

ARTICULOS

PROGRAMA INTERNACIONAL DE DINAMICA Y EVOLUCION DE LA LITOSFERA

J. Urrutia Fucugauchi*

Posibilidades de un programa nacional efectivo de investigación interdisciplinaria en ciencias de la tierra. Posibilidades de realizar investigación en ciencias de la tierra dentro del programa de cooperación internacional.

INTRODUCCION

La Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG) y la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) a través del Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU) aprobó en septiembre de 1980 la creación de la Comisión de Unión Internacional de la Litósfera (IUCL). La IUCL tiene como principal objetivo el conducir un programa de investigación interdis-

ciplinario con cooperación internacional bajo el nombre de: Dinámica y evolución de la litósfera. La base de estudio de recursos y la reducción de riesgos naturales. Este que constituye el programa internacional más importante en ciencias de la tierra para la década de los 80, deberá presentar una síntesis formal y será evaluado en 1985.

Este programa sustituye el

*Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

Programa Internacional de Geodinámica (IGP) desarrollado durante la década de los 70 y que formalmente terminó el 31 de julio de 1980 (Congreso Geológico Internacional, París, Francia). La investigación científica de IGP estuvo coordinada por 10 grupos de trabajo:

- WG1. Geodinámica de la región del Pacífico oeste e Indonesia.
- WG2. Geodinámica de la región del Pacífico este y arcos de Escocia y Caribe (coordinador R. Cabré).
- WG3. Geodinámica de la región oeste de los Alpes Himalaya.
- WG4. Geodinámica de zonas de tensión continentales y oceánicas.
- WG5. Procesos y propiedades en el interior de la tierra (coordinador D. L. Anderson).
- WG6. Geodinámica de la región este de los Alpes Himalaya.
- WG7. Geodinámica del interior de placas (coordinadores J.T. Wilson 1971-1974 y R.I. Walcott 1974-1980).
- WG8. Correcciones entre estructuras continentales y oceánicas.
- WG9. Historia e interacción de procesos tectónicos, metamórficos y magmáticos.
- WG10. Síntesis globales y paleo-reconstrucción (coordinador D.A. Valencio).

El trabajo directo de estos grupos se vio reflejado en más

de 70 reportes internacionales y una serie final de reportes que están siendo publicados por la Unión Geofísica Americana (AGU) y la Sociedad Geológica de América (GSA). Además se tienen cientos de publicaciones en revistas especializadas de circulación internacional y publicaciones en Simposios y Congresos organizados por IGP.

La participación de México en el IGP fue relativamente modesta, no obstante, la importancia de este programa en las actividades internacionales de investigación se hizo notar dentro de las actividades nacionales (ver por ejemplo el reporte de C.L. Drake, presidente de la Comisión de Unión-Internacional de Geodinámica, ICG. Geof. Intern., 13 (3), 213-221, 1973). Dr. C.L. Drake actuó como presidente de ICG por el período 1971-1975 y el Dr. A.L. Hales continuó por el período 1975-1980. El reporte de C.L. Drake fue presentado en el Simposio de Geodinámica coordinado por C.L. Drake y C. Lomnitz y celebrado durante la Reunión de la AAAS en México (junio 20-julio 4, 1973). Además, el Instituto de Geofísica, UNAM participó en el grupo de estudio 1 sobre la placa de Cocos, como parte del WG2. Este grupo de estudio 1 fue constituido en agosto 20-31, 1973. El Comité Mexicano de Geodinámica fue creado desde 1971 y algunos de los reportes (particularmente del grupo de trabajo 2) fueron circulados en ciertas ocasiones (ver también Anales del Instituto de Geofísica, UNAM).

La participación de México en programas internacionales anteriores fue aparentemente mayor,

por ejemplo en el programa del Año Geofísico Internacional en 1957 y en el proyecto del Manto Superior en la década de los 60.

Dinámica y Evolución de la Litósfera

El desarrollo e implementación de este programa se inició en 1977 bajo el auspicio de los Comités Ejecutivos de IUGG y IUGS, a través de Grupos de Metas. Posteriormente, en 1979 se constituyó un comité para formalmente preparar el programa y un reporte de este Comité se presentó en abril de 1980. En julio de 1980 se presentó un proyecto de constitución para el programa y la creación de la Comisión Interunión de la Litósfera (ICL), cuyo presidente es el Dr. R. A. Price.

