de no menor interés, en el análisis de cuencas basado en la estratigrafía secuencial,

i) se dividen los depósitos de una cuenca en unidades estratigráficas limitadas a techo y base por determinadas discontinuidades -que pueden ser discordancias angulares u otras- y sus conformidades correlativas (de acuerdo con la terminología propuesta por Pardo *et al.* en este volumen, estas superficies corresponderían a rupturas sedimentarias);

ii) se constata el significado cronostratigráfico de estas unidades, puesto que fueron depositadas durante un intervalo de tiempo limitado por las edades de los límites de las unidades, donde éstos están constituidos por conformidades;

iii) teniendo en cuenta los puntos anteriores, las unidades así definidas se utilizan para establecer correlaciones estratigráficas (en ámbitos de distintas dimensiones, según las distintas asunciones realizadas por los distintos autores). Este aspecto es de especial interés, puesto que este tipo de unidades estratigráficas son totalmente independientes de la litología y del contenido paleontológico.

Es importante preguntarse qué significan estas unidades estratigráficas y, muy en particular, las discontinuidades y conformidades correlativas que las limitan; cuales son los factores que controlan su formación; qué importancia relativa tiene cada uno de ellos en los distintos tipos de cuencas; qué características tienen estos factores desde los puntos de vista de duración, continuidad-discontinuidad, escala, etc. La consideración de estos aspectos es esencial, desde el punto de vista metodológico, para valorar la bondad de la utilización de las unidades definidas como herramientas de correlación estratigráfica. En este artículo se reflexiona, brevemente, sobre algunas de estas cuestiones y, en particular, se hace hincapié en algunos modos de influencia de la tectónica en la formación de las discontinuidades, y a partir de ello, se discute la aplicabilidad de las discontinuidades y sus conformidades correlativas a la correlación estratigráfica.

### 1.1. Consideraciones previas

Actualmente, se acepta (Megías, 1982, Vail, 1987, p. ej.) que los principales factores que controlan el relleno de una cuenca son: i) la tectónica, ii) los cambios eustáticos del nivel del mar, iii) los aportes de sedimen-

tos, y iv) el clima. De ellos, los factores que más parecen influir en la formación de las discontinuidades son la tectónica y las variaciones eustáticas del nivel del mar. La importancia relativa de cada uno de ellos será distinta según sea el tipo de cuenca. Así, por ejemplo, el caso de la cuenca marítima mundial será distinto del de una cuenca continental endorreica, en la cual no incidirán las variaciones del nivel del mar mundial.

La sedimentación en las zonas marginales de las cuencas, dadas sus características, es especialmente sensible a las variaciones del nivel del mar y a la actividad tectónica. Por lo tanto es en estas zonas donde se encuentran las discontinuidades importantes y es hacia el centro de las cuencas donde habrá que buscar sus conformidades correlativas. Estas últimas son las que permiten afinar la posición cronostratigráfica de las discontinuidades.

Si determinados procesos tectónicos y/o eustáticos que se traducen en discontinuidades (discordancias, disconformidades, paraconformidades) en las zonas marginales de una cuenca, afectaran la totalidad de la misma, sería de esperar que todas las discontinuidades marginales pasaran, hacia el centro de la cuenca, a una misma conformidad correlativa, hecho éste, que demostraría su sincronía. No obstante, puesto que, en la práctica, en la mayoría de casos no se podrán correlacionar cartográficamente estas discontinuidades entre ellas ni con su conformidad correlativa común, habrá que demostrar su sincronía mediante dataciones (paleontológicas, radiométricas, paleomagnéticas). Sólo tras constatar una única posición geocronológica para numerosas discontinuidades distribuidas por todos los márgenes de la cuenca, se podrá concluir que todas ellas están relacionadas con un proceso geológico común, que ha afectado la totalidad de la cuenca. Sólo en este caso se habla, en esta nota, de *discontinuidad regional*. Cualquier otra discontinuidad localizada en los márgenes de la cuenca o en el interior de la misma cuya conformidad correlativa no se demuestre que enlace con otras discontinuidades ampliamente distribuidas por los márgenes de la cuenca, es calificada de *local*. En general, en relación a un dominio (una cuenca, por ej.) de una determinada escala se dirá que un proceso, un cuerpo geológico, etc. es regional si afecta a todo el dominio considerado, mientras que si afecta sólo a un dominio de un orden de magnitud inferior se dirá que es local.

Una discontinuidad estratigráfica puede utilizarse como elemento de correlación a una determinada escala, si dicha discontinuidad es regional a esta escala; y esta característica hay que probarla previamente. Sólo, una vez constatado el carácter regional de una discontinuidad se puede discutir su génesis en términos de un evento geológico, también de carácter regional, y utilizarla como herramienta de correlación.

Otro aspecto importante, desde el punto de vista metodológico, es la consideración de la estructuración de los sistemas geológicos en distintos niveles de organización y escalares (átomo-mineral-roca, etc., por ejemplo) y su relación con las nociones de continuidad - discontinuidad. Cada nivel escalar se caracteriza por

un nivel de organización que le es propio, el cual se rige por determinadas leyes, no aplicables a otro nivel escalar. Además, aspectos de los sistemas que a un nivel escalar aparecen como continuos, a un nivel inferior se presentan como discontinuos. Las relaciones entre los distintos niveles de organización y escalares son complejas y en cada caso se deben explicar. No pueden, por lo tanto, utilizarse, en los razonamientos, datos de distintos niveles escalares y de organización atribuyéndoles el mismo valor (Routhier, 1969).

Habrà que tener en cuenta estas consideraciones al reflexionar sobre la influencia de la tectónica en el control de las discontinuidades relacionadas con los límites de unidades estratigráficas y la aplicabilidad de las mismas a la correlación estratigráfica.

### **1.2. Los cambios del nivel del mar controlan la formación de discontinuidades sincrónicas a nivel global.**

La afirmación que encabeza este apartado es uno de los postulados fundamentales propuestos por el equipo dirigido por Vail (véanse los distintos trabajos del equipo de Vail en Payton ed., 1977). Este grupo, mediante la aplicación de los métodos de la estratigrafía sísmica y la estratigrafía secuencial, principalmente a los márgenes pasivos del mar mundial, realiza una serie de observaciones de las que extrae diversas conclusiones y consecuencias que de manera esquemática -sólo las que más interesan para el objeto de esta nota- podrían resumirse como sigue:

— Las sucesiones estratigráficas pueden dividirse en unidades estratigráficas (secuencias deposicionales) limitadas por discontinuidades o sus conformidades correlativas. Este concepto, estrictamente geométrico, de secuencia deposicional ha sido modificado por el equipo de Vail (Vail, 1987 y Van Wagoner *et al.*, 1987, por ejemplo). Estos autores han diferenciado distintos tipos de discontinuidades, y no todas limitan secuencias deposicionales. Véanse otros trabajos de este volumen. De todas maneras, las precisiones que se han venido haciendo al concepto de secuencia deposicional propuesto por el grupo de Vail en 1977, no afectan la reflexión metodológica que se desarrolla en esta nota.

— Constatan que la mayoría de las discontinuidades que limitan las secuencias deposicionales se localizan en unas posiciones geocronológicas que son las mismas en la mayoría de las regiones del globo.

— De entre los potenciales factores que podrían haber controlado la formación de estas discontinuidades sincrónicas a nivel mundial, optan por escoger, las variaciones del nivel del mar.

— Aceptada esta hipótesis, a partir de las características de las secuencias definidas, dibujan curvas de subidas y descensos del nivel del mar, las cuales guardan determinadas relaciones con las discontinuidades observadas.

— Utilizan las curvas construidas como herramienta de correlación de ámbito global.

Es interesante observar:

1. *El orden lógico del procedimiento que se ha es-*

*quematizado.* Primero, el equipo de Vail estableció, dentro de los límites que permitían las técnicas empleadas y que ellos estimaron aceptables, la sincronía de las discontinuidades en el ámbito considerado (el mar mundial), luego postuló una hipótesis sobre el posible factor que habría controlado su formación (las variaciones del nivel del mar) y, finalmente, después de discutida su plausibilidad, a partir de esta hipótesis construyó una herramienta para la correlación estratigráfica (las curvas de variaciones del nivel del mar).

2. *La plausibilidad del factor propuesto como controlador del mecanismo de formación de las discontinuidades en los márgenes pasivos del mar mundial.* En efecto los movimientos de subida y descenso del nivel del mar son procesos regionales y sincrónicos a la escala del mar mundial. Tenemos un ejemplo, prácticamente actualista, de procesos de este tipo con las características mencionadas: las variaciones cuaternarias del nivel del mar.

