

## **Perspectiva y Visión General de las Actualmente Cambiantes Estrategias de Exploración y Explotación**

*“La Estratigrafía de Secuencias le ha dado al geocientífico herramientas para interpretar la cronoestratigrafía, un campo que ha sido del dominio exclusivo de la micropaleontología. La correlación de discordancias T1, parasecuencias, conjuntos de sistemas relacionados y superficies de inundación máxima de varias frecuencias mediante el uso de registros de pozo provee rápidamente un marco cronoestratigráfico para áreas del tamaño de un campo, aún en ausencia de datos de microfósiles. Cuando se enlaza con datos sísmicos 3-D, este paradigma muy poderoso se convierte en una nueva herramienta clave en la caja de herramientas del geocientífico.*

Estratígrafos del (L. Frank Brown, et al.)  
**Buró de Geología Económica**  
La Universidad de Texas en Austin

La exploración de la Costa del Golfo comenzó mucho antes del desarrollo de las ideas y los métodos de los sistemas sedimentarios y de la estratigrafía de secuencias. La prospección inicial se focalizó en cierres someros post-sedimentación, buzamiento (echado) arriba, que son productos de la extensión isostática por compactación y de tipo regional que reactivó el levantamiento de masas de lutita o de sal y el movimiento en sistemas relacionados de fallas menores extensionales y mayores de crecimiento. Los sistemas costeros con amplia distribución sobre la plataforma continental, deltáicos con predominio de oleaje e inter-deltáicos (de nivel alto del mar y transgresivos), incluyen areniscas reservorio (yacimientos) relativamente tabulares y muy bien correlacionables. Por consiguiente, en esta fase temprana de la prospección y del desarrollo había muchos cuerpos sobrepuestos de arenisca de línea de costa de alta calidad dondequiera que habían cierres estructurales.

Con el tiempo, la exploración se trasladó a profundidades mayores para explorar areniscas de nivel bajo del mar, areniscas deltaicas con predominio de ríos y areniscas transgresivas, que muestran cierres de falla y por rotación. Pero estas trampas estructurales anticlinales grandes, falladas, rotadas eran el foco principal. Afortunadamente, varias areniscas de nivel bajo del mar, deltaicas y transgresivas característicamente forman yacimientos con cierre. Con el cierre, la mayoría de estas estructuras grandes se identificaron en mapas estructurales contruídos con datos sísmicos y con registros de pozo. La mayoría de ellas se perforó durante las dos décadas después de la segunda guerra mundial. Alrededor de 1970, progresos de gran importancia en la adquisición de datos sísmicos digitales y en el procesamiento para la migración de datos 2-D con cobertura múltiple rejuvenecieron la exploración de la formación Frío. El porcentaje de éxito aumentó rápidamente durante las décadas de los años 70 y 80. Al final de la década de los años 80 y en la década de los 90, cuando el porcentaje de éxito empezó a declinar, la sísmica 3-D se hizo comercialmente posible. La tecnología invertía nuevamente la caída del porcentaje de éxito.

Hoy, la aplicación de los datos sísmicos 3-D ha aumentado enormemente la precisión y la resolución de las trampas estratigráficas y, debido a ésto, la adición de reservas en campos maduros. Casi todo este éxito se deriva del reconocimiento de cierres estructurales más pequeños y más sutiles. El procesamiento sísmico, el modelaje y la explosiva aparición de paquetes digitales de computación especializados para estaciones de trabajo permiten ahora efectuar una cantidad extraordinaria de manipulaciones de datos que eran imposible en 1970.

Al mismo tiempo que la tecnología sísmica evolucionaba de manera espectacular, la geología sedimentaria también hacía avances enormes. Más o menos en 1970, la convergencia fortuita de métodos digitales en geofísica para sísmica y registros de pozo, y de cambios conceptuales

radicales en geología impulsó 30 años de avances importantes en exploración y desarrollo. *El análisis de sistemas sedimentarios, la estratigrafía sísmica y de secuencias y sus productos derivados lógicos, tales como los sistemas de hidrocarburos y la caracterización de yacimientos, han revolucionado la geología del petróleo.* Pero, desafortunadamente, los geólogos no han explotado sus oportunidades en la misma forma en que los geofísicos han facilitado las aplicaciones en su campo. La tecnología de máquinas y de paquetes de computación ha sido aceptada y utilizada por las compañías grandes y ahora por los operadores pequeños.

