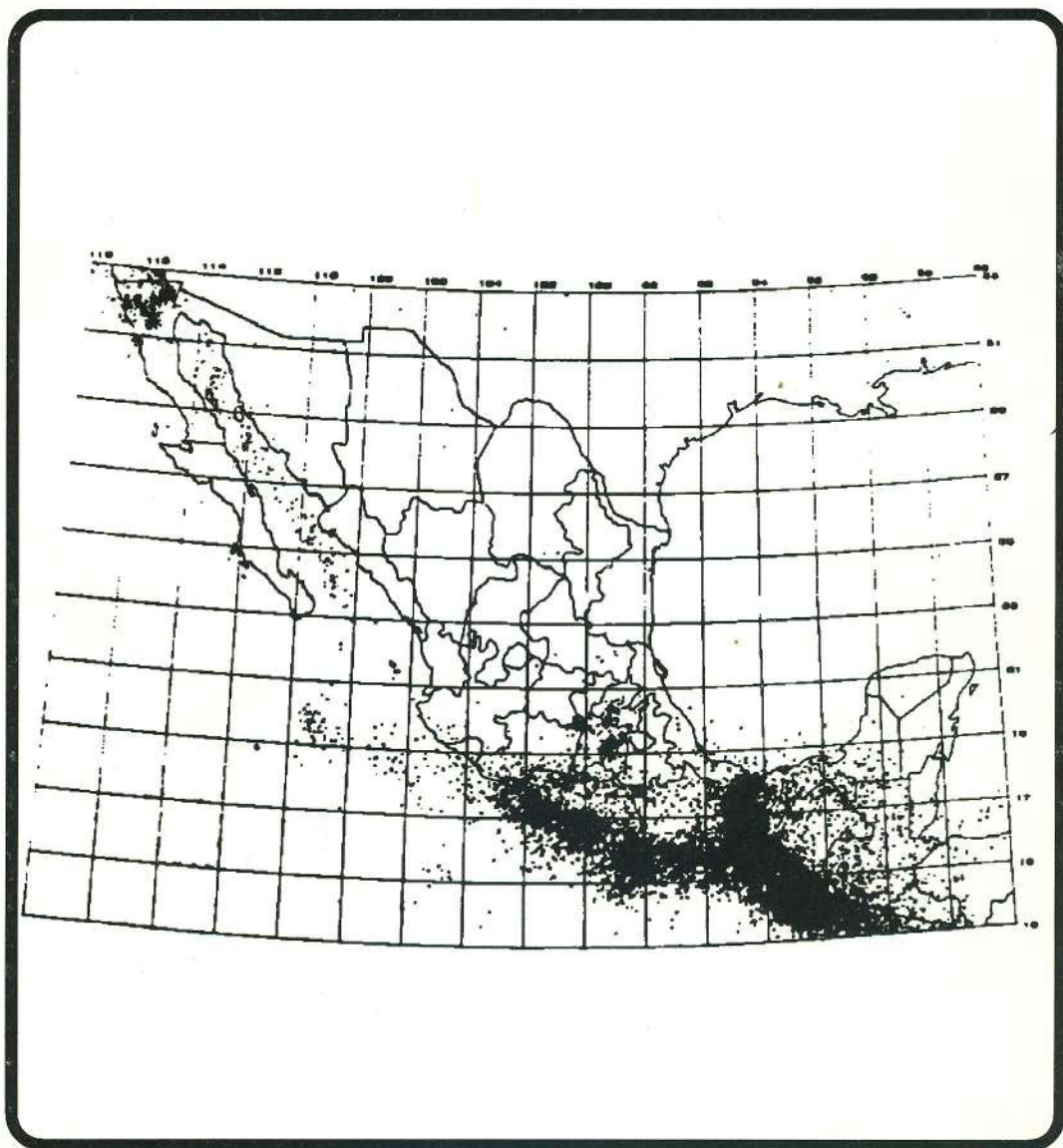


GEO**S**

UNION GEOFISICA MEXICANA

BOLETIN INFORMATIVO

EPOCA II



Volúmen 11

No.4

Octubre de 1991

GEOS

Organo Informativo de la Unión Geofísica Mexicana.
(ISSN 0186-1891)

EDITORES: José Manuel Romo Jones y Francisco Medina

COMITE EDITORIAL: Juan M. Espíndola Castro, Carmen Marquez, Marcos Paulo
González Otero, Armando Reyes Serrato, Jaime Yamamoto.

(Esta edición ha sido diseñada y formada con ayuda del Instituto de Física de la
UNAM, Ensenada)

Toda correspondencia dirigirla a:

CICESE

At'n.: José Manuel Romo J.

Av. Espinoza #843,

Ensenada, B.C. C.P. 22830

FAX: 91-667-449-33 ó 607-61

Tel.: 91-667-449-66

UNION GEOFISICA MEXICANA*

Presidente:	Dr. Mario Martínez	(CICESE)
Vicepresidente:	Dr. Juan M. Espíndola	(IGF-UNAM)
Tesorero:	M.C. Francisco Medina	(IGF-UNAM)
Srio Gral.:	M.C. Francisco Suárez	(CICESE)
Srio. Difusión:	M.C. José M. Romo	(CICESE)
Srio. Educación:	Dr. Juan M. Barbarín	(FCT-UANL)
Srio. Investigación:	Dra. Silvia Bravo	(IFG-UNAM)

* La Unión Geofísica Mexicana (UGM) es la Sociedad Civil no lucrativa de los
profesionales de la Geofísica y Ciencias relacionadas.

INDICE

EDITORIAL	1
IMPORTANCIA DE LA CIENCIA "PEQUEÑA"	
Por G. Brent Darlymple	2
EFFECTO DE MOVIMIENTOS NORMALES AL PLANO DE FALLA EN LA RADIACION DE LAS ONDAS P Y S.	
R.R. Castro, J.G. Anderson y J.N. Brune	7
¿Hubo de veras un big bang?	
Silvia Bravo	10
MODELACION DE CORRIENTES SOBRE LA PLATAFORMA CONTINENTAL FORZADAS POR EL VIENTO	
Luis Fernando Zamudio López, Manuel López Mariscal	14
REPORTE DEL MONITOREO SISMICO REALIZADO EN LA REGION DE MARAVATIO-ACAMBAY DURANTE EL PERIODO MARZO DE 1989 Y AGOSTO-SEPTIEMBRE DE 1990.	
Jaime Yamamoto, Reynaldo Mota	18
INFORME DE LABORES 1990-1991	22

EDITORIAL

La contaminación de la atmósfera en la Ciudad de México, y en otras grandes ciudades del país, representa un complejo problema de investigación. Se deben de localizar las fuentes de contaminación más importantes y proponer soluciones factibles que permitan su reducción o eliminación.

La solución es mucho más compleja que la que plantea una investigación científica tradicional, pues diversos partidos políticos mantienen interes en el asunto ya que pueden apoyarse en la problemática para levantar banderas de índole electoral.

A la fecha se han levantado voces pidiendo que las fábricas salgan de la capital y se instalen en provincia lo cual parece decir "vayan a contaminar a otro lado". Con ello no se habra resuelto nada, la contaminación continuara pero ahora en provincia.