Evidentemente, todo ello es mucho más complejo, y, en lo que a la sedimentación se refiere, a los efectos de las variaciones globales del nivel del mar hay que sumar los efectos de la tectónica local (subsistencia en los márgenes pasivos, por ejemplo), que complica el análisis y la interpretación de las observaciones estratigráficas en términos de variaciones del nivel del mar. La combinación del eustatismo y la subsidencia o levantamiento del fondo debidos a la tectónica local causa las llamadas variaciones relativas locales del nivel del mar que no tienen porqué coincidir con las variaciones globales del nivel del mar o variaciones eustáticas. Se han desarrollado, y se siguen desarrollando y mejorando, técnicas para sustraer el efecto de la tectónica local y obtener así la curva eustática de las variaciones globales del nivel del mar. No obstante subsisten problemas y hay una abundante literatura al respecto (Sleep, 1976; Bond, 1978; Hardenbol *et al.*, 1981; Miall, 1987; Hallam, 1989, etc).

Otro problema tratado por el equipo de P. Vail y por otros autores es la causa de las variaciones globales del nivel del mar a lo largo de la historia geológica. La discusión está en curso y, entre las diversas causas consideradas, están diversas maneras de actuación de la tectónica global, que conducirían a variaciones del volumen del vaso que contiene el mar mundial, condicionando de esta manera las variaciones globales del nivel del mar (Hays y Pitman, 1973; Donovan y Jones, 1979; Schwan, 1980; Officer y Drake, 1982; Pitman y Golovchenko, 1983; Watta, 1982; Weimer, 1984; Cloetingh *et al.*, 1985; Cloetingh, 1986, etc.).

Así pues, en este modelo interpretativo de las discontinuidades sincrónicas que se forman en las zonas marginales del mar mundial, propuesto por el equipo de P. Vail, el factor principal que controla la formación de las discontinuidades y su sincronía es el eustático. En este contexto *la tectónica desempeña un doble papel*, de signo opuesto, según la escala considerada. *A escala local* perturba el efecto de las variaciones globales del nivel del mar (*tiende a alterar el sincronismo* de las discontinuidades), mientras que *a escala glo-*

bal podría ser una de las causas de las variaciones globales del nivel del mar y, por lo tanto, *condicionante del sincronismo de las discontinuidades*.

### 1.3. Estratigrafía secuencial y correlación entre cuencas endorreicas.

Los conceptos y métodos de la estratigrafía secuencial o análisis tectosedimentario han sido aplicados a cualquier tipo de cuenca (Megías, 1982). La unidad estratigráfica que define este autor -unidad tectosedimentaria (UTS)- está limitada por "rupturas o discontinuidades sedimentarias de rango cuencial, materializadas por discordancias y sus correlativas paraconformidades y conformidades". Aunque las rupturas sedimentarias son elementos básicos en la definición de las UTS, éstas son insuficientes, ya que una unidad tectosedimentaria es algo más que un simple volumen de sedimentos contenido entre dos discontinuidades sedimentarias: representa el registro de los parámetros básicos que han condicionado y controlado la evolución de la cuenca durante un intervalo de tiempo perfectamente definido.

Además, Megías (1982) define los tipos de rupturas según predomine, en su génesis, el factor tectónico (rupturas tectónicas), la velocidad de sedimentación (rupturas sedimentológicas), o los cambios del nivel del mar (rupturas eustáticas). Todas ellas pueden ser de rango cuencial; las rupturas tectónicas y la sedimentológicas pueden ser también locales. De ello deduce, por un lado, las precauciones que hay que tomar antes de atribuir categoría de rango cuencial a una ruptura y, por otro lado, que durante la génesis y desarrollo de una UTS se pueden generar una, dos o más secuencias deposicionales en el sentido de Vail *et al.*, en (Payton ed., 1977) en función de los fenómenos locales, tectónicos o sedimentarios. De los ejemplos con que ilustra su artículo parece deducirse que toda discontinuidad o ruptura de rango cuencial limita unidades tectosedimentarias (Villena y colaboradores han desarrollado las ideas de Megías y han precisado los conceptos de UTS, continuidad y discontinuidad estratigráfica, y ruptura sedimentaria; véase Pardo *et al.*, en este volumen).

En el trabajo mencionado (Megías, 1982) no se explicitan las condiciones que debe cumplir una ruptura para serle atribuido el rango cuencial. Tampoco se discuten de qué manera los distintos factores que influyen en la formación de rupturas intervienen en la formación de discontinuidades de rango cuencial en los distintos tipos de cuencas (mar mundial o continentales endorreicas, por ej.). Es por ello que deberé de realizar algunas asunciones en los razonamientos que siguen.

Suponiendo que las rupturas de rango cuencial correspondieran a las discontinuidades que en las consideraciones previas he calificado como regionales, en la cuenca del mar mundial, donde el factor que condiciona la formación de las discontinuidades regionales es el eustatismo, las rupturas de rango cuencial de Megías coincidirán con las discontinuidades y sus conformidades correlativas que a escala global delimitan las secuencias deposicionales de Vail *et al.* (en Payton ed., 1977).

"Para las cuencas continentales, desconectadas del mar mundial y con un nivel de base propio, las oscilaciones relativas del nivel del mar sólo deben influir de manera indirecta en su proceso de rellenamiento". Esta frase, de la que parece deducirse que las rupturas sedimentarias en las cuencas endorreicas estarían condicionadas principalmente por los factores tectónicos, es todo lo que explicita Megías (1982) sobre este tipo de cuencas. De acuerdo con ello, parece lógico pensar que en las cuencas continentales endorreicas las discontinuidades sedimentarias serían, principalmente, del tipo de las denominadas *rupturas tectónicas* por este autor. Estas rupturas corresponderían a discordancias progresivas como las descritas por Riba y su equipo (Riba, 1973, 1976; Anadón *et al.*, 1986), en las que la discontinuidad (cambio de polaridad tectónica) se sitúa en el interior del abanico de capas.

Más explícitos, en el sentido expuesto, son González *et al.* (1988) que desarrollan las ideas de Megías y las aplican a las cuencas intramontañosas ibéricas: "Teniendo en cuenta el origen continental de los materiales terciarios que rellenan las cubetas intramontañosas ibéricas, su lejanía de las líneas de costa terciarias, las evidencias de endorreísmo que se deducen de sus sedimentos y su relación directa con las deformaciones alpinas, los saltos bruscos o los cambios de signo en la evolución secuencial, así como la evolución horizontal de los materiales, deben estar ligados primordialmente a variaciones en la actividad diastrófica".

De acuerdo con Megías, para estos autores las rupturas tectónicas que limitan las UTS deben tener rango cuencial. Entiendo este adjetivo, repito, como sinónimo de regional en el sentido expuesto en las consideraciones previas, pues sólo así podrán ser utilizadas estas discontinuidades y sus conformidades correlativas para la correlación estratigráfica en el ámbito de la cuenca. Ello significaría que, en este caso, numerosas discordancias progresivas —y/u otros tipos de discontinuidades— de los bordes de cuenca, distribuidas a lo largo de todos los márgenes activos de la misma, pasarían teóricamente a una única conformidad correlativa hacia el centro de la cuenca. Es decir, los cambios de polaridad tectónica (de aceleración a deceleración o viceversa) de la actividad tectónica se producirían sincrónicamente y en un relativamente breve lapso de tiempo en toda la cuenca. No tengo conocimiento de que, en cuencas endorreicas, este hecho —la sincronía de numerosas discontinuidades ampliamente distribuidas en todos los márgenes de una cuenca endorreica— haya sido probado, ni por correlación cartográfica, ni por dataciones paleontológicas. Esta suposición es una interesante hipótesis que habría que confirmar.

El equipo de Villena, cree además, que las UTS de distintas cuencas endorreicas de una misma placa pueden ser utilizadas para la correlación estratigráfica. "La actividad diastrófica que estructura la Cadena Ibérica, la Costero-catalana y los Pirineos durante el Paleógeno y Mioceno inferior, es la respuesta a los procesos de desplazamiento relativo de las placas africana

y euroasiática que determinan la colisión de la placa ibérica con esta última. Podemos suponer entonces que tal actividad diastrófica se hará notar en un ámbito espacial que abarca las cuencas terciarias situadas en el interior y en los márgenes de estas cadenas, y establecer como hipótesis que sus variaciones serán simultáneas en dicho ámbito. En tal caso las rupturas sedimentarias tendrán dimensión intercuenal y las características evolutivas que la actividad diastrófica imprima a sus sedimentos correlativos podrán ser utilizadas como criterios de correlación" (González *et al.*, 1988).

Que la actividad tectónica se hace notar en el conjunto del ámbito considerado es conocido; pero no pienso que de ello tenga que inferirse necesariamente que las variaciones de la actividad tectónica sean simultáneas en todas las cuencas de dicho ámbito, puesto que al realizar esta suposición se pasa del nivel escalar global al de cordillera-cuenca sin argumentación alguna. Es imprescindible analizar en qué estructuras a escala de cordillera-cuenca se traduce la actividad tectónica global y como se comportan dichas estructuras en el espacio y en el tiempo.

