



## AVANCES DE LA GEOLOGÍA MEXICANA EN LA ÚLTIMA DÉCADA

### Marco histórico

La Sociedad Geológica Mexicana está cerca de cumplir su primer siglo de existencia. A lo largo de este tiempo, nuestra Sociedad ha sido testigo y partícipe de los numerosos esfuerzos realizados por la comunidad geológica nacional, con el fin de lograr un mejor entendimiento de la historia geológica de nuestro país. El hacer síntesis del conocimiento de la Geología de México es un ejercicio que se ha realizado frecuentemente. Las cartas geológicas y tectónicas representan, por su propia naturaleza, compilaciones del conocimiento sobre las regiones que abarcan. Entre este tipo de documentos destacan: la Carta Geológica de México y su texto explicativo, elaborada por Ortega-Gutiérrez *et al.* (1992), la cual fue editada por el Consejo de Recursos Minerales y el Instituto de Geología de la UNAM; el Mapa Tectónico de México, elaborado por De Cerna y editado por el Instituto de Geografía de la UNAM; y el Mapa Tectónico de México, elaborado por Padilla y Sánchez *et al.* (1989) y coeditado por la Facultad de Ingeniería de la UNAM y el INEGI. Estos mapas son las síntesis cartográficas más actualizadas que abarcan todo el territorio nacional.

Entre los textos sobre la geología de México destacan: el volumen "Geología de la República Mexicana" de Morán-Zenteno, editado originalmente por el INEGI en español y su nueva versión en inglés editada por la *American Association of Petroleum Geologists* (Morán-Zenteno 1994) y la Revisión de la Geología de México (*An outline of geology of Mexico*) por De Cerna (1989), que fue publicada como parte de la serie *The Decade of North American Geology* de la *Geological Society of America*. Todos estos trabajos fueron publicados entre finales de los años ochenta y principios de los años noventa, constituyendo en su conjunto, una excelente compilación de los datos e ideas que la comunidad geológica tenía sobre el territorio nacional al final de la década de los ochenta.

Por otra parte, en los años noventa se publicaron volúmenes especiales que abordan regiones o provincias geológicas; menciono las siguientes como relevantes: *Studies of sonoran geology*, publicado en la serie *Geological Society of America Special Paper*; "Contribuciones a la tectónica del occidente de México", publicadas en las Monografías de la Unión Geofísica Mexicana; el número especial *On the tectonic and magmatic evolution of Mexico during the Cenozoic*, publicado en la Revista Mexicana de Ciencias Geológicas; y el número especial del *Journal of South American Earth Sciences* titulado *Earth Sciences in México: Some Recent Perspectives*.

En este contexto surgió la idea de publicar este número especial del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Para elaborarlo, se invitó a especialistas de gran reconocimiento en nuestro país, para que analizaran los avances más significativos que la geología mexicana ha tenido en los últimos diez años. Esta idea tuvo su origen en la Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, la cual se llevó a cabo en la Ciudad de México en Septiembre de 1998. En ese evento, los autores que ahora aparecen en este número, presentaron conferencias magistrales en las que resumieron los logros más importantes de la geología mexicana en los años recientes.

La República Mexicana se dividió en zonas que abarcan una o varias provincias geológicas sin hacer restricciones temporales; no obstante, la mayoría de las contribuciones se refieren al Cenozoico de México. Es notable la ausencia de algunos temas que, aunque fueron objeto de intensa investigación en la década pasada, no fueron tratados por los autores de este volumen. Entre esos temas se encuentra el cráter de Chicxulub. Afortunadamente, se publicó en 1997 la monografía No. 4 de la Unión Geofísica Mexicana (Carreño y Montellano-

Ballesteros, 1997), la cual está dedicada en su totalidad a ese tema. Otro ausente es el "Terreno Guerrero", pero debe considerarse que el grueso de la información sobre este tema se publicó en la década de los ochenta. Otros temas con avances significativos en la década pasada fueron el Paleozoico y el Precámbrico de México; baste citar como ejemplo los trabajos de Centeno-García y Keppie (1999) y Ortega-Gutiérrez *et al.* (1995).

Debo recalcar que los temas elegidos por los autores de este número me parecen por demás acertados y que su selección no demerita de ninguna manera otras investigaciones. El que haya numerosos temas o regiones no tratadas por ellos, solo indica el enorme avance que ha tenido la geología mexicana.

En la década anterior el Cenozoico de México fue objeto de una investigación muy intensa. Esto ha permitido el acopio de información basada en hechos suficientes para integrar hipótesis generales, o bien síntesis tectónicas que intentan explicar la evolución geológica de grandes extensiones del territorio nacional.