Es conveniente hacer la observación de que se trata de resolver el problema y no solo trasladarlo a otro lado. Al reconocer este hecho volvamos a enfatizar que los problemas se resuelven estudiandolos, lo cual significa recursos a la preparación de personal y a la investigación científica.

Entendemos que hay casos, como la refinería, en que se deben cerrar fábricas pues no se cuenta con el tiempo suficiente para esperar a que la tecnología anticontaminante se desarrolle.

Pero es de esperar que el Gobierno Federal reconozca que debe invertir recursos en la investigación y desarrollo de tecnología adecuada para resolver el problema de la contaminación. Cerrando o trasladando factorías a otro lado no se resuelve tampoco el problema.

En México existe solo una licenciatura en Ciencias Atmosféricas, en la Universidad de Veracruz y los estudios de posgrado solo se llevan a cabo en la Fac. de Ciencias de la UNAM con el apoyo del Centro de Ciencias de la Atmósfera.

Canalizar recursos a estas dependencias, e incluso pensar en apoyar la apertura de nuevos centros de investigación en Ciencias de la Atmósfera, permitirán contar con personal competente para implementar soluciones reales. Si a la fecha se implementan acciones como paliativos a la situación, no debe demorarse la inversión en investigación pues de otra forma demoraremos también las soluciones al complejo problema de la contaminación.

IMPORTANCIA DE LA CIENCIA "PEQUEÑA"

*Por G. Brent Darlymple, U.S. Geological Survey
Menlo Park, Calif.
(Traducción de Mara Arroyo).*

Sin la pequeña ciencia, el progreso de la Ciencia y consecuentemente de la tecnología, de la industria, el bienestar y la civilización misma, se vería considerablemente reducido.

Mi tema es la "pequeña ciencia". Pequeña no por sus dimensiones físicas o su importancia, sino porque es llevada a cabo individualmente por personas capacitadas o bien por pequeños equipos de científicos cuya única motivación es su curiosidad acerca del funcionamiento de la naturaleza. Me estoy refiriendo a la Ciencia no entorpecida por las metas, la orientación y la guía de administradores, de instituciones financieras o de políticos. Se trata de la ciencia que se hace sin tener en cuenta su valor práctico para la sociedad o para la humanidad.

¿Que tan importante es este tipo de ciencia?. Creo que es precisamente ésta la que ha permitido la revolución tecnológica del siglo 20. De ninguna manera se trata de una idea nueva. Hace 45 años fue expresada por Vannevar Bush, quien escribió: "los nuevos productos y procesos están fundamentados en nuevos principios y concepciones que, a su vez, han sido desarrollados por la investigación en el más puro reino de la ciencia". Sin embargo, creo también que la contribución de la ciencia pequeña para la riqueza y bienestar de la humanidad no está bien reconocido actualmente, ni por la población en general, ni por quienes proveen los fondos para el desarrollo de la ciencia.

Resulta obvio para quien haya visto los presupuestos para la investigación científica durante las dos últimas décadas, que la ciencia pequeña está siendo cada vez más relegada en favor de la ciencia grande y de la ciencia orientada hacia algún problema específico, nacional o internacional. A la larga este abandono se revertirá en detrimento de la sociedad por lo que esta tendencia debe ser invertida.

Actualmente tal punto de vista puede parecer auto-

alucinatorio, increíblemente ingenuo, desmedidamente egóista, o todo esto junto. A aquellos quienes consideran la ciencia sin dirección como herética, puedo asegurarles a pesar de todo que no estoy loco. Nuestro objetivo es precisamente el mismo, sacar de la Ciencia el mayor provecho posible para el beneficio de la humanidad y hacerlo por los medios mas eficientes; diferimos únicamente en el método. Yo veo la ciencia pequeña como la base esencial de casi todas las aplicaciones prácticas de la Ciencia. Sin la ciencia menor, el progreso de la Ciencia, de la tecnología, la industria, el bienestar y la civilización misma se verá significativamente reducido.

Me gustaría justificar mis aventuradas opiniones acerca de la ciencia menor examinando como la Ciencia contribuye a la sociedad, analizando como trabaja y la importancia de la pequeña ciencia en este proceso. Para empezar, quisiera afinar lo que entiendo por pequeña ciencia. Consideremos dos tipos de Ciencia: dirigida o sin dirección. En ambos casos puede ser grande o pequeña. La ciencia sin dirección es comunmente conocida como básica o fundamental; es manejada únicamente por la curiosidad del científico sin ninguna meta preconcebida o sin tener en mente ningún producto terminado. Su único objetivo es obtener más conocimientos acerca del funcionamiento de la naturaleza, explicarse algún fenómeno interesante, o descubrir como las cosas han llegado a ser. Conforme progresa el trabajo, el científico está en libertad de seguir nuevas direcciones, e inclusive de abandonar el experimento original para perseguir algo inesperado que pudiera resultar más interesante, raro, importante o excitante.

En contraste, la Ciencia dirigida o aplicada se lleva a cabo persiguiendo metas específicas generalmente prácticas, aunque no necesariamente. Las metas son determinadas de antemano, casi siempre por algún administrador, algún político o algún comité de científicos en respuesta a alguna necesidad percibida y puede concentrarse en el desarrollo de algún producto o

buscar la solución para algún problema específico ya sea industrial o relativo a la sociedad. El científico está a cargo de la metodología y de la instrumentación, pero establece las metas de la investigación únicamente dentro de estrechos límites determinados por otros. Dentro de este ámbito de dirección, puede que el científico no se encuentre en libertad de desviarse de los objetivos establecidos a no ser que las nuevas metas sean aprobadas por los interesados.

La Ciencia también puede ser grande o pequeña. La división entre estas dos es arbitraria, pero me gustaría restringir la definición de pequeña ciencia a la investigación hecha por un solo investigador o por un pequeño grupo de dos a cuatro investigadores con modestos recursos técnicos y reducido presupuesto. La mayoría de los presupuestos para la ciencia pequeña están por debajo de unos cuantos cientos de miles de dólares al año, incluyendo salarios, pero no queriendo ser demasiado restrictivos, consideremos poco menos de \$1 millón de dólares anuales. El proyecto típico involucra no más de dos niveles de jerarquía científicos y técnicos o estudiantes y la organización es informal invariablemente. No hay administradores permanentes o de tiempo completo dentro del proyecto de investigación, aunque la institución siempre provee alguna estructura o apoyo administrativo. Los únicos requisitos formales de reporte son la publicación de resultados en revistas científicas y si acaso algún reporte ocasional sobre los progresos de la investigación a la institución que provee los fondos. Este tipo de investigación es comunmente llevado a cabo en universidades y generalmente involucra a estudiantes en un grado considerable.

Por otro lado, la ciencia grande involucra a mucha gente y tiene las proporciones y la complejidad necesarias como para que el mismo proyecto de investigación tenga una estructura administrativa formal de por lo menos tres niveles (administradores, científicos y técnicos) y frecuentemente más. El proyecto puede generar reportes internos así como los que son hechos para la literatura científica. Los presupuestos pueden variar desde unos cuantos millones hasta billones de dólares anuales.