De todas maneras, sean cuales sean estas estructuras, con mayor motivo que en el caso de una cuenca, el sincronismo de los cambios de polaridad tectónica a la escala de placa, es una hipótesis que hay que confirmar con dataciones precisas, puesto que la correlación física —dado que el ámbito considerado comprende cuencas distintas— no es posible. La confirmación de esta hipótesis mediante dataciones sería, desde mi punto de vista, de gran interés, puesto que, como se expone a continuación, los datos de la tectónica parecen más bien oponerse a esta idea.

## 2. DE LA TECTÓNICA A LA SEDIMENTACIÓN A TRAVÉS DE DISTINTOS NIVELES ESCALARES Y DE ORGANIZACIÓN.

Consideraré tres niveles de organización que se corresponden con tres niveles escalares. De mayor a menor:

— *Nivel global.*- Es el ámbito del conjunto de la litosfera. Sus elementos son las placas y las discontinuidades que las definen, los bordes de placa.

— *Nivel de placa.*- El dominio considerado es el constituido por una placa. Se organiza en cordilleras, cuencas y áreas cratónicas.

— *Nivel de cordillera-cuenca.*- Las dimensiones de este ámbito son las de una cordillera o cuenca de dimensiones del mismo orden de magnitud. Se estructura en unidades limitadas por fallas (mayoritariamente cabalgamientos en las cordilleras y fallas normales en las cuencas extensivas).

Se trata de analizar, en el contexto de la tectónica de placas: i) cuales son los mecanismos mediante los cuales la actividad tectónica incide en la formación de las secuencias deposicionales ó UTS, en particular en la formación de las discontinuidades que, juntamente

con sus conformidades correlativas, las limitan; ii) cual es el camino que recorre la tectónica, a través de los distintos niveles de organización para ejercer su influencia; iii) cuales son los resultados de los distintos mecanismos en los diferentes tipos de cuencas.

La litosfera está constituida por un mosaico de casquetes esféricos, las placas litosféricas, que se mueven lentamente (velocidades del orden de unos pocos cm por año) las unas respecto de las otras, convergiendo, separándose, o deslizando lateralmente. En lo que a la tectónica se refiere, el resultado de estos movimientos relativos de las placas, a la escala del nivel inferior es: i) la concentración de la mayor parte de la deformación en los bordes de las placas, dando lugar a grandes unidades geológicas de distinto tipo según los movimientos relativos entre las placas adyacentes (por ejemplo, cordilleras: zonas elevadas suministradoras de sedimentos en límites de placa convergentes; cuencas: zonas deprimidas receptoras de sedimentos en límites divergentes); ii) la deformación, en menor medida, en el interior de las placas, la cual da lugar también a cordilleras y cuencas. Evidentemente, como consecuencia de los movimientos relativos de las placas se producen muchos otros efectos, pero aquí me limitaré a considerar los mencionados, que son los que interesan a efectos de las presentes reflexiones.

Centremos la atención en como se desarrolla la deformación en los bordes y en el interior de las placas. En la litosfera la deformación se transmite lentamente a la escala de los tiempos geológicos. Además, a la escala de la cordillera-cuenca, la deformación es espacialmente discontinua y temporalmente continúa y de larga duración. No obstante, no siempre se ha tenido esta visión de la manera de actuar de la tectónica. Durante varias decenas de años, la escuela de Stille impuso la creencia en las fases tectónicas sincrónicas a nivel global y de corta duración.

Stille, siguiendo la línea interpretativa trazada ya en el siglo XIX por Elie de Beaumont, interpretaba las discordancias como reflejo de las orogenias y consideraba que las discordancias constituían el mejor elemento para datarlas. Al constatar, con los datos de que se disponía entonces, el sincronismo de discordancias a nivel global, postuló la que denominó *ley del sincronismo orogénico* (Stille, 1924): " Toda orogenia está relacionada con relativamente pocas fases de corta duración y de significado más o menos global. Tiene lugar sincrónicamente en las más distintas regiones de la Tierra". Así, en la concepción de Stille, frente a cortas fases orogénicas sincrónicas a nivel global, habría largos períodos anorogénicos durante los cuales sólo tendrían lugar procesos epirogénicos.

La progresiva acumulación de datos en las distintas regiones del globo permitió constatar que la actividad tectónica no presentaba las características que le atribuía Stille. Así, se comprobó que una cordillera no se edifica mediante unas pocas y breves pulsaciones que afectan prácticamente a todo el globo, sino que el proceso de estructuración de una cordillera es de larga duración (varias decenas de millones de años) y más com-

plejo. A grandes rasgos, se vió como la deformación migraba de las zonas internas de la cordillera -donde su edad era más antigua- hacia las zonas externas, donde la estructuración es más moderna. También se constataron migraciones longitudinales de la tectónica. Ello condujo a considerar el proceso orogénico como constituido por diversos eventos (fases) que se propagaban a través de la cordillera en proceso de estructuración -de las zonas internas a las externas y longitudinalmente- como ondas sucesivas. Cada una de estas ondas representaba una fase orogénica, de edad distinta en cada punto de la cordillera (Aubouin, 1965).

Hoy se conocen los mecanismos mediante los cuales tienen lugar estas migraciones de la deformación a la escala de la cordillera, los cuales han sido bien establecidos en los cinturones de pliegues y cabalgamientos. La migración de la deformación, de las zonas internas a las externas, tiene lugar, en los sistemas de cabalgamientos, de manera discontinua, por la incorporación progresiva del antepaís en el cinturón orogénico, mediante el desarrollo sucesivo de nuevos cabalgamientos en el bloque inferior o de muro (antepaís), de manera que las primeras unidades en colocarse son las más internas, las cuales son transportadas "a caballo" (*piggy-back*) por las unidades más externas que se colocan posteriormente (secuencia de propagación de bloque inferior o "a caballo") (Boyer y Elliot, 1982). En este marco de propagación de la deformación, durante períodos de tiempo más o menos cortos, varios cabalgamientos pueden funcionar simultáneamente. Análogos procesos de relevo en el funcionamiento de las estructuras individuales tienen lugar longitudinalmente a las cordilleras. Durante todo el proceso de estructuración de la cordillera, que puede durar varias decenas de millones de años, se forman numerosas rupturas tectónicas (en el sentido de Megías, 1982), es decir, discordancias progresivas del tipo de las descritas por Riba, relacionadas con cada una de las unidades que se van colocando. Su extensión es limitada a las cercanías de la estructura que las condiciona y tienen por lo tanto carácter local en relación a la cordillera.

Un ejemplo relativamente sencillo y bastante estudiado es el sistema de pliegues y cabalgamientos de los Pirineos meridionales. A grandes rasgos, su estructuración empieza en los Pirineos orientales y se propaga hacia el W y hacia el S, hacia las zonas externas. Así, según Muñoz *et al.* (1987) las edades de traslación de las grandes unidades surpirenaicas y su colocación "varían desde el Cretácico superior hasta el Mioceno inferior. La unidad más superficial, situada al Norte del cabalgamiento de Boixols se colocó durante el Maastrichtiense (Simó, 1985). Los mantos de Figueres-Montgrí, Pedraforca y Cotiella se desplazaron durante el Cuisiense y Luteciense inferior (Puigdefébreas *et al.*, 1986). La traslación del manto del Cadí, láminas cabalgantes de la Zona de los Nogueras y manto de Gavarnie (unidad del Monte Perdido) ocurrió entre el Luteciense y el Eoceno superior. En varios sectores del Pirineo oriental puede observarse la fosilización del manto del Cadí por materiales del Oligoceno inferior, sin embargo, en el Pirineo central, el manto de Gavarnie, a

pesar de ser homólogo y estructuralmente comparable al manto del Cadí, no terminó su traslación hacia el Sur hasta el Mioceno inferior".

El análisis detallado de la terminación oriental del manto del Pedraforca muestra bien la asociación de discordancias sintectónicas a estructuras individuales. En esta zona del manto del Pedraforca se desarrolla un sistema imbricado de cinco cabalgamientos, cada uno de ellos con su discordancia sintectónica, de carácter local, y todas desarrolladas durante el Luteciense inferior (Martínez *et al.*, 1988).

En general, el carácter local de las discordancias sintectónicas, es decir, su desarrollo restringido a las intermediaciones de las estructuras que las condicionan, es bien patente en los trabajos de Riba y sus colaboradores (Riba 1973, 1976; Anadón *et al.*, 1986).

Análogamente hay abundantes ejemplos de propagación discontinua de la deformación mediante la activación sucesiva de estructuras individuales en asociaciones estructurales de otros tipos, tales como sistemas de fallas direccionales o de fallas normales en procesos de *rifting*.

El sistema escalonado de fallas de las Cadenas Costeras Catalanas es un buen ejemplo para el caso de fallas direccionales. Durante el Paleógeno estas fallas tuvieron movimientos sinistros en régimen más o menos transpresivo según la orientación de cada falla particular, y se pusieron sucesivamente en movimiento de NE a SW (Guimerà, 1984). La falla más nororiental empezó a deslizar en el Eoceno inferior, mientras que en el extremo sudoccidental de las Cadenas Costeras Catalanas entraron en funcionamiento en el Oligoceno inferior (casi 20 M.a. de diferencia). Cada una de estas fallas lleva asociadas discordancias sintectónicas locales a la escala cordillera-cuenca (Anadón *et al.*, 1985; Anadón *et al.*, 1986).