### Los trabajos presentados en este volumen

En este volumen, Eguiluz *et al.* nos muestran un esquema integral de la paleogeografía Jurásico-Cretácica del Norte y Oriente de México, proponiendo además, una hipótesis sobre el origen de la cadena montañosa de pliegues y cabalgaduras conocida como "Sierra Madre Oriental" (SMOr). En su trabajo integran datos estratigráficos y estructurales, incluyendo cálculos de las magnitudes de acortamiento y proponen un modelo de deformación de "cuña crítica" con zonas de despegue en los grandes mantos evaporíticos de la SMOr. La distribución que nos presentan de las evaporitas, muestra claramente que los elementos positivos del relieve de edad mesozoica no solo tuvieron una gran influencia en la distribución de facies sedimentarias y en el estilo y magnitudes de la deformación de la SMOr, sino también en la distribución de las litologías y estructuras mayores de edad cenozoica; véase por ejemplo la distribución de estructuras mayores cenozoicas en Nieto-Samaniego *et al.* (1999).

Eguiluz *et al.* proponen, basados en datos estratigráficos y geocronológicos, que la deformación compresiva laramídica migró de poniente a oriente, ubicándose en la parte oriental de la SMOr en el Eoceno tardío y que posteriormente, en el Eoceno tardío-Oligoceno temprano, ocurrió el levantamiento de esa región. Esta propuesta es por demás interesante y seguramente abrirá un gran debate. Prácticamente no existen trabajos que aborden como tema central la transición del régimen orogénico compresivo de la SMOr, al régimen extensional de la Mesa Central. Este último caracterizado por el depósito de molasas continentales con volcanismo asociado. De acuerdo con los datos presentados en este volumen por Aranda-Gómez *et al.*, en la Mesa Central hay localidades donde ocurrió deformación extensional eocénica. Lo que indica que en ese tiempo ya había pasado el pulso compresivo que yuxtapuso las secuencias volcanosedimentarias cretácicas en la Mesa Central, pero de acuerdo con Eguiluz *et al.*, el frente orogénico compresivo se encontraba aún activo hacia el oriente.

Por otra parte, el levantamiento del frente orogénico propuesto por Eguiluz para el Oligoceno temprano coincide con la tectónica extensional y levantamiento documentados por Henry y Aranda (1992) y Nieto-Samaniego *et al.* (1999).

Estas observaciones sugieren que la tectónica extensional con magmatismo asociado avanzó de poniente a oriente, siguiendo al frente de montaña, mientras la compresión se extinguía. En este momento, lo expuesto aquí son solo algunas conjeturas obtenidas de los trabajos presentados en este volumen, pero seguramente serán objeto de investigación intensa en la década próxima.

Los trabajos de Aranda-Gómez *et al.*, Morán-Zenteno *et al.*, Martín-Barajas, y Ferrari, considerados de manera conjunta, muestran que la Provincia Volcánica de la Sierra Madre Occidental (SMOc), la Provincia Magmática de la Sierra Madre del Sur (SMS) y la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), representan etapas distintas en la evolución del arco magmático asociado a la margen convergente del Occidente de México. Un primer esbozo de la evolución geométrica de este arco durante el Cenozoico fue presentado por Ferrari *et al.* (1999).

A partir del Mioceno medio, la evolución de la margen pacífica de México se divide en dos sistemas, al norte de Puerto Vallarta se forma la Provincia Extensional del Golfo de California, descrita por Martín-Barajas como la evolución de un régimen de subducción a un *riff* continental y culminando con un *riff* oceánico. En su trabajo, Martín-

Barajas analiza las variaciones, tanto en la composición de los magmas como en el estilo eruptivo del volcanismo y asocia esta variabilidad a heterogeneidad en la fuente de los magmas.

Por otra parte, al sur de Puerto Vallarta la convergencia continúa hasta el presente, dando lugar al emplazamiento de una extensa provincia magmática que cubre grandes extensiones en el sur de México.

La visión integradora mencionada en el párrafo anterior, se centra en un sistema dinámico asociado a un proceso de subducción activo durante el Paleógeno y en el reacomodo de las placas litosféricas en el Mioceno. Estos dos fenómenos permiten explicar muchas de las características del magmatismo y la deformación observados en la configuración actual del occidente de México. No obstante que ésta es la línea de pensamiento dominante, algunos elementos de discusión han sido introducidos por diversos investigadores. Entre ellos debo mencionar la postulación de la posible continuidad, hasta el sur de México, de la Provincia de Cuencas y Sierras de Norteamérica (Henry y Aranda-Gómez, 1992; Jansma y Lang, 1997), la cual, aunque no entra en conflicto con el mencionado enfoque de la asociación con la margen convergente del pacífico, si desvía la atención a estudiar las causas de la deformación y el magmatismo hacia los diversos modelos que se han postulado para esa provincia en los Estados Unidos de América (e. g., Sonder y Jones, 1999). Otro ejemplo lo constituye la postulación, a últimas fechas, de una pluma del manto bajo la Faja Volcánica Transmexicana (Márquez *et al.*, 1999). Con esta idea, esa pluma sería la productora principal del magmatismo y la deformación que se observa en la FVTM. Esa idea ha despertado una controversia intensa, véase la discusión de Ferrari y Rosas-Elguera (1999). Seguramente, nuevas investigaciones sobre este tema tendrán lugar en los años próximos.