El primer reporte de ICL fue circulado en abril, 1981 y en él se incluyen los detalles de la organización del programa (de aquí en adelante referido como Programa Internacional de la Litósfera, o IPL). El IPL está organizado en 9 grupos de trabajo.

- WG1. Movimientos recientes de placas y deformación.
- WG2. Movimientos de placas en el Fanerozoico y Orogenia.
- WG3. Evolución de la litósfera en el Proterozoico.
- WG4. La litósfera en el Arqueano.

- WG5. Fenómenos en el interior de las placas.
- WG6. Naturaleza y evolución de la litósfera oceánica.
- WG7. Evolución paleo-ambiental de los océanos y la atmósfera.
- WG8. Subducción, colisión y acreción.
- WG9. Procesos y propiedades en la tierra que gobiernan la evolución litosférica.

Metas e intereses generales de estos grupos de trabajo se describen brevemente en la siguiente sección. En adición, el IPL ha establecido 8 Comités Coordinadores, cuyas funciones son las de facilitar la integración de esfuerzos dentro de un plan global, facilitar la participación de investigadores de países en vías de desarrollo y aquellos interesados primordialmente en aplicaciones, y promover cooperación interdisciplinaria a nivel regional. Los Comités Coordinadores son:

- CC1. Geología y geofísica ambientales.
- CC2. Recursos minerales y energéticos.
- CC3. Geociencias en países en desarrollo.
- CC4. Evolución de procesos magmáticos y metamórficos.
- CC5. Estructura y composición de la litósfera y astenósfera.
- CC6. Perforación en los continentes.
- CC7. Centros de información e intercambio.
- CC8. Comité coordinador de representantes nacionales.

El programa es desarrollado y administrado por una comisión formada por una dirección de 7 investigadores, los coordinadores de los 9 grupos de trabajo y de los 8 comités coordinadores y representantes de las Uniones que soportan el programa. Además se tiene la participación de otras Uniones y de la UNESCO (en calidad de observadores). La dirección se compone de: R.A. Price (IUGS), presidente; E.A. Flinn (IUGG), secretario-general; E. V. Artyushkev (IUGG), U.G. Cordani (IUGS), J. H. Illies (IUGS), K. Lambeck (IUGG) y S. Uyeda (IUGS y IUGG).

Objetivos Mayores de los Grupos de Trabajo de la Litósfera

WG1. Movimientos de placas recientes y deformación.

Estudio de las fuerzas que mueven y controlan las placas, la deformación que ocurre debido a estas fuerzas, la distribución, acumulación y liberación de esfuerzos y deformaciones en la litósfera, la ocurrencia de temblores en los límites de placa, y las relaciones posibles entre fenómenos geodinámicos y variaciones en movimiento polar y en la rotación de la tierra.

WG2. Movimientos de placas en el Fanerozoico y Orogénesis.

Investigaciones de la estructura interna de cinturones orogénicos, su evolución cinemática y sus relaciones con el movimiento relativo entre placas. Estudio de las interacciones de desplazamientos horizontales y verti-

cales, regímenes térmicos y procesos magmáticos, metamórficos y de deformación involucrados en orogenia. Valoración de las implicaciones de orogenias del Fanerozoico en la generación y evolución de la litósfera continental y en la evolución geoquímica de la corteza continental y el manto.

WG3. Evolución de la litósfera en el Proterozoico.

Investigar el origen y evolución de las rocas Proterozoicas y los procesos magmáticos, metamórficos y de deformación involucradas en su evolución. Estudiar la estructura y composición de la litósfera del Proterozoico y sus implicaciones para los problemas de la diferenciación geoquímica del manto y corteza y del crecimiento de los continentes. La caracterización de los regímenes tectónicos en el Proterozoico, incluyendo la evolución cinemática de los cinturones orogénicos del Proterozoico y la evaluación de la importancia de tectónica de placas en la evolución litosférica y orogénica en el Proterozoico.

WG4. La Litósfera del Arqueano.

Determinar la naturaleza y dinámica de los procesos tectónicos, magmáticos y metamórficos en el Arqueano, lo que podría ayudar a explicar el origen de la litósfera y sus estados iniciales de evolución. Clarificar los procesos físicos y químicos dominantes durante la época más primitiva de la tierra y sus relaciones con procesos que ocurrieron en otros cuerpos del sistema solar. Estudio de la atmósfera e hidrósfera, principalmente investigando los procesos de erosión y sedimenta-

ción en el Arqueano.

WG5. Fenómenos en el interior de las placas.