Obviamente, esta clasificación simplifica enormemente el rango infinito de posibilidades entre la pequeña y la gran Ciencia. Pero dejemos de lado estas complicaciones, puesto que no son importantes para mi tesis. Mi interés está centrado realmente en la ciencia pequeña, en la ciencia no orientada; categoría que creo no está recibiendo la atención o el financiamiento que merece.

No creo que el valor de la Ciencia para la sociedad se esté cuestionando. Aparentemente el público está bastante consciente de que nuestra economía, nuestra

salud y muchos placeres se derivan en buena medida de los logros alcanzados por la Ciencia y la tecnología. Pero el público también tiene la idea errónea de que la Ciencia es un arma bien organizada, eficiente y de múltiples propósitos que puede ser apuntada voluntariamente en cualquier dirección para resolver no importa que problema, o inventar cualquier tipo de tecnología que pudieramos necesitar hoy en día o, a lo mucho, mañana. Desgraciadamente, demasiados de nosotros, científicos y administradores de la Ciencia contribuimos a fortalecer este mito en nuestra constante lucha por obtener financiamiento. Es más fácil para nosotros ir "a donde está el dinero" que gastar un poco de nuestro tiempo y esfuerzo explicando el valor de la Ciencia pequeña, sin dirección.

La actitud positiva del público hacia la Ciencia está ampliamente justificada por el hecho de que ésta retribuye a la sociedad por su inversión de diversas maneras palpables, incluyendo contribuciones para el enriquecimiento cultural, avances en la condición humana, crecimiento económico, nuevas invenciones y mejores productos, y soluciones a los problemas causados por el uso o el abuso de la tecnología. Pero de que tipo de ciencia se derivan estos beneficios? Es necesaria la Ciencia aplicada y la Ciencia grande? Por supuesto que sí, la Ciencia dirigida es el camino para la invención y el desarrollo de productos, el lazo decisivo entre la ciencia pura y la industria. La Ciencia orientada también garantiza que suficientes recursos científicos sean aplicados a problemas en los cuales el tiempo es decisivo tales como la disminución de la capa de ozono, el calentamiento del planeta, la predicción de temblores, la polución del océano y el control del SIDA. La Ciencia grande es importante también porque algunos problemas, básicos o aplicados no pueden ser tratados en el pequeño laboratorio universitario o por unos cuantos individuos.

La mayor parte de los descubrimientos básicos en la Ciencia han venido ya sea directamente de pequeños proyectos de investigación o han dependido fuertemente de descubrimientos previos realizados por la ciencia menor, sin orientación.

La Ciencia grande, ciencia aplicada, sin embargo debe contrarrestarse con una cantidad razonable de ciencia menor, pero ese balance comunmente se inclina en dirección equivocada. Quisiera ilustrar esto con algunos datos obtenidos del presupuesto de los Estados Unidos para la Ciencia. En 1967, durante el apogeo del programa lunar Apollo, el gobierno gastó cerca de \$46 billones de dólares (con el ajuste inflacionario) para la investigación y desarrollo de la ciencia y la tecnología,

incluyendo la militar. En 1990 esta cifra fue de \$48 billones. Pero mientras que el gasto de los E.U. para la investigación y el desarrollo han permanecido relativamente constante durante las últimas dos décadas, los fondos destinados para instrumentos científicos con costos excedentes de \$25 millones se ha elevado en un factor de 26.

En la siguiente década, la situación promete empeorar. Algunos de los proyectos para la Gran Ciencia propuestos para 1995, por ejemplo, son: la Estación Espacial (Spacial Station costo aproximado de \$30 billones de dólares), las investigaciones Cassini sobre Saturno (Cassini Saturn probe \$800 millones), Proyecto de Genoma Humano (Human Genome Project \$3 billones), el Sistema de Observación de la Tierra (Earth Observation System; \$17 billones), las Instalaciones de Rayos X para Astro-física Avanzada (Advanced X-ray Astrophysics Facility, 1.6 billones), el "Superconducting Supercollider" (\$8 billones) y la Fuente de Fotones Avanzada (Advanced Photon Source, \$455 millones). Si de alguna manera la Historia puede servirnos de guía para el futuro, estos gastos pueden ser enormemente subestimados.

El panorama para el pequeño investigador por otro lado, es desolador. No obstante que el presupuesto de la Fundación Nacional para la Ciencia aumentó de \$1.72 billones en 1988 a \$2 billones en 1990, los fondos destinados para pequeñas concesiones en Matemáticas, Física, Química, Ingeniería, Biología y Ciencias computacionales se redujeron durante este mismo período, una vez hecho el ajuste inflacionario. La concesión promedio otorgada por el NSF a investigadores independientes se redujo en \$68,000 dólares en 1983 a menos de \$62,000 en 1989 (sin ajustes).

Es difícil comprender porque la Ciencia menor tiene tan poca prioridad. Cualquiera que haya estudiado historia de la Ciencia sabe que la mayoría de los descubrimientos importantes fundamentales en Física, Química, Biología y Ciencias de la Tierra provienen directamente de pequeños proyectos de investigación, o dependen fuertemente de descubrimientos previos hechos por la Ciencia menor sin dirección. Los recientes avances en electrónica, comunicaciones, medicina, tecnología computacional y desarrollo de recursos se han apoyado fuertemente en los descubrimientos de la ciencia menor. Los progresos logrados en la tecnología nos conducen invariablemente hacia el banco de conocimientos científicos básicos que es abastecido principalmente por los científicos que trabajan solos o en pequeños grupos y que son impulsados básicamente por su curiosidad científica. Esto se ha dado a través de la historia de las Ciencias Naturales, tiene validez hoy en día y no existe ninguna razón por la que no deba seguir siendo así en un futuro previsible.

La Ciencia grande debe contrarrestarse con una cantidad razonable de Ciencia menor, y la balanza normalmente se inclina en la dirección equivocada.

Pero cual es esa característica singular que hace que la Ciencia menor, sin dirección sea esencial para el total progreso de la Ciencia y Tecnología? La respuesta es su diversidad ya que ninguno de nosotros es capaz de predecir con algún grado de certeza, cuales descubrimientos científicos serán importantes o cómo serán puestos en práctica en los avances científicos o tecnológicos futuros. Nadie predijo que el descubrimiento de el electrón por Thomson y Lorentz conduciría a la gran variedad de productos de gran utilidad que se derivan de la industria electrónica actual, ni que el trabajo teórico de Maxwell y el descubrimiento de las ondas electromagnéticas de Hertz nos llevarían hacia nuevos y revolucionarios medios de comunicación. Nadie predijo que la curiosidad de unos cuantos geofísicos acerca de el fenómeno del magnetismo reversible en las rocas proveería la clave esencial para formular la teoría de las placas tectónicas. ¿Quién sabe cual será el valor de la teoría de string, o quarks, o neutron stars, o de la tomografía sísmica en el futuro?

Los administradores y dirigentes de la Ciencia no son los únicos imposibilitados para hacer tales predicciones. Los científicos están igualmente incapacitados para pronosticar la importancia de sus investigaciones. Hasta donde sé, ninguno de los científicos en los ejemplos citados sabía hacia donde conducirían finalmente sus investigaciones. Fueron arrastrados únicamente por su curiosidad acerca de fenómenos observables y por su deseo de descubrir belleza y orden en la naturaleza.