En el sistema de *rift* de Europa occidental hay buenos ejemplos de migración de la actividad tectónica mediante activación sucesiva de fallas distintas, migración de la actividad controlada mediante las correspondientes discordancias locales. En el *Viking graben* (Badley *et al.*, 1988) las fallas exteriores presentan una actuación más reciente que las próximas al eje del *rift*. Longitudinalmente, en el mismo sistema de *rift* europeo occidental, hay migración de la deformación. Así, por ejemplo en el Languedoc, las fosas están rellenadas por depósitos oligocenos (Bergerat, 1982; Triat y Truc, 1983), mientras que más al Sur, en la zona costera catalana, su formación se inicia en el límite Oligoceno-Mioceno. (Soler *et al.*, 1983; IGME, 1986).

Así pues, a la escala de la cordillera-cuenca, la deformación se desarrolla durante largos períodos de tiempo y se resuelve en la actuación de estructuras locales, cada una de las cuales es activa durante un período de tiempo relativamente corto, y condiciona la formación de discontinuidades de dimensiones del mismo orden de magnitud que la estructura en cuestión. Como consecuencia, se forman numerosas discordancias locales asociadas a las distintas estructuras, diacrónicas, separadas por cortos intervalos de tiempo.

El desarrollo de zonas deformadas (a escala

cordillera-cuenca) en los bordes y en el interior de las placas, tal como ha sido descrito, conduce a variaciones del relieve de la tierra, considerado éste a escala global (otros aspectos geológicos, también ligados a la dinámica de placas, influyen asimismo en las variaciones globales del relieve, como el volcanismo p.ej.). En otras palabras, una dinámica global -la dinámica de placas- da lugar a estructuras (cordilleras, cuencas) de un nivel escalar inferior, cuyo desarrollo, que se resuelve mediante la formación y evolución de estructuras de escala menor, tales como fallas y pliegues individuales, modifica los rasgos globales del relieve. Esto es, modifica la forma del vaso que contiene el mar mundial.

Ante estos cambios de forma del vaso que lo contiene, el mar mundial reacciona como fluido que es. El agua tiene una capacidad infinita de deformación ante cualquier esfuerzo y la deformación es instantánea y continua mientras persista el estado de desequilibrio que la provoca. Además la deformación es continua hasta la escala molecular. Por lo tanto, el mar mundial puede adaptarse a las variaciones de forma del vaso de manera muy rápida (recuérdese el ejemplo de las oscilaciones glacioeustáticas). Ello se traducirá en oscilaciones del nivel del mar, sincrónicas a escala global. Estas oscilaciones, en lo que a la sedimentación se refiere, repercutirán muy especialmente en los márgenes de la cuenca y tenderán a condicionar la formación de discontinuidades sincrónicas en los márgenes del mar mundial.

Así pues, la deformación de la litosfera, inducida por la dinámica de las placas a nivel global, incide en la formación de discontinuidades sedimentarias en el relleno de las cuencas a dos niveles distintos:

De manera directa, a nivel local (respecto a la cordillera-cuenca), en relación a la activación de las estructuras individuales. Estas condicionan la formación de numerosas discordancias locales, diacrónicas, separadas por cortos intervalos de tiempo.

Indirectamente, a nivel global, a través del mar mundial. Las variaciones de forma del vaso que lo contiene como consecuencia de la actividad tectónica a los distintos niveles, se traducen en oscilaciones eustáticas que provocan la formación de discontinuidades sincrónicas en los márgenes del mar mundial.

### 3. A MANERA DE CONCLUSIÓN: SOBRE LA APLICABILIDAD DEL ANÁLISIS SECUENCIAL A LA CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA.

Se considerarán dos grandes grupos de cuencas, división indudablemente esquemática pero suficiente para el objeto de estas reflexiones: *el mar mundial* (escala global), en el que incluyo todos los mares conectados con el océano mundial, y las *cuencas endorreicas* (escala de placa) con nivel de base propio, sin conexión alguna con el mar mundial.

En la cuenca del mar mundial, la tectónica incide

en la sedimentación a través de los dos niveles expuestos. Siendo una de las causas de las variaciones eustáticas del mar mundial, la tectónica tiende a producir discontinuidades sincrónicas a escala global, mientras que a escala local, la deformación tiende a producir discontinuidades diacrónicas. La suma del eustatismo y de la subsidencia o el levantamiento del fondo debidos a la tectónica local causan las variaciones relativas del nivel del mar en una región dada.

En las cuencas endorreicas, la tectónica incide, en la sedimentación, sólo a nivel local, a través de las estructuras individuales. No hay incidencia a través de las oscilaciones eustáticas del mar mundial. Por lo tanto, las discontinuidades sedimentarias son, todas ellas, locales, y en consecuencia no es posible su utilización para la definición de UTS que sean válidas para la totalidad de la cuenca. Sólo en el caso de cuencas controladas por prácticamente una sola estructura, como la cuenca de la Cerdanya, p. ej., (Cabrera *et al.*, 1988), las UTS pueden tener rango cuencal.

Estas diferencias, entre la cuenca del mar mundial y las cuencas endorreicas, en lo que se refiere a los caminos por los que influye la tectónica global en la génesis de discontinuidades sedimentarias, son fundamentales para considerar la aplicabilidad de las discontinuidades sedimentarias a la correlación estratigráfica.

En las cuencas endorreicas, la definición de unidades tectosedimentarias que tengan valor para toda la cuenca, limitadas por discontinuidades, también de rango cuencal, no es obvia, dada la diacronía de la actividad tectónica que condiciona directamente la sedimentación. Por lo tanto, si no se confirma previamente mediante dataciones precisas la existencia de unas discontinuidades sincrónicas a escala de cuenca que limiten estas UTS -hecho que sería de gran interés-, considero que, ya que no estarían bien definidas, estas unidades no pueden usarse como herramientas de correlación a la escala de toda una cuenca de estas características. Y por las mismas razones, menos aún entre cuencas distintas.

Por el contrario, sí parece metodológicamente justificada la utilización, como elemento de correlación estratigráfica, de las discontinuidades sedimentológicas condicionadas por las oscilaciones eustáticas del mar mundial, sea cual sea su causa, tectónica u otra, dado el carácter de globalidad y sincronismo de estas oscilaciones. De todas maneras, todo ello no es obvio, puesto que para determinarlas habrá que tener en cuenta, en cada región, el efecto de la tectónica local en las variaciones relativas que de su nivel del mar se observen, con el fin de determinar las variaciones eustáticas. Y ello suele ser complejo, y en ciertos casos, con las técnicas de análisis desarrolladas actualmente, todavía imposible. Sin embargo, a pesar de estas dificultades, ésta es una aproximación metodológica que permite avanzar en el entendimiento de las secuencias deposicionales de las cuencas del mar mundial, en términos de variaciones del nivel del mar y, con todas las cautelas que se infieren de lo que antecede, utilizarlas, en este ámbito, como herramientas de correlación estratigráfica.



## AGRADECIMIENTOS

A R. Salas y J. Guimerà por la lectura crítica de un primer manuscrito. A todos los participantes en la