Investigaciones del origen y características de los fenómenos en el interior de las placas, tales como zonas de subsidencia (cuencas sedimentarias en los continentes), zonas de elevación en continentes y océanos, montes marinos, zonas de tensión y de compresión, zonas de fallas laterales, sismicidad y volcanismo.

WG6. Naturaleza y evolución de la litósfera oceánica.

Enfasis estará en el estudio de la litósfera oceánica en sus partes más antiguas, tales como las áreas que presentan anomalías magnéticas del Jurásico y donde sólo rocas Cretácicas han sido recordadas. Se realizarán investigaciones sobre actividad magmática e hidrotermal en los centros de esparcimiento (que proporcionarán datos valiosos para estudios de metalogenia), así como procesos de metamorfismo y alteración hidrotermal durante el enfriamiento, subsidencia y engrosamiento de la litósfera oceánica en los estados de evolución posteriores a su formación. Estudios adicionales de fallas transformadas y zonas de fractura serán también incluidos. Finalmente, como las placas oceánicas son eventualmente consumidas en las zonas de subducción, su estudio proporcionará información útil para el estudio de la litósfera continental.

WG7. Evolución paleo-ambiental de los océanos y atmósfera.

Determinar el registro global de paleo-ambientes y paleo-circulación en los océanos y atmósfera durante el Cenozoico y Mesozoico a través de estudios de los fondos oceánicos. Integrar estos registros con el registro estratigráfico determinado de estudios en los continentes. Extender el registro en el tiempo tanto como los datos lo permitan. Evaluar las implicaciones de este registro global para la evolución de la atmósfera e hidrósfera y su impacto en las actividades de nuestra civilización. La base de estos estudios está en los datos del DSDP, estudios de reflexión e investigaciones geológico-geofísicas de los fondos oceánicos y márgenes continentales.

WG8. Subducción, colisión y acreción.

Determinar los procesos geodinámicos que ocurren en los límites de convergencia de placas y sus implicaciones para la evolución tectónica de la Tierra. Estudiar el origen de zonas de subducción, su evolución y el final del proceso de subducción. Entender los procesos en el manto relacionados con la subducción, tales como diferenciación química, transformaciones de fase, convección e incorporación del material de las placas. Estudiar la naturaleza y el significado de los procesos de colisión y acreción. Investigación de terrenos alóctonos.

WG9. Procesos y propiedades en la tierra que controlan la evolución de la litósfera.

Estudiar las propiedades del material del manto en condicio-

nes de laboratorio que simulen las presiones y temperaturas características del interior de la tierra. Investigar la composición interna y el estado termodinámico del planeta, así como los procesos físicos y químicos que controla la generación y la evolución de la litósfera.

Comité Nacional de la Litósfera

La implementación de un programa de investigación interdisciplinaria en ciencias de la tierra para nuestro país reviste particular importancia en este tiempo, ya que la dependencia de recursos minerales y energéticos es más alta y la amenaza de un desastre ecológico y de fenómenos destructivos naturales (sismos, erupciones volcánicas, etc.) es también mayor. Por otro lado, durante los últimos años y particularmente durante las dos pasadas décadas, la investigación en ciencias de la tierra ha experimentado cambios mayores en conceptos básicos y metodología, que algunos consideran como una revolución científica. Posiblemente el mayor impacto de esta revolución (representada bajo la teoría de tectónica de placas) es el de haber conducido a una integración de las diversas disciplinas en ciencias de la tierra. Esta integración se ha reflejado en la implementación de programas mayores de investigación de carácter internacional tales como el programa del Manto Superior (1960-1969), pro-

grama internacional de Geodinámica (1970-1979), programa de perforación en la corteza oceánica (DSDP) y programa internacional de correlación geológica (IPCG).

En países como el nuestro, la investigación científica en ciencias de la tierra confronta un número de problemas. Entre ellos, se tienen:

a) Investigación es cara. Ejemplos extremos se tienen en la investigación relacionada con la exploración de hidrocarburos y en el estudio de la corteza marina (para investigación básica, el programa de DSDP y programas menores similares (programa CIAMEX, etc.) han proporcionado la única posibilidad de realizar estudios efectivos de la corteza oceánica para muchos países).

b) Número insuficiente de investigadores nacionales en determinados campos. Ello reviste una importancia crítica y que es reflejada en la baja productividad científica.