Un ejemplo notorio de esto es Lord Rutherford, quien en 1933 hizo el siguiente comentario acerca de la estructura y la energía del núcleo atómico "Quien espere una fuente de fuerza de la transformación de estos átomos estará soñando" (Weisskopf 1972). Esto fue sólo cinco años antes de la demostración de la fisión nuclear.

Mi experiencia personal en el campo científico no hace sino reforzar este punto de vista. Allan Cox, Richyard Doell, y yo no teníamos ni la menor idea de que nuestro experimento sobre la inversión de campos geomagnéticos a principios y medidados de los sesentas proveería la Rosseta que permitiría a Vine, Mathews y Morley descifrar el significado de las franjas magnéticas en el fondo oceánico e iniciar la formulación de un nuevo paradigma conocido como la teoría de las placas tectónicas, para conocer la Tierra. Fuimos arrastrados por nuestra curiosidad y fascinación acerca de la posibilidad de que el campo magnético de la Tierra había sido invertido en el pasado y pensamos

únicamente que las inversiones geomagnéticas eran algo maravilloso para estudiar y ya sea demostrar o refutar.

Existen varias razones lógicas por las cuales la Ciencia es impredecible. He hecho referencia a la primera de ellas el que sólo podemos predecir una parte de las posibles aplicaciones para nuestros resultados. Cada uno de nosotros aporta a la Ciencia una diferente experiencia y un diferente modo de ver las cosas, de tal modo que quizás sólo uno en un millar o un millón es capaz de considerar obvio lo que es obscuro para el resto de nosotros.

La segunda razón es el bien conocido fenómeno de descubrimiento accidental o por azar. Ya que no sabemos con precisión como trabaja la naturaleza, no podemos decir con anticipación que es lo que encontraremos, ni como estos nuevos descubrimientos abrirán nuevos canales de interrogación. Para citar a Alfred North Whitehead "Siempre hay mas posibilidad de encontrar algo valioso cuando no se sabe exactamente que es lo que se está buscando". Los ejemplos de descubrimiento por azar son comunes y casi todos los científicos esto directamente en un mayor o menor grado. El Velcro, los rayos, la corriente eléctrica, el teflon, el hule sintético, el rayón, la insulina, la fisión nuclear, el aspartame, la penicilina, el polietileno y hasta los "corn flakes" han sido el resultado de descubrimientos accidentales.

La tercera razón por la cual la ciencia no es pronosticable es el tiempo que transcurre entre el descubrimiento y la aplicación. Por supuesto, este tiempo varía, pero normalmente consta de décadas, no meses ni años y problememente se deba a que son necesarios otros descubrimientos, experiencias y exigencias antes de que su aplicación sea obvia. Por ejemplo, el fenómeno de resonancia magnética nuclear fue descubierto en los 1940, pero el dispositivo para imagen de resonancia magnética (NMR) -el cual tendría que esperar el desarrollo de la electrónica, la tecnología computacional y la necesidad conceptual- no estuvo en el mercado sino hasta los setentas. Otro ejemplo es la teoría de placas tectónicas, formulada a mediados de los sesentas, teoría dependiente de una amplia variedad de descubrimientos e hipótesis previas. Algunas de las más prominentes son: la idea de Hopkins de la convección de la Tierra (1939); la hipótesis del desplazamiento continental de Snider (1858) y de Wegener (1910); la hipótesis de que el campo magnético de la tierra pudiera invertirse propuesta por Bruhnes en 1906 y por Mercanton en 1926; la hipótesis de Holmes de la expansión del suelo oceanico (1928); el descubrimiento de las zonas Benioff en 1949, y así sucesivamente. Estos descubrimientos e ideas, indispensables para las placas tectónicas, se adelantaron

en el tiempo. Cada uno constituía una pieza no muy clara de una larga y compleja estructura intelectual que sólo llegó a tomar forma cuando toda la evidencia estuvo a la mano -esto no fue sino hasta mediados de la década de los sesentas, mas de un siglo después de que Snider hubo propuesto que los continentes se habían movido.

Nuestra ya demostrada incapacidad para predecir cuales investigaciones conducirán hacia descubrimientos significativos quiere decir que una parte substancial de la Ciencia debe hacerse sin dirección. El único modo de garantizar el progreso de la Ciencia, lo cual no sólo deseamos, sino esperamos, es reconocer la impredecibilidad de la Ciencia y asegurar que una suficiente y constante diversidad de Ciencia menor sea llevada a cabo. Por más detestable que pueda ser para los administradores y los políticos, una cantidad importante de científicos deben ser dejados libres para seguir su propia curiosidad, redimiéndoles de la necesidad de justificar lo que hacen en términos prácticos y liberándolos de las metas cercanas. Debemos aceptar que la Ciencia no es particularmente eficiente y que algunas investigaciones tal vez no conduzcan a nada práctico o importante. Pero también debemos reconocer que a la larga, a pesar de su ineficiencia, la ciencia sin dirección es muy provechosa y debemos apoyarla, ya que de otra manera, la Ciencia perderá su vitalidad.

La Ciencia grande sin dirección contra la Ciencia pequeña es otro tipo de problema. La necesidad de cierta cantidad de Ciencia grande es innegable, pero ya ha acaparado demasiado los fondos disponibles para la Ciencia y amenaza con absorber aún mas. Como en el caso de la ciencia sin dirección contra la ciencia aplicada, la cuestión de grande contra pequeña es de equilibrio, y en mi opinión el balance es en el presente desfavorable.

¿ Que tanta Ciencia menor, sin dirección es suficiente para garantizar la diversidad necesaria para la vitalidad de la Ciencia? No tengo una respuesta definitiva, pero adivino que un poco menos del 20-25% del total de la Ciencia que se lleva a cabo, considerando los fondos disponibles, pudiera bastar. Debe ser suficiente para asegurar la diversidad de la Ciencia, para proteger la infraestructura esencial de la cual depende todo el progreso científico y para proveer un campo de entrenamiento adecuado para los futuros científicos.

Me gusta comparar el pozo de conocimientos que resulta de la investigación científica con una cuenta bancaria. En ella depositamos nuestros descubrimientos, hipótesis y teorías y retiramos información para posterior investigación, tanto fundamental como aplicada, así como para el desarrollo de la tecnología. Los conocimientos que ahí depositamos son el capital,

nuestra inversión para el futuro. La información que de ahí sacamos y aplicamos es el interés -nuestra recompensa por haber sido lo suficientemente sabios como para invertir. Sin embargo, hoy en día, no somos buenos inversionistas puesto que sacamos más de lo que depositamos; en efecto, nos estamos gastando el capital y después de un tiempo no habrá mas intereses que recoger

¿Que pueden hacer los científicos al respecto? Mejor es que informemos al público y a quienes tienen la responsabilidad de distribuir los fondos acerca del extremo valor práctico y económico de la Ciencia pequeña, sin dirección. Podemos oponernos a brincar en el último vagón del tren simplemente porque ahí es donde está el dinero. Podemos apoyar a nuestros colegas que están haciendo y publicando los resultados de una buena ciencia fundamental. Podemos enseñar a nuestros estudiantes -los científicos y administradores del futuro- el valor y la necesidad de la pequeña ciencia sin dirección.