reunión de Barcelona por sus comentarios; particularmente a J.Villena y A.González cuyas observaciones críticas han ayudado, sin duda, a mejorar el manuscrito sometido a discusión.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anadón, P., Cabrera, L.I., Colombo, F., Marzo, M. y Riba, O. (1986): Syntectonic intraformational unconformities in alluvial fan deposits, eastern Ebro Basin margins (NE Spain). *Inter. Assoc. Sediment., Spec. Pub.* 8: 259-271.
- Anadón, P., Cabrera, L.I., Guimerà, J. y Santanach, P. (1985): Paleogene strike-slip deformation and sedimentation along the southeastern margin of the Ebro basin. In: K.T. Biddle y N.Christie-Blick (Eds.): *Strike-Slip deformation, basin formation, and sedimentation*, Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Pub. 37: 303-318.
- Aubouin, J. (1965): *Geosynclines*, Elsevier, Amsterdam. *Developments in Geotectonics*, 1: 335 p.
- Badley, M.E., Price, J.D., Rambech Dahl, C. y Agdestein, T. (1988): The structural evolution of the northern Viking Graben and its bearing upon extensional modes of basin formation. *Jour. Geol. Soc. London*, 145: 455-472.
- Bergerat, F. (1982): Le couloir rhodonien au Paléogène: analyse de la fracturation et interprétation cinématique régionale. *Rev. Géol. Dyn. Geogr. Physique*, 23: 329-343.
- Bond, G. (1978): Speculations on real sea-level changes, and vertical motions of continents at selected times in the Cretaceous and Tertiary periods. *Geology*, 6: 247-250.
- Boyer, S.E. y Elliot, D. (1982): Thrust Systems. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 66: 1196-1230.
- Cabrera, L., Roca, E. y Santanach, P. (1988): Basin formation at the end of a strike-slip fault: the Cerdanya Basin (eastern Pyrenees). *Jour. Geol. Soc. London*, 145: 261-268.
- Cloetingh, S. (1986): Intraplate stresses: A new mechanism for fluctuations of relative sea level. *Geology*, 14: 617-620.
- Cloetingh, S., McQueen, H. y Lambeck, K. (1985): On a tectonic mechanism for regional sea-level variations. *Earth Planet. Sci. Letters*, 75: 157-166.
- Chang, K.H. (1975): Concepts and terms of unconformity-bounded units as formal stratigraphic units of distinct category. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 86: 1544-1552.
- Delfaud, J. (1972): Application de l'analyse séquentielle à l'exploration lithostratigraphique d'un bassin sédimentaire. L'exemple du Jurassique et du Cretacé inférieur de l'Aquitaine. *Mém. Bur. Rech. Geol. Min.*, 77: 593-611.
- Donovan, D.T. y Jones, E.J.V. (1979): Causes of world-wide changes in sea level. *Jour. Geol. Soc. London*, 136: 187-192.
- Garrido-Megías, A. (1973): *Estudio geológico y relación entre tectónica y sedimentación del Secundario y Terciario de la vertiente meridional pirenaica en su zona central (Provincias de Huesca y Lérida)*. Tesis Univ. Granada, 477 p.
- González, A., Pardo, G. y Villena, J. (1988): El análisis tectosedimentario como instrumento de correlación entre cuencas. *II Congr. Geol. Esp.*, SGE, Granada, Simposios, 175-184.
- Guimerà, J. (1984): Paleogene evolution of deformation in the northeastern Iberian Peninsula. *Geol. Mag.*, 121: 413-420.
- Hallam, A. (1988): A Reevaluation of Jurassic Eustasy in the Light of New Data and the Revised Exxon Curve. In: C.K. Wilgus, B.S. Hastings, C.G.S.C. Kendall, H. Posamentier, C.A. Ross y J.C. Van Wagoner (Eds.): *Sea level changes - An integrated approach*, Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Pub. 42: 261-273.
- Hardenbol, J., Vail, P.R. y Ferrer, J. (1981): Interpreting paleoenvironments, subsidence history and sea-level changes of passive margins from seismic and biostratigraphy. *Oceanol. Acta*, Proc. 26th Inter. Geol. Congr., Paris (1980), n. sp., 33-44.
- Hays, J.A. y Pitman, W.V. III (1973): Lithospheric plate motion, sea level changes and climatic and ecological consequence. *Nature*, 246: 16-22.
- IGME (1986): *Mapa geológico de la plataforma continental española y zonas adyacentes. Esc. 1:200.000. Hojas n.º 41 y 42 (Tarragona-Tortosa)*. Serv. Publ. Ministerio Industria y Energía, Madrid.
- ISSC (International Subcommission on Stratigraphic Classification (A. Salvador, Chairman) (1987): Unconformity-bounded stratigraphic units. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 98: 232-237.
- Lombard, A. (1956): *Géologie sédimentaire, Les séries marines*, Masson et Cie., Paris, 722 p.
- Martínez, A., Vergés, J. y Muñoz, J.A. (1988): Secuencias de propagación del sistema de cabalgamientos de la terminación oriental del manto del Pedraforca y relación con los conglomerados sinorogénicos. *Acta Geol. Hisp.* 23: 119-127.
- Megías, A.G. (1982): Introducción al análisis tectosedimentario: aplicación al estudio dinámico de cuencas. *Actas V Congr. Latinoam. Geol.*, 1: 385-402.
- Miall, A.D. (1987): Eustatic sea level changes interpreted from seismic stratigraphy: A critique of the methodology with particular reference to the North Sea Jurassic record. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 70: 121-137.
- Muñoz, J.A., Puigdefábregas, C. y Fontboté, J.M. (1987): El ciclo alpino y la estructura tectónica del Pirineo. In: *Geología de España*, Libro Jubilar J.M. Ríos. T. 2: 185-205, I.G.M.E., Madrid (1983 D.L.).
- Officer, C.B. y Drake, C.L. (1982): Epeirogenic plate movements. *Jour. Geol.*, 90: 139-153.
- Pardo, G., Villena, J. y González, A. (1989): Contribución a los conceptos y a la aplicación del análisis tectosedimentario. Rupturas y unidades tectosedimentarias como fundamento de correlaciones estratigráficas. *Rev. Soc. Geol. España*, 2: 199-219.
- Payton, C.E. (editor) (1977): *Seismic stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Mem. 26: 516 p.
- Pitman, W.C. III y Golovchenko, X. (1983): The effect of sea-level changes on the shelfedge and slope passive margins. In: D.J. Stanley y G.T. Moore (Eds.): *The shelfbreak: critical interface on continental margins*, Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Pub. 33: 41-58.
- Puigdefábregas, C., Muñoz, J.A. y Marzo, M. (1986): Thrust belt development in the eastern Pyrenees and related depositional sequences in the southern foreland basin. *Inter. Assoc. Sediment., Spec. Publ.* 8: 319-336.



- Riba, O. (1973): Las discordancias sintectónicas del Alto Cardener (Prepirineo catalán). *Acta Geol. Hisp.*, 8: 90-99.
- Riba, O. (1976): Syntectonic unconformities of the Alto Cardener, Spanish Pyrenees: a genetic interpretation. *Sedim. Geol.* 15: 213-233.
- Routhier, P. (1969): *Essai critique sur les méthodes de la géologie (de l'objet à la genèse)*, Masson et Cie, Paris. *Evolution des sciences*, 34: 204 p.
- Schwan, W. (1980): Geodynamic peaks in Alpine-type and changes in ocean-floor spreading during Late Jurassic-Late Cretaceous time. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 64: 359-373.
- Simó, A. (1985): *Secuencias deposicionales del Cretácico superior de la unidad del Montsec*. Tesis Univ. Barcelona, 310 p.
- Sleep, N.H. (1976): Platform subsidence mechanisms and "eustatic" sea-level changes. *Tectonophysics*, 36: 45-56.
- Sloss, L.L., Krumbein, W.C. y Dapples, E.C. (1949): Integrated facies analysis. In: C.R. Longwell (Chairman): *Sedimentary facies geologic history*, Geol. Soc. Amer., Mem. 39: 91-124.
- Soler, R., Martínez del Olmo, W., Megías, A.G. y Abeger, J.A. (1983): Rasgos básicos del Neógeno del Mediterráneo español. *Mediterránea* (Ser. geol.), 1: 71-82.
- Stille, H. (1924): *Grundfragen der vergleichender Tektonik*. Gerbrüder Bornträger Verlag, Berlin, 443 p.
- Triat, J.M. y Truc, G. (1983): Le rôle des failles N50 dans la sédimentation des temps méso et cénozoïques et dans l'évolution tectonique du bassin du Sud-Est (France). *Bull. Centr. Rech. Expl. Producc. Elf-Aquitaine*, 7: 425-432.
- Vail, P.R. (1987): Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy. Part 1: Seismic stratigraphy interpretation procedure. In: A.W. Bally (Ed.): *Atlas of seismic stratigraphy*. Volume 1, Amer. Assoc. Petrol. Geol., Studies in Geology 27: 1-10.
- Van Wagoner, J.C., Mitchum, Jr., R.M., Posamentier, H.W. y Vail, P.R. (1987): Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy. Part 2: Key definitions of sequence stratigraphy. In: A.W. Bally (Ed.): *Atlas of seismic stratigraphy*. Volume 1, Amer. Assoc. Petrol. Geol., Studies in Geology 27: 11-14.
- Watts, A.B. (1982): Tectonic subsidence, flexure and global changes of sea-level. *Nature*, 297: 469-474.
- Weimer, D.A. (1984): Relation of Unconformities, Tectonics, and Sea-Level Changes, Cretaceous of Western Interior. In: J.S. Schlee (Ed.): *Interregional Unconformities and Hydrocarbon Accumulation*. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 26: 7-36.

Nota: Garrido-Megías, A. y Megías, A.G. son la misma persona.

Recibido el 18 de julio de 1989  
Aceptado el 27 de septiembre de 1989

COMENTARIOS AL ARTÍCULO "REFLEXIONES SOBRE LOS MECANISMOS DE INCIDENCIA DE LA TECTÓNICA EN LA DIVISIÓN ESTRATIGRÁFICA DE RELLENOS DE CUENCA. IMPLICACIONES EN LA CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA" de P.SANTANACH.