### **Comentarios a nuestra comunidad**

La Sociedad Geológica Mexicana se congratula al presentar este volumen especial del Boletín titulado "Avances de la geología mexicana en la última década". Esperamos haber alcanzado en él una alta calidad científica y técnica, lo cual sentimos como un enorme compromiso dado que nuestro Boletín contiene en sus páginas, a través de sus casi cien años de vida, muchos de los descubrimientos y avances más significativos que ha logrado nuestra comunidad. Esperamos que sea motivo de reflexión sobre la problemática actual de la Geología Mexicana y que sirva también como referencia a profesores, investigadores y profesionales de las Ciencias de la Tierra.

### **Agradecimientos**

Agradecemos a los autores de los artículos su participación en este volumen. Sabemos que dedicaron muchas horas de su tiempo a colaborar con nuestra Boletín, dejando a un lado intereses y quehaceres de otros tipos. Soledad Medina prestó una ayuda invaluable en el trabajo de edición, a ella y a los árbitros de los trabajos, nuestro reconocimiento.

### **Referencias Bibliográficas**

- Aguirre-Díaz, G. J., 1998, Special Issue on the tectonic and magmatic evolution of Mexico during the Cenozoic: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 15, p. 115-197.
- Carreño, A. L., y Montellano-Ballesteros, M., 1997, Extinción masiva del límite Cretácico-Terciario—mitos y realidades: *Unión Geofísica Mexicana*, Monografía No. 4, 174 p.
- Centeno-García, E., y Keppie, J. D., 1999, Latest paleozoic - early Mesozoic structures in the central Oaxaca terranes of southern Mexico: deformation near a triple junction: *Tectonophysics*, v. 301, p. 231-242.
- De Cserna-Gombos, Z., 1989, An outline of geology of Mexico, *in* Bally, a. W., y Palmer, A. R., editors, *The Geology of North America - An Overview*: Boulder CO., Geological Society of America, *The Geology of North America*, v. A., 233-264.
- De Cerna-Gombos, Z., 1992, Tectónica, *in* Atlas Nacional de México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía, 1 mapa escala 1: 4,000,000
- Delgado-Argote, L. A., y Martín Barajas, A., Editores, 1993, *Contribuciones a la tectónica del occidente de México*: Unión Geofísica Mexicana, monografía número 1, 372 p.

- Ferrari, L., López-Martínez, M., Aguirre-Díaz, G., y Carrasco-Núñez, G., 1999, Space-time patterns of Cenozoic arc volcanism in central Mexico: From the Sierra Madre Occidental to the Mexican Volcanic Belt: *Geology*, v. 27, p. 303-306.
- Ferrari, L., y Rosas-Elguera, J., 1999, Alkalic (OIB type) and calc-alkalic volcanism in the Mexican Volcanic Belt—a case for plume-related magmatism and propagating rifting at an active margin? Comentario a un artículo de Márquez, A., Oyarzun, R., Doblás, M., Verma, S.P.: *Geology*, vol. 27, p. 1,055-1,056.
- Henry, C. D., y Aranda-Gómez, J. J., 1992, The real southern Basin and Range: Mid- to late Cenozoic extension in Mexico: *Geology*, v. 20, p. 701-704.
- Jansma, P. E. y Lang, H. R., 1997, The Arcelia graben: new evidence for Oligocene Basin and Range extension in southern Mexico: *Geology*, v. 25, p. 455-458.
- Lomnitz, C., Editor, 1999, Earth Sciences in Mexico: Some Recent Perspectives: *Journal of South American Earth Sciences*, v. 12, p. 511-613,
- Márquez, A., Oyarzun, R., Doblás, M., y Verma, S. P., 1999, Alkalic (ocean-island basalt type) and calc-alkalic volcanism in the Mexican Volcanic Belt: a case for plume-related magmatism and propagating rifting at an active margin?: *Geology*, v. 27., p. 51-54.
- Morán-Zenteno, D., 1994, The geology of the Mexican Republic: Tulsa, OK., American Association of Petroleum Geologists, *Studies in Geology* número 39, 160 p.
- Nieto-Samaniego, A. F., Ferrari, L., Alaniz-Álvarez, S. A., Labarthe-Hernández, G., y Rosas-Elguera, J., 1999, Variation of cenozoic extension and volcanism across the southern Sierra Madre Occidental Volcanic Province, Mexico: *Geological Society of America Bulletin.*, v.111, p. 347-363.
- Ortega-Gutiérrez, F., Ruiz, J., y Centeno-García, E., 1995, Oaxaquia, a proterozoic microcontinent accreted to North America during the late Paleozoic: *Geology*, v. 23, p. 1127-1130.
- Padilla y Sánchez, R., Martínez-Serrano, R., Torres-Rodríguez, V., 1989, Carta Tectónica de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería - INEGI, dos mapas, escala 1: 2,000,000.
- Pérez-Segura, E., y Jacques-Ayala, C., Editores, 1991, *Studies of sonoran geology*: Boulder, CO., Geological Society of America, Special Paper número 254, 130 p.
- Sonder, L. J. y Jones, C. H., 1999, Western United States extension: How the West was Widened: *Annual Review Earth Planetary Sciences*, v. 27: 417-462.

Juriquilla, Qro. Enero 2000

**Angel F. Nieto-Samaniego**  
**Presidente SGM 1997-1998**