Lo que pido a la sociedad es que afloje un poco las cadenas y que de un poco más de libertad a los científicos para hacer lo que mejor saben hacer - investigar la naturaleza. A cambio nosotros debemos de reconocer que también tenemos responsabilidad. Tenemos el deber de seleccionar problemas interesantes, de ser productivos, de comunicar nuestros hallazgos de manera efectiva a nuestros colegas y al público, de aprovechar los recursos que la sociedad nos otorga, de tener en cuenta y responder a las necesidades pertenecientes a la sociedad, de abstenernos de hacer demasiadas promesas y a educar a la siguiente generación. Y sobre todo, debemos meter mas de lo que sacamos. Citando al fallecido Richard Feynman (1988), "Nuestra responsabilidad es hacer lo que podemos, aprender lo que podemos, perfeccionar las soluciones y transmitir las a otros".

**Artículo aparecido en Earth in Space, Feb. 1991.
Pub. American Geophysical Union.**

RADIATIVIDAD BETA Y LA CENTRAL NUCLEAR DE LAG. VERDE
La Comisión Federal de Electricidad, con apoyo del Instituto de Geofísica de la UNAM, está llevando a cabo toda una serie de análisis de los datos de las estaciones meteorológicas ubicadas alrededor de la Central Nuclear y también está midiendo la radiactividad beta total en partículas atmosféricas. Todo esto tiene por objeto el establecer un sistema de control para el monitoreo de radiactividad natural que será usado cuando la planta nucleoelectrónica entre en operación.

LA INGENIERIA Y EL CLIMA
Diferentes investigadores en el área de las Ciencias de la Atmosfera son de la opinión de que algunos factores del clima pueden ser cambiados intencionalmente introduciendo grandes cantidades de gases en la atmósfera. Este cambio podría ser positivo para el planeta si se hace en forma adecuada. Actualmente están en estudio diversos programas que intentan predecir teóricamente el cambio generado en el clima terrestre al inyectar grandes cantidades de ciertos gases en la atmósfera. Este aspecto ha cobrado importancia al detectarse el adelgazamiento de la capa de ozono atmosférico en los polos y según algunos investigadores es factible regenerar la capa por medios artificiales. Todos estos aspectos están originando una serie de proyectos que se enmarcan en la denominada Ingeniería Climática.

EFECTO DE MOVIMIENTOS NORMALES AL PLANO DE FALLA EN LA RADIACION DE LAS ONDAS P Y S.

R.R. Castro¹, J.G. Anderson² y J.N. Brune²

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

Av. Espinoza No. 843, Ensenada, B.C. México

²Seismological Laboratory, Mackay School of Mines

University of Nevada, Reno, Nevada 89557 U.S.A.

Modelos numéricos de dislocación basados en la formulación de Haskell (1969) son usados para estimar el efecto de movimientos normales al plano de falla en la radiación de las ondas P y S. Modelamos inicialmente una falla rectangular plana con asperezas distribuidas aleatoriamente en el plano de falla. En este modelo la magnitud del movimiento normal se prescribe. Encontramos que movimientos normales con amplitudes menores del 10 % de la amplitud del deslizamiento de la falla pueden incrementar el cociente espectral P/S por un factor de hasta 5 veces. También consideramos un sistema de fallas en echelon en el cual la geometría de las fallas introduce un movimiento de dilatación durante el proceso de ruptura. Para este modelo, cuando el plano de falla diverge un ángulo de 10°, la componente normal de desplazamiento es del orden de 17 % del deslizamiento permanente de la falla.

INTRODUCCION

Diversos estudios de mecánica de rocas (Roches y Lockner, 1990) y recientes estudios experimentales realizados con modelos de hule espuma (Brune, Johnson y Slater, 1989) indican que movimientos normales al plano de falla juegan un papel importante en el proceso de ruptura. Movimientos de dilatación que ocurren durante la ruptura de fallas también han sido documentados ampliamente. Por ejemplo, Segall y Pollard, (1983) han observado que fracturas de dilatación tienden a formarse cerca de los extremos de fallas de movimiento lateral. Generalmente estas fracturas secundarias de tensión se forman para acomodar desplazamientos laterales de fracturas principales. Fallas secundarias asociadas con fallas de movimiento lateral también pueden ser sujetas a tensión durante el proceso de ruptura. Otro mecanismo que puede propiciar movimientos normales al plano de falla son las variaciones de el coeficiente de fricción, ya que esto puede provocar vibraciones verticales durante el deslizamiento de las fallas.

El objetivo de este trabajo es analizar el efecto de movimientos normales al plano de falla en la radiación

de las ondas de cuerpo mediante el uso de modelos cinemáticos de dislocación basados en la formulación de Haskell (1969).

EFECTO DE LOS MOVIMIENTOS NORMALES EN LA RADIACION DE LAS ONDAS DE CUERPO

Dado que fallas de dilatación tienden a emitir mayor energía en forma de ondas P que fallas de tipo cortante (Haskell, 1964), movimientos normales al plano de falla tienden a incrementar el cociente de las amplitudes entre P y S. Del análisis espectral de eventos registrados por la red acelerográfica de Guerrero (Castro, Anderson y Brune, 1991a) hemos observado que varios registros muestran amplitudes espectrales de las ondas P mucho mayores de lo que predecirían modelos simples de dislocación. En muchos registros encontramos que la frecuencia de esquina de las ondas P tiende a ser mayor de la de las ondas S y además en muchas ocasiones las amplitudes espectrales de las ondas P igualan y algunas veces rebasan las amplitudes de S para frecuencias mayores de la frecuencia de esquina. Es claro que existen varios factores, además de el mecanismo de ruptura, tales como la atenuación y la respuesta del sitio los cuales también pueden producir efectos similares.

El objetivo de este estudio es considerar modelos simples en los cuales los efectos de la trayectoria son ignorados. De esta manera analizamos si los efectos de la fuente pueden reproducir los altos valores del cociente P/S observados de registros de temblores

MODELOS QUE INTRODUCEN MOVIMIENTOS NORMALES

La formulación de Haskell (1969) para un medio elástico, homogéneo e isotrópico es usado para calcular los desplazamientos de las ondas P y S resultantes cuando movimientos normales al plano de la falla se superponen durante el deslizamiento de la misma. Aunque existen diferentes mecanismos con los cuales

se pueden introducir movimientos normales durante la ruptura (Castro, Anderson y Brune 1991b), únicamente consideramos dos casos. En el primero usamos una falla plana la cual contiene celdas que rompen en forma aleatoria como fallas de dilatación. La falla se desplaza con un movimiento predominantemente tangencial. A la radiación resultante de las ondas P y S se superpone la radiación producida por los desplazamientos normales de las celdas. La falla tiene una inclinación de 15° , una longitud de 3 km y un ancho de 1 km. El plano de la falla la dividimos en 21 celdas las cuales se disparan en forma aleatoria durante el tiempo que tarda la falla en alcanzar su máximo desplazamiento (durante los primeros 2 segundos). La falla tiene un desplazamiento permanente de 10 cm y las celdas se desplazan 1 cm en la dirección normal a la falla.