G.Pardo, J.Villena y A.González

Con la premura impuesta por los plazos de edición, y aún con el riesgo de falta de ponderación que tal circunstancia puede acarrear en una réplica, o unos comentarios, que siempre ha de ser medida y bien meditada, resulta para nosotros inevitable realizar las consideraciones que vienen a continuación por cuanto en el apartado 3 (conclusiones) de su trabajo el Dr. Santanach afirma: "En las cuencas endorreicas, la tectónica incide, en la sedimentación, sólo a nivel local, a través de las estructuras individuales. No hay incidencia a través de las oscilaciones eustáticas del mar mundial. Por lo tanto, las discontinuidades sedimentarias son, todas ellas, locales, y en consecuencia, no es posible su utilización para la definición de UTS que sean válidas para la totalidad de la cuenca..." Y añade poco más adelante: "Por lo tanto, si no se confirma previamente mediante dataciones precisas la existencia de unas discontinuidades sincrónicas a escala de cuenca que limiten estas UTS —hecho que sería de gran interés— considero que, ya que no estarían bien definidas, estas unidades no pueden usarse como herramientas de correlación a la escala de toda una cuenca de estas características (endorreica)".

Resulta obvio que esta afirmación descalifica globalmente, ante cualquier lector que desconozca los conceptos y la práctica del análisis tectosedimentario, nuestro trabajo de los últimos diez años y el trabajo de cualquier otro investigador que haya aplicado esta metodología a cuencas continentales endorreicas.

Es obvio igualmente que tal afirmación, y algunas otras vertidas por el Dr. Santanach, se basa en el uso equívoco de conceptos estratigráficos y de datos tectónicos en un marco puramente teórico, en que ignora sistemáticamente los datos existentes por ejemplo, bioestratigráficos; datos que en otros puntos de su trabajo reclama ávidamente por su gran interés.

Así pues, nuestra intención con estas consideraciones no va encaminada a convencer al Dr. Santanach de nuestros planteamientos, sino que se dirige a todo investigador, posible lector de su trabajo, con el fin de aportarles algunos elementos de juicio que consideramos imprescindibles para que puedan valorar adecuadamente sus opiniones referente a la aplicación del análisis tectosedimentario a cuencas continentales endorreicas.

Pasando por alto su poco crítica aceptación de los conceptos más primigenios relativos a las secuencias deposicionales, llama la atención, en primer lugar, que el Dr. Santanach utilice el término **discontinuidad sedimentaria** en relación con la definición de UTS. Nosotros estamos de acuerdo en que las discontinuidades sedimentarias son locales, pero nunca las hemos utilizado para definir UTS; para ello utilizamos rupturas sedimentarias de rango cuencal, y aunque el Dr. Santanach use ambos términos como sinónimos en este mismo volumen se adjunta un glosario, firmado entre otros colaboradores por el Dr. Santanach, donde se define discontinuidad y ruptura como conceptos con significado perfectamente diferenciados, lo que no parece haber sido asimilado por el autor del artículo que discutimos.

A este confusiónismo conceptual del Dr. Santanach entre discontinuidad y ruptura debemos añadir el uso ambiguo que hace del concepto de discordancia sintectónica. Si bien de facto no dice que una discordancia sintectónica sea una ruptura sedimentaria, dedica buena parte de su artículo a demostrar el carácter local de las mismas por ejemplo pág. 228 "El análisis detallado de la terminación oriental del manto de Pedraforca muestra bien la asociación de discordancias sintectónicas a estructuras individuales. En esta zona del manto de Pedraforca se desarrolla un sistema imbricado de cinco cabalgamientos, cada uno de ellos con su discordancia sintectónica de carácter local, y todas desarrolladas durante el Luteciense inferior, Martínez *et al.*, (1988)". Pero ¿cuántas de estas discordancias sintectónicas se corresponden con rupturas sedimentarias? Con los datos aportados, mero reconocimiento de cinco discordancias sin indicar la evolución megasecuenial, resulta que pueden existir cinco, cuatro, tres, dos, una o ninguna ruptura sedimentaria. El concepto de discordancia sintectónica también ha sido recogido en el glosario y no se asemeja en absoluto con el de ruptura sedimentaria.

En nuestras investigaciones sobre las sucesiones terciarias que rellenan las cubetas ibéricas y borde meridional de la cuenca del Ebro hemos analizado la evolución megasecuencial de las mismas, utilizando las inflexiones o cambios de signo en la evolución megasecuencial para individualizar UTS. Hemos podido comprobar que cada una de las UTS definidas en cada cubeta exhibe una evolución vertical homogénea y que las rupturas sedimentarias que las limitan tienen carácter cuencial, reconociendo y correlacionando cartográficamente los cambios de signo en la evolución secuencial de los materiales en todos los puntos de la cuenca: es decir, las rupturas sedimentarias (cambios de signo o saltos bruscos en la evolución secuencial) detectadas en cada una de las columnas estratigráficas levantadas en una cuenca se han correlacionado mediante el seguimiento de líneas de capa de una columna a otra hasta cubrir la totalidad de la cuenca. Por este procedimiento, el carácter cuencial de las rupturas y su isocronía allí donde son continuidades, ha quedado probado independientemente en la cubeta de Montalbán (Pérez *et al.*, 1983), en la cubeta de Alloza (González *et al.*, 1985), en las de Aliaga, Berge, Bordón y Aguaviva (González, 1989), y en el margen sur de la cuenca del Ebro (Pérez, 1989; González, 1989).

Debemos señalar esta laguna esencial en el trabajo del Dr. Santanach, que se dedica exhaustivamente a probar el carácter local de las discontinuidades y discordancias sintectónicas, carácter local que aceptamos, pero no hace ninguna referencia al carácter local o regional de las inflexiones en tendencias evolutivas (rupturas sedimentarias), ni al carácter local o regional de la evolución vertical de un UTS concreta, ignorando los trabajos existentes.

En el primero de los párrafos reproducidos del trabajo del Dr. Santanach se afirma que "En las cubetas endorreicas, la tectónica incide, en la sedimentación, sólo a nivel local, a través de las estructuras individuales". La pregunta inmediata es ¿qué otros factores condicionarán entonces el relleno de estas cuencas?

Como bien dice el autor en su artículo en la página 224, apdo. 1.1., párrafo primero, "Actualmente, se acepta (Megías, 1982; Vail, 1987; p. ej.) que los principales factores que controlan el relleno de una cuenca son: i) la tectónica, ii) los cambios eustáticos del nivel del mar, iii) los aportes de sedimentos, y iv) el clima. De ellos, los factores que más pueden influir en la formación de las discontinuidades son la tectónica y las variaciones eustáticas del nivel del mar. La importancia relativa de cada uno de ellos será distinta según sea el tipo de cuenca. Así, por ejemplo, el caso de la cuenca marítima mundial será distinto del de una cuenca continental endorreica, en la cual no incidirán las variaciones del nivel del mar mundial".

De los factores restantes, la tasa de aportes no es independiente de la tectónica y del clima, luego sólo el clima puede ser el otro factor condicionante del relleno. Pero si tenemos la evidencia de que en una cuenca la evolución vertical de cada UTS es homogénea, debemos concluir que o bien la tectónica incide en la sedimentación a nivel algo más que local, o bien que el clima evoluciona en esa cuenca en perfecta consonancia con las estructuras locales, para producir un relleno sedimentario de evolución idéntica al originado por tales estructuras en su ámbito local de influencia.

Evidentemente la correlación de los cambios de signo y saltos bruscos de la evolución secuencial se complica cuando rebasamos la escala de cada una de las cuencas en particular y pretendemos establecer una correlación entre diferentes cuencas, pues dado el aislamiento cartográfico de las mismas ya no podemos utilizar criterios de continuidad física o cartográficos, y hemos usado como criterio de correlación la propia evolución secuencial de los materiales y los cambios de signo y saltos observados en tal evolución. Pero a pesar de que el Dr. Santanach lo ignore reiteradamente (v.g. pág. 226 "No tengo conocimiento de que, en cuencas endorreicas, este hecho —la sincronía de numerosas discontinuidades ampliamente distribuidas en todos los márgenes de una cuenca endorreica— haya sido probado, ni por correlación cartográfica ni por dataciones paleontológicas") en la fig. 10 de Pardo *et al.*, en este volumen y en la fig. 2 de González *et al.*, 1988 se contrasta, mediante *todos* los datos paleontológicos que se conocen en las cubetas ibéricas y borde SE de la cuenca del Ebro, el valor temporal de la correlación realizada a partir de evoluciones secuenciales, comprobando, siempre que hay datos, la isocronía de las rupturas sedimentarias.

Respecto a la extensión del área en la que esta correlación es válida nosotros mismos hemos expresado que una respuesta "a priori" es hipotética y la única manera de contestarla consiste en seguir explorando nuevas áreas levantando columnas, detectando cambios de signo en la evolución megasecuencial (es decir detectando rupturas) y comprobando hasta dónde éstas presentan un carácter sincrónico. No obstante, queremos señalar que nunca en nuestros trabajos hemos manifestado que los rellenos sedimentarios de todas las cuencas de una misma placa deberían mostrar idénticas tendencias evolutivas.