**En este momento (más o menos el 2000) la estratigrafía de secuencias** integrada con conceptos de sistemas sedimentarios ha sobrepasado y saltado muy por delante de enfoques más tradicionales de exploración y desarrollo que han estado en uso desde la década de los años 1940. El reconocimiento de discordancias subaéreas y submarinas (T1) erosionadas durante caídas relativas del nivel del mar, así como también de secciones marinas condensadas regionalmente continuas, sísmicamente distintivas, que comprenden superficies de inundación máxima, le han dado a los geólogos en su trabajo el potencial de construir un marco cronoestratigráfico mediante el uso de registros de pozo calibrados con datos sísmicos 3-D aún en ausencia de datos de microfósiles. Tales marcos a la escala de un campo descarta correlaciones incorrectas basadas en la supuesta correlación de patrones similares de registros geofísicos. **Las discordancias y las superficies de inundación se pueden calibrar y fechar (Ma)** con diagramas de ciclos globales que reflejan una visión de consenso de micropaleontólogos, geoquímicos de isótopos y estratígrafos. También, las secuencias sedimentarias limitadas por discordancias generalmente comprenden tres **conjuntos de sistemas sedimentarios relacionados** que las forman: comúnmente, **conjuntos de sistemas de nivel alto del mar, transgresivos, y de nivel bajo del mar**. Estos conjuntos de sistemas relacionados se caracterizan por los **patrones de apilamiento de las parasecuencias**, que reflejan el espacio disponible para la sedimentación; sus patrones (por ejemplo, **conjuntos de parasecuencias** progradacionales, agradacionales, y retrogradacionales) reflejan la interacción entre la tasa de adición o de substracción de espacio disponible para la sedimentación y las tasas de aporte de sedimento. En el área de un campo, la caracterización detallada de reservorios exige la correlación precisa de lutitas de inundación menor o de superficies de abandono con las que termina cada parasecuencia o conjunto de parasecuencias. Con esta precisión es posible predecir compartimientos y sellos internos del reservorio. También se pueden predecir eventos erosivos de frecuencia alta que pudieran agregar heterogeneidad al reservorio. **En consecuencia, el exploracionista y el explotacionista tienen hoy principios nuevos que deben aprender y aplicar si él/ella va a mantener su competencia dentro de su profesión. Parte de la naturaleza humana es el querer evitar volver a aprender o cambiar la base de conocimientos con la cual uno se ha educado, para aceptar ideas y métodos nuevos y algo radicales; pero esto es una necesidad si el profesional va a usar de manera total los últimos principios y a dejar de aplicar ideas que ahora se reconocen como falsas.**

**El éxito espectacular experimentado por los geofísicos ha opacado la aplicación más subjetiva de los conceptos geológicos en evolución.** Esto es completamente entendible debido a las naturalezas objetiva vs. subjetiva de la tecnología dura de las ciencias físicas vs. la aplicación altamente subjetiva de la ciencia geológica válida pero comúnmente cualitativa. Además, la re-educación de los geólogos para que piensen de manera diferente es mucho más difícil que enseñarle a alguien a operar máquinas que a un nivel práctico “piensan” por los operadores. La ciencia directa de la computación y la derivada de ella le han proporcionado a los geofísicos una colección invalorable de tecnología que está empujada por el apetito del mundo por los artefactos electrónicos. Obviamente no existe una ola de marea global similar que impulse a la ciencia geológica.

**Sin embargo, a menos que la ciencia geológica básica progrese, la tecnología puede dismantelar la base fundamental requerida para hacer las preguntas apropiadas y para dar dirección a la geofísica, especialmente en la ciencia del petróleo.** Si las ciencias físicas y de computación pueden mantener el nivel de progreso que han mostrado durante los últimos 25 años, y si los

progresos futuros impactarán a los geofísicos de la misma manera como lo han hecho hasta ahora, es cuestionable. Las cuencas sedimentarias están siendo rastreadas con métodos impulsados tecnológicamente. Ellos son poderosos, pero debe haber un límite finito para el nivel actual de éxito. Entonces, ¿qué sucederá? ¿Resolverá la dosis de tecnología los problemas nuevos y empezará otra fase frenética en la ciencia del petróleo? Si los geólogos no aceleran y mejoran su entendimiento y reconocimiento de tipos nuevos de habitats del petróleo, y algunas desviaciones radicales de las ideas del pasado y de las actuales, ¿quién mantendrá a los tecnólogos enfocados en los objetivos? Una mayoría de profesionales, quienes parece que ven poca ganancia en la substitución de un siglo de ciencia anticuada, en su ejercicio profesional han básicamente ignorado ideas tales como el análisis de secuencias, especialmente si unas pocas semanas de entrenamiento los hace especialistas productivos en las estaciones de trabajo. Pero cuando el taladro vaya a profundidades mayores, la prospección se mueva a habitats pobremente entendidos, y las trampas estructurales que se pueden resolver excedan la resolución y los parámetros económicos, sin duda la ciencia mejorada, y no la tecnología, impulsará a nuestros profesionales y educadores actuales y futuros a ir de regreso a lo fundamental.

Traducción por Edgar H. Guevara, 18/6/2003; Edición por Patricia Montoya y Ramón H. Treviño