La figura 1 muestra el cociente espectral P/S obtenido para un punto de observación situado a 130 km de la falla y a un azimuth de 60° antes de superponer los movimientos normales (línea discontinua) y después de superponerlos (línea continua). Es interesante notar que el cociente P/S incrementa un factor de entre 1.3 y 5.5 veces para frecuencias mayores de 1 Hz.

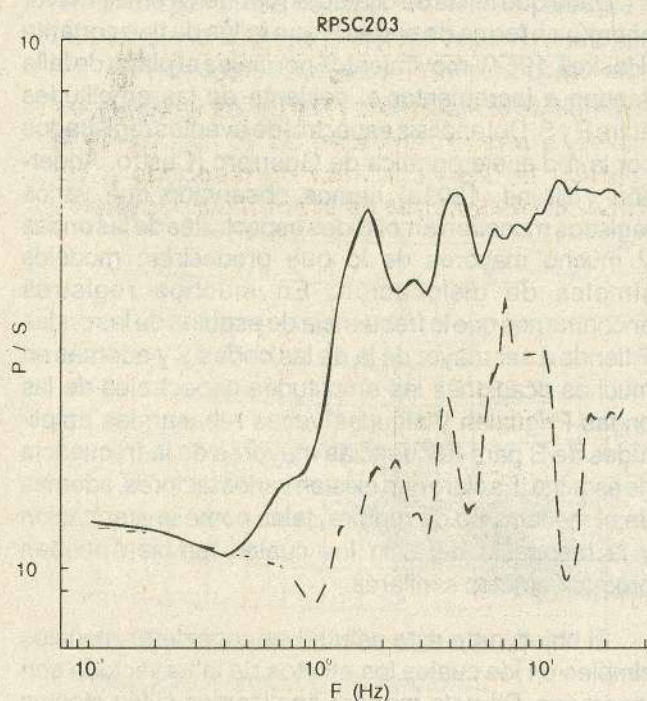


Figura 1. Cociente espectral P/S obtenido para un punto de observación situado a 120 km de distancia y un azimuth de 60° . La línea discontinua muestra los valores de P/S después de superponer desplazamientos normales al plano de falla.

Otro modelo para el cual analizamos el efecto de los movimientos normales en la radiación de P y S es el caso de un sistema de fallas en echelon en el cual fallas de movimiento lateral izquierdo inducen un movimiento

de dilatación en la unión de las mismas (ver figura 2). La ruptura se inicia en F_1 . Cuando el frente de ruptura llega a F_2 , el vector de desplazamiento se descompone en una componente tangencial y en una normal al plano F_2 . La componente normal depende del ángulo de divergencia del plano F_2 y de la magnitud del desplazamiento transferido. Cada segmento del sistema de fallas considerado (figura 2) tiene una longitud de 12 km y un ancho de 6 km. El plano F_2 forma un ángulo de 10° con respecto al plano F_1 . Usamos una rampa como función de tiempo de la fuente con un desplazamiento máximo de 25 cm y un tiempo de disparo de 7.8 segundos. El desplazamiento transferido al plano F_2 tiene una componente tangencial de 24.6 cm y una normal de 4.34 cm (17 % del desplazamiento total). Calculamos el cociente espectral P/S para puntos de observación situados a una distancia de 200 km y diferentes azimuths. Cuando comparamos este cociente con el cociente obtenido usando una falla plana de dimensiones comparables, encontramos que el incremento en el cociente P/S no es uniforme y que además existe una dependencia entre el cociente P/S, el azimuth y la frecuencia.

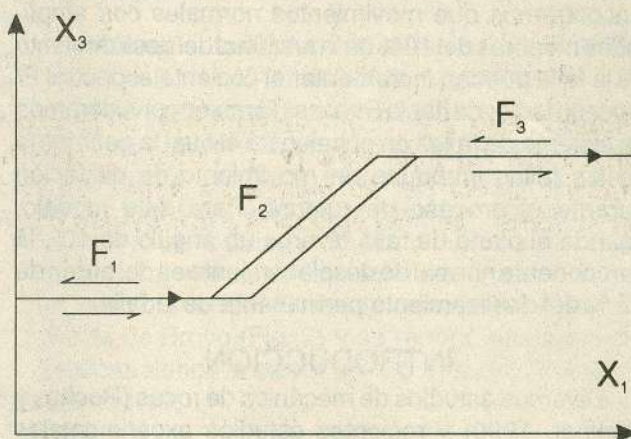


Figura 2 Sistema de fallas en echelon en el cual fallas de movimiento lateral izquierdo (segmentos F_1 y F_3) inducen un movimiento de dilatación cuando el deslizamiento del segmento F_1 se transfiere al segmento F_2 .

CONCLUSIONES

Basados en el análisis de modelos cinemáticos de dislocación, encontramos que movimientos normales al plano de falla del orden de 10 % del desplazamiento permanente de esta puede producir un incremento en el cociente P/S del orden de hasta cinco veces. Para el caso de sistemas de fallas en echelon, el desplazamiento que se transfiere a las fallas secundarias puede tener una componente normal de entre 10 y 18 % del desplazamiento total de la falla, cuando las fallas secundarias divergen un ángulo de entre 6° y 10° .

BIBLIOGRAFIA

- Brune, J.N., P.A. Johnson and C. Slater (1989). Constitutive relations for foam rubber stick-slip, *Seis. Res. Lett.* 60, 26.
- Castro, R.R., J.G. Anderson, and J.N. Brune (1991a). Origin of high P/S spectral ratios from the Guerrero accelerograph array, *Bull. Seism. Soc. Am.* (en prensa).
- Castro, R.R., J.G. Anderson, and J.N. Brune (1991b). P and S-wave displacements from kinematic dislocation models, *Bull. Seism. Soc. Am.* (enviado).
- Haskell, N.A. (1964). Total energy and energy spectral density of elastic wave radiation from propagating faults, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 54, 1811-1841.
- Haskell, N.A. (1969). Elastic displacements in the near-field of a propagating fault, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 59, 865-908.
- Reches, Z., and D. Lockner (1990). The nucleation and growth of faults in brittle rocks, *Science*, submitted.
- Tsegall, P. and D.D. Pollard (1983). Nucleation and growth of strike-slip faults in granite, *J. Geophys. Res.*, 88, 555-568.

AGRADECIMIENTO

La nota referente a los datos biograficos del Dr. Manuel Maldonado Koerdell, aparecida en el numero 2 del presente volumen del Boletin, fue posible gracias a la informacion proporcionada por la Maestra Piedad Dector de la Unidad de Indicadores de Productividad Cientifica de la Coordinacion de Ciencias de la UNAM. Esta unidad cuenta con mas de 900 biografias de investigadores mexicanos. Damos las gracias a esta unidad de informacion por la ayuda prestada.

APOYO PARA VIAJE A LOS E.U.A.

A los miembros de la Union Geofisica Americana que residen en Mexico, se les podra apoyar con \$ 3000 U.S. para asistir a alguno de los congresos de la AGU y a una visita corta (un mes) a alguno de las universidades de Estados Unidos. Para informacion y solicitud favor de contactar a: AGU, Members Program. 2000 Florida Avenue N.W. Washington D.C. 20009 USA. Tel. 202 462 6900 Fax 202 328 0566. La fecha limite para entregar solicitudes que incluyan la reunion de diciembre, en San Francisco Cal., es el primero de mayo de 1992.