Por último el Dr. Santanach en el apartado 2 de su trabajo realiza una serie de consideraciones (págs. 227 a 229) centrándose en cómo se desarrolla la deformación en los bordes y en el interior de las placas. Estamos de acuerdo en que una cordillera no se edifica mediante unas pocas y breves pulsaciones que afectan prácticamente a todo el globo, sino que el proceso de estructuración de una cordillera es de larga duración tal y como reflejamos en la fig. 1 de González *et al.*, 1988 o en la fig. 5 de Pardo *et al.*, en este volumen, donde la actividad diastrófica se representa como un proceso continuo que a través del tiempo experimenta variaciones en su intensidad. Queremos señalar (también al Dr. Riba) que las rupturas sedimentarias no se generan mediante fases orogénicas casi instantáneas, sino por variaciones en la tendencia de un proceso continuo (fig. 5 de Pardo *et al.*, en este volumen). También estamos de acuerdo en que las zonas internas de las cordilleras se estructuran antes que las externas, de lo que se puede deducir que las rupturas sedimentarias situadas estratigráficamente más bajas en el relleno de una cuenca serán el reflejo en el registro estratigráfico de la estructuración de la zona interna de una cadena, mientras que las situadas estratigráficamente más altas serán el reflejo en el registro estratigráfico de la estructuración de las zonas externas de la cadena.

Respecto a los ejemplos concretos de progradación discontinua de la deformación, queremos señalar:

- sobre el sistema escalonado de falla de las cadenas Costeras Catalanas, que es cierta la diacronía (20 m.a.) en la actuación de tales fallas como desgarres sinestrales; pero también es cierto que cuando las más antiguas de ellas están actuando en el sector nororiental de la cadena, en el Eoceno inferior, en el sector suroccidental, según Teixell (1985 y 1988), lo están haciendo con componente vertical, e incluso con anterioridad (prepaleoceno medio-superior) actúan en dicha área estructuras transversas, por lo que en este ejemplo no existe migración de la deformación, esfumándose esos 20 m.a.

- sobre el sistema de *rift* de Europa occidental, la migración longitudinal de la actividad tectónica no sabemos si habrá influido o no en la naturaleza de las rupturas sedimentarias, pero sin otros datos podemos asegurar que en el Languedoc el relleno sedimentario registrará los acontecimientos acaecidos desde el Oligoceno, mientras que en el litoral catalán el relleno sólo registrará los acontecimientos ocurridos a partir del inicio del Mioceno. Pero esto no invalida ninguna metodología, de la misma forma que la diacronía en la historia de apertura del Atlántico no invalida el método de las secuencias deposicionales.

Para finalizar, a modo de resumen, queremos expresar que estamos de acuerdo con el Dr. Santanach en el carácter local de las discontinuidades y de las discordancias sintectónicas, con entender la actividad tectónica, y más precisamente la estructuración de una cadena, como un proceso continuo en el tiempo y con entender que la deformación es discontinua en el espacio. Pero a pesar de ello en las cubetas ibéricas existen rupturas sedimentarias (cambios de signo o saltos en la evolución secuencial) correlacionadas cartográficamente en toda la extensión de cada cubeta en particular: tales rupturas permiten diferenciar UTS que muestran una evolución vertical homogénea en cada cuenca y parece ser la actividad tectónica el factor condicionante de la evolución de los rellenos sedimentarios de las cuencas, por lo que tiene que existir algún mecanismo que permita ejercer a la actividad tectónica una influencia regional, no sólo local, sobre la sedimentación.

- González, A (1989): *Análisis tectosedimentario del terciario del borde SE de la Depresión del Ebro (sector bajoaragonés) y cubetas ibéricas marginales*. Tesis Univ. Zaragoza, 507 p.
- González, A., Pardo, G. y Villena, J. (1988): El análisis tectosedimentario como instrumento de correlación entre cuencas, *II Congr. Geol. España*, SGE, Granada, Simposios: 175-184.
- González, A., Pardo, G., Villena, J. y Pérez, A. (1984): Estratigrafía y sedimentología del Terciario de la cubeta de Alloza (Prov. de Teruel), *Bol. Geológico y Minero*, 95: 407-428.
- González, A., Pardo, G., Villena, J. y Martínez, B. (1985): Análisis tectosedimentario del Terciario de Cuevas de Cañart (Prov. de Teruel), *Trabajos de Geología*, 15: 169-176.
- Pérez, A. (1989): *Estratigrafía y sedimentología del Terciario del borde S de la Depresión del Ebro (sector riojano-aragonés) y cubetas de Muniesa y Montalbán*. Tesis Univ. Zaragoza, 525 p.
- Pérez, A., Pardo, G., Villena, J. y González, A. (1983): Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno de la cubeta de Montalbán (Prov. de Teruel, España), *Bol. Real Soc. Española de Hist. Natural (Geología)*, 81: 197-223.
- Teixell, A. (1985): *Edstudi geologic de les serres de Pandols, de Cavalls i del Montsant i de les seves relacions amb les depressions de L'Ebre i de Mora (Tarragona)*. Tesis de Licenciatura. Univ. Barcelona, 149 p.
- Teixell, A. (1988): Desarrollo de un anticlinorio por transpresión, aislando una cuenca sedimentaria marginal (borde oriental de la Cuenca del Ebro, Tarragona), *Rev. Soc. Geol. España*, 1: 229-238.

RÉPLICA A LOS COMENTARIOS DE G.PARDO, J.VILLENA y A.GONZÁLEZ AL ARTÍCULO "REFLEXIONES SOBRE LOS MECANISMOS DE INCIDENCIA DE LA TECTÓNICA EN LA DIVISIÓN ESTRATIGRÁFICA DE RELLENOS DE CUENCA. IMPLICACIONES EN LA CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA".

P.Santanach

1. Ciertamente, en mi artículo opté por situar la discusión, si no en un marco "puramente teórico" como lo califican Pardo *et al.*, en sus comentarios, sí a un cierto nivel teórico y metodológico; y si bien no entré en el análisis de los datos que aportan los autores de los comentarios en sus diversos trabajos, si los tenía presentes en mis reflexiones (más adelante volveré sobre algunos de ellos). E hice ésta elección porque, en la ciencia, la teoría precede a la observación; normalmente la observación y los experimentos se efectúan para comprobar o aclarar determinadas hipótesis o teorías. Además, sólo en el marco de una teoría, determinados datos adquieren relevancia, mientras que otros son irrelevantes.

En mi artículo discutí, desde un punto de vista metodológico las que creía eran las hipótesis que conducían al equipo de J. Villena a la aplicación del análisis tectosedimentario a cuencas endorreicas y a la correlación estratigráfica entre distintas cuencas de estas características en el interior de la misma placa. Aunque no siempre los científicos seamos conscientes de las ideas más o menos generales que guían nuestras investigaciones diarias, no creo que sea éste el caso de los colegas de la Universidad de Zaragoza, puesto que las hipótesis que dan sentido a sus investigaciones han sido explicitadas por ellos en diversos trabajos. Mi resumen de estas hipótesis es el siguiente:

— Existe una sincronía, de la "actividad diastrófica", más precisamente, una sincronía de las variaciones en la tendencia de un proceso diastrófico continuo, al menos a la escala de placa.

— Puesto que en las secuencias endorreicas la sedimentación está esencialmente controlada por la "actividad diastrófica" y el clima, cuando pueda constatare homogeneidad climática gracias al análisis de las facies, en cuencas de este tipo, la sedimentación reflejará directamente las variaciones de la "actividad diastrófica".

— Esta actividad se reflejaría en las rupturas sedimentarias (de extensión cuencial, por definición) y en las características de las UTS definidas entre ellas, lo que justificaría usarlas como elementos de correlación.

Los párrafos que siguen justifican, en mi opinión, el resumen que he realizado:

"...la correlación basada en rupturas sedimentarias y en las unidades que éstas limitan, parte de una hipótesis de simultaneidad de actuación de los mecanismos alocíclicos causantes de las rupturas en un área determinada, (...) Si el factor causante de la ruptura es la actividad diastrófica, (...) suponemos igualmente que ésta será simultánea en una determinada área geológica, (...) tal hipótesis sería aplicable (...) a aquellas áreas estructuralmente uniformes o con una situación específica en el marco de una placa litosférica, (...) en tal área (...) las UTS definidas entre ellas (las rupturas), presentarán unas características geométricas y unas evoluciones verticales y horizontales similares, por estar ligadas exclusivamente a los mismos procesos diastróficos, y por lo tanto susceptibles de utilizarse como criterios de correlación" (Pardo *et al.*, pres. vol., p. 215-216).

"Sin embargo, en su aplicación a cuencas continentales, aisladas de la influencia marina directa, encontramos los problemas simplificados, no de forma artificial, sino real. En estas cuencas es posible aislar el factor tectónico y discriminar el factor climático a través del análisis de las facies". (Pardo *et al.*, pres. vol. p. 203).