c) Falta de acceso al sistema de información científica, particularmente el de carácter informal. La investigación científica actual se distingue por su rapidez de cambio y de flujo de información, estar al margen del sistema de información nos restringe a realizar investigación rezagada y en ocasiones obsoleta.

d) Falta de planeación global. Ello conduce a una diversificación de esfuerzos, que ocasiona que ciertos programas queden incompletos y que los

resultados se diluyan, o bien que haya en ocasiones duplicación de esfuerzos.

f) Aislamiento científico y dependencia científica y tecnológica.

g) Fuga de recursos humanos. Como la investigación científica es pobre, investigadores potenciales o consumidores tienden a cambiar a otras actividades y en muchas ocasiones a salir del país en busca de ambientes más favorables (léase: estar donde la investigación se hace y donde hay productividad científica).

Es claro que programas nacionales de investigación interdisciplinaria con colaboración internacional como el que aquí se plantea no va a resolver todos los problemas que confrontamos y aun podría crear nuevos problemas. Sin embargo, dichos programas podrían ayudar a resolver parcialmente los problemas y podrían proporcionar un incremento efectivo en la productividad. Un programa nacional podría tomar ventaja de un programa internacional efectivo y bien establecido, lo que constituiría una garantía al menos para la inversión económica y humana del país. Cabe mencionar que en este caso del Programa de la Litósfera se hace particular énfasis en la importancia de los comités nacionales (Comité Coordinador 8, sobre los representantes nacionales) y de la investigación en países en desarrollo (Comité Coordinador 3).

Dentro de los objetivos principales del Comité Coordinador 3 se mencionan: (1) Desarrollar mecanismos para la participación de investigadores de países en vías de desarrollo sobre la base de intereses científicos compartidos por el Programa de la Litósfera y los del país en cuestión; y (2) proporcionar un contacto efectivo entre el Programa de la Litósfera y las comisiones, comités y otras organizaciones que estén dedicados a fortalecer las ciencias de la tierra en países en desarrollo. Por otro lado, el Comité Coordinador 8 ha adaptado el procedimiento seguido informalmente en el Programa Internacional de Geodinámica. Esto es, el Comité Coordinador, formado por los representantes oficiales de cada país, se reunirá durante las sesiones de la IUCL, participará como observador en las reuniones de la Comisión (IUCL), reportará a la Comisión de las actividades nacionales y tomará ventaja de todas las oportunidades para coordinar las actividades de investigación y para desarrollar programas de cooperación sobre regiones o tópicos de interés para algunos de los países involucrados.

Para tener una participación nacional efectiva y obtener beneficios reales de dicha participación, se requiere que el programa nacional se base en intereses reales del país y sobre los cuales se tenga un mínimo de personas (e infraestructura) interesadas. Por otro lado, se requiere tomar ventaja dentro del Programa IPL de todas las oportunidades para preparar recursos humanos, lo que pudiera resultar la principal

ventaja de participar en el programa.

El objeto principal del IPL es científico, de aquí que para una participación efectiva por parte de nuestro país, se requiere que los participantes nacionales sean investigadores activos. No se trata de un programa político y ésto hay que enfatizarlo, sino de un programa de investigación en el cual se requiere trabajo de investigación. Además, se trata de un programa interdisciplinario, por lo que el programa no debe estar restringido a un investigador o grupo de investigadores, sino que en lo posible deben de participar todos los grupos activos que realicen investigación relevante (nota: no deben incluirse sólo nombres, la participación sólo debe justificarse en base al trabajo de investigación).

Por la presente se hace una atenta invitación para aquellos investigadores interesados en el Programa de la Litósfera a participar y colaborar para un programa dinámico. Durante la Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana (UGM), a celebrarse en La Paz, Baja California Sur en noviembre 12-16, 1984 se planea una reunión de personas interesadas y una sesión especial sobre "Dinámica y Evolución de la Litósfera".

Dentro del programa internacional, se tiene la participación del Dr. C. Lomnitz en el WG8 (Subducción, colisión y acreción) y del Dr. J. Urrutia F. en el WG2 (Movi-

mientos de placas en el Fanerozoico y orogenia).

Otras actividades de interés general es la elaboración de un volumen especial sobre investigaciones en México relacionadas a los estudios de la litósfera; la participación en congresos internacionales tales como los de la American Geophysical Union (AGU) y los de la International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) (celebrado en Hamburgo, Alemania Federal, 1983) y de la International Union of Geological Sciences (IUGS) (celebrado en Moscú, URSS, 1984).

(Recibido: 10 de agosto de 1984)