¿Hubo de veras un big bang?

Silvia Bravo

*Departamento de Física Espacial
Instituto de Geofísica, UNAM*

La Teoría del Big Bang

La teoría de la gran explosión, o big bang, fue sugerida por Gamow en 1946 y surgió como resultado de una observación muy interesante. En 1929, Hubble, descubrió que las líneas espectrales emitidas por algunas galaxias estaban corridas hacia longitudes de onda mayores; esto es lo que se conoce como corrimiento al rojo. Motivado por este primer descubrimiento, inició un análisis detallado y cuidadoso de los espectros emitidos por los cuerpos estelares y encontró que el corrimiento al rojo era una característica general y descubrió también lo que ahora se conoce como la Ley de Hubble: que la magnitud del corrimiento al rojo no es la misma para todos los cuerpos celestes, sino que depende de la distancia a la que se encuentran de la Tierra; esto es, la luz emitida por los cuerpos más lejanos está más enrojecida.

Suponiendo que el medio que la luz atraviesa desde su fuente hasta la Tierra está esencialmente vacío, no hay ninguna razón para esperar que la luz emitida cambie su frecuencia en el camino, por lo que la suposición más razonable consistió en adjudicar a las fuentes luminosas un movimiento de recesión respecto a la Tierra. En el caso en que una fuente luminosa se aleja del observador, las ondas de luz emitidas se "estiran" y por lo tanto su frecuencia baja y su color se corre hacia el extremo rojo del espectro electromagnético. Este efecto se conoce como el efecto Doppler y de forma semejante implica que la luz emitida por una fuente luminosa que se acerca al observador se correrá hacia el azul. Las observaciones astronómicas muestran siempre corrimientos generales hacia el rojo, por lo que fueron interpretadas como que todos los objetos estelares se están alejando velozmente de la Tierra. Dado que el corrimiento al rojo es mayor para la luz de los objetos más distantes, esto implicaría que la velocidad con que los cuerpos celestes se alejan de la Tierra aumenta con la distancia y los objetos más lejanos se alejan más rápidamente.

Como es absurdo suponer que la Tierra representa un centro de expansión universal, se dió la interpretación, más racional, de que todo el Universo se está expandiendo, y de que todos los cuerpos se están alejando de todos los demás. De esta manera, si hiciéramos las observaciones desde cualquier otro punto del espacio que no fuera nuestro planeta, veríamos la misma situación. Para poder visualizar esta expansión, es común sugerir al lector que se imagine un pan de pasas que se infla en el horno mientras se cuece, con lo que las pasas se encontrarán cada vez más separadas unas de otras.

La imagen del Universo en expansión implica, por supuesto, que el tamaño del Universo está creciendo constantemente y por lo tanto implica también que antes el Universo era más chico. Así, basándonos en las velocidades de expansión observadas, podemos calcular cuánto tiempo hace que toda la materia del Universo se encontraba junta. Como a partir de entonces el Universo comenzó a expandirse, se habla de que en ese tiempo ocurrió una gran explosión, o big bang, de la cual nació el Universo que ahora conocemos. El cálculo del tiempo transcurrido desde el big bang arroja un valor de aproximadamente quince mil millones de años y entonces decimos que nuestro Universo nació hace aproximadamente quince mil millones de años como resultado de una gran explosión. Que la génesis de nuestro Universo haya tenido lugar en esta forma no es una idea fácil de aceptar y aunque algunos científicos se pusieron entusiastamente a tratar de elaborar la teoría, completa y detallada, de esta gran explosión, para la mayoría resultaba una cuestión demasiado exótica. Sin embargo, la teoría rival de un "universo estacionario" encontraba muy difícil explicar este corrimiento al rojo.

Posteriormente, apareció en el camino otra observación que vino a brindar apoyo a la teoría de la gran explosión desde otro frente. Esta consistió en el descubrimiento de la radiación de fondos en microondas que se observa proveniente de todas direcciones y que

reproduce muy cercanamente la curva de evicción de un cuerpo negro a una temperatura de 2.7qK. Este descubrimiento, hecho por Penzias y Wilson en 1965, fue interpretado por Dicke, Peebles y otros científicos como otra evidencia adicional de la gran explosión. Según los cálculos llevados a cabo para describir la evolución del Universo a partir del big bang, una radiación de fondo de este tipo debería esperarse en nuestros días como el residuo de aquella gran explosión de hace quince mil millones de años. Después de este segundo descubrimiento a favor de la idea del big bang, el número de escépticos disminuyó prácticamente a cero, aunque a algunos científicos tal proposición y todas sus consecuencias siguieron pareciéndoles absurdas.

Lo que pasará con el Universo en el futuro, dentro del marco de la teoría del big bang, es incierto. Según la teoría, si existe una cantidad suficiente de materia, la expansión se detendrá después de un cierto tiempo y el Universo empezará a contraerse. Esta contracción lo llevará finalmente a un estado de presión insostenible y nuevamente estallará, repitiendo siempre el proceso. Así pues, si la masa del Universo es suficientemente grande, esto nos indicará que el Universo ha estado y seguirá estando eternamente, en estados sucesivos de expansión y contracción, y que simplemente resulta que nos tocó vivir en una época avanzada de uno de sus estados de expansión. Si, por otro lado, la masa del Universo no es suficiente para detener la expansión e invertir el movimiento, el Universo se seguirá expandiendo cada vez más lentamente, por toda la eternidad. Hasta ahora, las observaciones sugieren que la materia que hay en el Universo es mucho menor que la requerida para que el proceso de expansión se invierta, pero como esta posibilidad no es nada atractiva, se ha propuesto que el Universo tiene en realidad más masa de la que podemos observar y que existe una gran cantidad de "materia oscura" que finalmente "cerrará" (éste es el término que se usa) al Universo. Muchos esfuerzos teóricos y observacionales se han hecho en los últimos años para lograr una teoría más satisfactoria que reconcilie la idea de una gran explosión original con las observaciones y con la idea de la cerradura del Universo, pero hasta la fecha, a pesar del despliegue tan extraordinariamente rico de imaginación que se ha manifestado, tal teoría todavía no existe.

Hace algunos años, el sueco Hannes Alfvén, ganador del premio Nobel de Física, acuñó el término Universo de plasma para designar al mismo Universo que ya conocemos, pero haciendo énfasis en el hecho de que el 99% de la materia que lo constituye está en estado de plasma, es decir, se encuentra ionizada. Este hecho, aunque conocido desde hace ya bastante tiempo, ha sido en general minimizado y el que la materia del Universo esté ionizada y sea altamente conductora de corrientes eléctricas y sumamente sensible a los campos electromagnéticos no se ha tomado

muy en cuenta en los modelos físicomatemáticos del Universo. La principal razón de ello es que la introducción de las fuerzas electromagnéticas complica enormemente las ecuaciones de trabajo, además de que estas fuerzas son, en general, muy difíciles de conocer. Pero, por otra parte, ha existido también el prejuicio de que las correcciones introducidas a las imágenes generales serían, de todas maneras, muy pequeñas.