"En este trabajo (González *et al.*, 1988) se parte de la hipótesis de carácter unitario de la actividad diastrófica que estructura la Cadena Ibérica, la Costero-catalana y los Pirineos durante el Paleógeno y Mioceno inferior. De ser así, tal actividad se hará notar en un ámbito espacial que abarca las cuencas terciarias situadas en el interior y en los márgenes de las mencionadas cadenas, y sus variaciones serán simultáneas en dicho ámbito. En este caso las rupturas sedimentarias tendrán dimensión intercuenal y las características evolutivas que la actividad diastrófica imprima a los sedimentos correlativos podrán utilizarse como criterio de correlación". (Pardo *et al.*, pres. vol., p. 216; en mi trabajo pres. vol., p. 226 y 227, hay dos citas del trabajo González *et al.*, 1988).

Así pues, la idea fundamental de las hipótesis en cuestión es la creencia en la simultaneidad de la "actividad diastrófica" en ámbitos que abarquen varias cadenas y cuencas (escala de placa), simultaneidad que quedará reflejada por la extensión intercuenal de las rupturas sedimentarias y de las características de las UTS (en cuencas endorreicas).

No obstante, los mismos autores ponen restricciones al hecho de que "las rupturas sedimentarias que delimitan UTS tienen, por definición, una extensión cuencial" (p. 209), que es el hecho que prueba de la simultaneidad de la actividad diastrófica a escala de cuenca:

"La evolución de los depósitos en los márgenes pasivos de la cuenca, cuando la separación de ambos márgenes adquiere ciertas dimensiones, es independiente de la evolución que el margen activo impone a sus sedimentos" (...) "En definitiva, la extensión de las rupturas por toda la cuenca presenta el problema de su reconocimiento, allí donde vienen dadas por continuidades estratigráficas, cuando las facies presentes, por su lejanía de los márgenes, son litológicamente uniformes y por tanto los cambios de signo o los saltos en la evolución secuencial (...) no resultan aparentes" (p. 210).

A uno le sorprenden estas afirmaciones, que se oponen al enunciado esencial de la hipótesis. También sorprende la afirmación “nunca en nuestros trabajos hemos manifestado que los rellenos sedimentarios de todas las cuencas de una misma placa deberían mostrar idénticas tendencias evolutivas” (de los comentarios comentados). Si bien nunca han escrito “todas las cuencas de una misma placa”, si han aceptado identidad de tendencias evolutivas para un ámbito que comprenda varias cuencas y cadenas, de hecho escala de placa. Compare el lector la última cita textual con las citas de González *et al.*, 1988, copiadas en este vol., p. 226 y p. 226-227 y con el párrafo de Pardo *et al.*, transcrito, en este vol. p. 216. Estas afirmaciones no sólo contradicen las hipótesis fundamentales sino que dificultan seriamente la aplicación del análisis tectosedimentario a la correlación estratigráfica en cuencas endorreicas.

2. Puesto que de acuerdo con Pardo *et al.*, las rupturas sedimentarias son difíciles de reconocer en la totalidad de cuencas de ciertas dimensiones, el elemento básico utilizado por estos autores en la correlación es la sucesión de evoluciones secuenciales. Tal como indican Pardo *et al.*, en sus comentarios, en mi artículo no hice ninguna referencia a este aspecto. A ello voy a dedicar este segundo comentario. Obviamente no ignoro los anteriores trabajos publicados sobre estos temas por los colegas zaragozanos, ni la excelente tesis de doctorado de González (1989), trabajo minucioso, con aportaciones importantes en lo que se refiere a la evolución secuencial de los materiales terciarios de la región estudiada. Habiendo, pues, analizado estos trabajos considero que:

- a.-Está claro que las evoluciones megasecuenciales —y las rupturas que las limitan— abarcan todo el ámbito de cuencas locales (cuencas de pocos km<sup>2</sup> de extensión, afectadas por pocas estructuras —pliegues y cabalgamientos— individuales de las que estructuran la cadena Ibérica. Las dimensiones de estas cuencas son lo suficientemente pequeñas para que el desarrollo de cualquier macroestructura que las afectan produzca una influencia en la sedimentación que abarque la totalidad de la cuenca, puesto que las cuencas y dichas estructuras tienen magnitudes de órdenes similares.
- b.-No se ha demostrado todavía la extensión cuencial de las evoluciones megasecuenciales para el conjunto de toda la cuenca del Ebro, que es una cuenca de dimensiones netamente superiores a las anteriores.
- c.-Para poder correlacionar las evoluciones secuenciales de cuencas locales *es imprescindible* demostrar independientemente la sincronía de evoluciones similares, ya que si las estructuras que dieron lugar a las cuencas en cuestión son del mismo tipo —cabalgamientos y pliegues asociados es razonable pensar que hubieran tenido una evolución estructural similar que se habría traducido en evoluciones secuenciales similares, aunque no necesariamente sincrónicas.

3. Por lo tanto, para que las rupturas sedimentarias —y las secuenciales que delimitan— puedan utilizarse como elementos de correlación a una determinada escala es necesario que sean regionales a dichas escala, y esta característica hay que probarla previamente y mediante métodos independientes. Es decir *hay que datar*.

Y las dataciones existentes son insuficientes para confirmar el carácter regional (Pirineos, Costercatalanes, Ibérica y cuencas adyacentes a interiores a dichas cadenas) de las rupturas. Siguen algunos comentarios a los datos presentados en la fig. 10 de Pardo *et al.*, pres., vol. p. 215, que contiene los datos de la fig. 2 de González *et al.* (1988).

- a.-La cuenca del Ebro pasa de una etapa de relleno con influencias marinas y medios continentales exorreicos, a otro cerrado, netamente endorreico al finalizar el depósito de las formaciones salinas de Cataluña y Navarra, es decir en el Priabonense superior. El régimen endorreico cesa al finalizar el Mioceno (Riba, Reguant y Villena, 1987, en Geol. de España, Libro Jubilar J.M.Ríos). Por lo tanto, puesto que para confirmar el sincronismo de los cambios de tendencia de la “actividad diastrófica” debemos estudiar la evolución de sedimentos de cuencas endorreicas, las rupturas paleocenas y eocenas carecen de valor demostrativo, pues durante estos tiempos la sedimentación en la cuenca del Ebro es marina o continental con el nivel de base condicionado por las fluctuaciones del nivel del mar.
- b.-Si se analiza la situación de las dataciones oligocenas y miocenas de la figura comentada se constata que de las siete cubetas ibéricas, en cuatro no hay ninguna datación y que en la de Alloza sólo una en la unidad más superior; que de las distintas áreas del borde meridional de la cuenca del Ebro, hay que prescindir de las de Igualada y Vic (ausencia de Oligoceno y Mioceno) y además que en la zona de Abalata no hay dataciones y sólo una de cada una de las zonas denominadas Ebro SE y Puig Moreno.
- c.-Por último, de cada una de las pocas dataciones existentes habría que discutir el lapso de tiempo que data y su finalidad. No voy a entrar en ello, pero discutir estos dos aspectos de las dataciones paleontológicas es imprescindible.

Teniendo en cuenta las consideraciones que anteceden parece razonable afirmar que los datos aportados por Pardo *et al.*, son insuficientes para justificar con el rigor necesario la sincronía de la actividad diastrófica a la escala de varias cadenas y cuencas.

4. Y considero que hay que ser extremadamente riguroso en la confirmación de la hipótesis que se hace para poder aplicar el análisis tectosedimentario a cuencas endorreicas, porque esta hipótesis que no dudo en calificar de audaz, en el sentido que se opone a un hecho (diacronía de la actividad tectónica) que forma parte de los conocimientos básicos actuales de la Geología.

La confirmación de una hipótesis audaz representa una aportación importante al conocimiento científico; su falsación no aporta nada. Por lo tanto es a los investigadores que propugnan dicha hipótesis a quienes queda una ingente labor a realizar con el fin de confirmarla. La confirmación —mediante dataciones rigurosas— del sincronismo de las rupturas oligocenas y miocenas de todos los márgenes de la cuenca del Ebro sería un hito en la confirmación del sincronismo de la actividad diastrófica en áreas de dimensiones superiores a las de una cadena.

5. Las afirmaciones vertidas en mi artículo, así como los demás comentarios publicados en este volumen, han tenido por finalidad mostrar la importancia de la hipótesis que hay detrás de las investigaciones del equipo de la Universidad de Zaragoza y que, a pesar del excelente trabajo ya realizado, actualmente no puede considerarse confirmada esta hipótesis. Por lo tanto la aplicación del análisis tectosedimentario a cuencas endorreicas, en particular su uso para la correlación estratigráfica, no está justificado.

Ello no implica, como parece que creen Pardo *et al.*, que pueda pensarse, que con mi opinión descalifique globalmente el trabajo de los últimos diez años de este equipo, puesto que todavía no han podido realizarse todos los estudios necesarios para confirmar el sincronismo de la actividad diastrófica a la escala de la cadena. Simplemente, llamar la atención para que esta hipótesis no sea utilizada como si hubiera sido ya confirmada.