Sin embargo, en los últimos años, las observaciones astronómicas en longitudes de onda muy largas (ondas de radio) y muy cortas (ultravioleta, rayos X y rayos gamma), unidas a las simulaciones del Universo tomando en cuenta su estado de plasma (las cuales han sido posibles gracias a las supercomputadoras actuales) muestran una imagen muy diferente (que nos ha obligado a revisar nuestra imagen del Universo). Esta revisión desafía muchas de las ideas y teorías que se construyeron en la época en que sólo estaba disponible la información sobre el Universo óptico, esto es, aquella que nos llega en forma de luz visible. En particular, tanto la radiación de fondo en microondas como el corrimiento al rojo de la luz que viene de objetos celestes distantes es posible que tengan otra explicación distinta de la gran explosión cosmogénica.

El Universo en Plasma

Como ya mencionamos, ni en la teoría del "estado estacionario" ni en la de "la gran explosión" se ignora que la materia está en estado de plasma, pero en ninguno de estos modelos se toman en cuenta las fuerzas electromagnéticas. Además, dado que la materia en el espacio interestelar e intergaláctico está muy enrarecida, estos medios han sido considerados como esencialmente vacíos. Sin embargo, las observaciones y modelaciones de los plasmas espaciales han mostrado que éstos pueden ser altamente dinámicos y capaces de generar fenómenos de escalas e intensidades incompatibles con la idea de un vacío. En los últimos años, el tremendo poder de las supercomputadoras ha hecho posible llevar a cabo cálculos tridimensionales completos, tomando en consideración tanto las fuerzas electromagnéticas como las gravitacionales en los plasmas que llenan el espacio y en aquéllos que constituyen los cuerpos estelares. Estas simulaciones han mostrado que un Universo lleno de plasma que interactúa tanto gravitacional como electromagnéticamente se comporta de manera fundamentalmente distinta a la de un Universo de cuerpos celestes separados por un vacío e interactuando solo en forma gravitacional. La principal diferencia surge por el hecho de que las fuerzas electromagnéticas son 39 órdenes de magnitud más intensas que las fuerzas gravitacionales, como se puede ver al comparar la atracción gravitacional entre dos electrones con su repulsión eléctrica.

Hasta ahora, los modelos generados en computadora que toman en cuenta la sensibilidad del plasma a las fuerzas electromagnéticas han podido reproducir con éxito tanto la intensidad de la radiación detectada proveniente de radiogalaxias distantes y cuasares, como de los complejos patrones de radio mapeados por los radiotelescopios. La ciencia del plasma también predijo la existencia de una estructura helicoidal de plasma de cientos de años luz de largo en el centro de nuestra Vía Láctea. En el verano de 1984, usando el Very-Large-Array (el más potente radio telescopio del mundo, el cual se encuentra en Nuevo México) los científicos descubrieron este plasma magnetizado en el centro de nuestra Galaxia. El plasma está estructurado en filamentos helicoidales con una longitud de cientos de años luz y excede en tamaño a todo lo que antes se había pensado como posible para las estructuras de materia organizada. Actualmente, los campos magnéticos en las galaxias constituyen una de las áreas de más rápido crecimiento en la investigación astrofísica y el Universo de plasma empieza a tomar color.

El corrimiento al Rojo en el Universo de Plasma

Como ya mencionamos arriba, la teoría del big bang y toda la cosmología moderna se basa en la creencia de que esencialmente todos los corrimientos hacia el rojo observados en la luz emitida por los cuerpos estelares son causados por efecto Doppler. Sin embargo, desde hace ya varios años se ha empezado a cuestionar esta interpretación al igual que la ley de Hubble, a pesar de que la confianza en esta ley ha sido tan grande, que es la herramienta más usada para determinar las distancias astronómicas: se mide el corrimiento al rojo en el espectro emitido por un objeto estelar y mediante la ley de Hubble se determina cuál es su distancia a nosotros.

Las fuentes de radio cuasiestelares, cuasares, descubiertas hace ya más de dos décadas, muestran un corrimiento al rojo tan grande que inmediatamente fueron colocadas en las regiones más distantes del Universo observable y, por supuesto, considerando que este corrimiento se debe a un efecto Doppler, les fue también adjudicada una velocidad enorme. Pero en las últimas décadas se han ido acumulando cada vez más evidencias de que esto probablemente no es así. No es extraño observar uno o varios cuasares cerca de algunas galaxias en las imágenes del cielo. Como las galaxias y los cuasares muestran corrimientos al rojo muy distinguidos, pareció lógico suponer que su cercanía era simplemente el efecto de la falta de perspectiva, pero que los cuasares están realmente cerca de estas galaxias, ambos tipos de objetos parecen pertenecer a un mismo sistema.

También se han encontrado ciertos grupos de galaxias donde hay una de ellas con un corrimiento al rojo diferente por muchos órdenes de magnitud a los de las demás del grupo. Inicialmente se pensó también que esta galaxia diferente estaba en el fondo y no pertenecía al grupo, pero ahora han surgido evidencias de que las galaxias diferentes también pertenecen a los grupos. Por otro lado, se han observado también cuasares con corrimientos al rojo muy distintos uno del otro y que muestran evidencias de ser cuerpos cercanos asociados entre sí.

Recientemente, Emil Wolf, de la Universidad de Rochester, ha propuesto un mecanismo que hasta ahora no se había reconocido y que produciría también un corrimiento al rojo de la luz sin ser un efecto Doppler, esto es, sin implicar velocidades de recesión respecto al observador. Wolf sugiere que la frecuencia de la luz se puede correr hacia el rojo cuando ésta pasa a través de un medio dispersor en el cual el índice de refracción varía aleatoriamente tanto en el espacio como en el tiempo. De esta manera, la luz emitida puede ir cambiando su frecuencia en el camino aún cuando la fuente esté en reposo. Los resultados de los cálculos de Wolf muestran, además que el efecto general sería un corrimiento tipo Doppler a través de todo el espectro.

De esta manera, objetos muy cercanos entre sí e incluso asociados en un mismo sistema de cuerpos estelares, podrían tener diferentes corrimientos al rojo dependiendo de las características del material (plasma) que esté en su vecindad. Pero además, este mismo efecto abre la posibilidad de que todos los corrimientos al rojo que sí se ha podido corroborar que están asociados con la distancia a la que se encuentra el emisor, se deban también al efecto dispersor del plasma que llena el espacio que tiene que atravesar la luz emitida en su camino hacia la Tierra, el cual antes se consideraba vacío. Aún no se ha hecho ningún trabajo en este contexto, pero si resulta que los corrimientos al rojo observados en las emisiones electromagnéticas de los cuerpos estelares no se deben a un efecto Doppler, entonces ya no podremos seguir hablando de un Universo en expansión.

La Radiación de fondo en el Universo de Plasma

En 1988, Anthony L. Peratt, astrofísico del Laboratorio Nacional de Los Alamos, publicó un artículo en el que analiza el problema general de las teorías cosmológicas para el Universo de plasma y, en particular, comenta sobre la radiación de fondo en microondas. Según hace notar, entre todos los grandes éxitos descriptivos del Universo de plasma, aparece también en las simulaciones por computadora la emisión de una radiación de fondo que corresponde a la emisión de un cuerpo negro de muy baja temperatura. Esta

temperatura, según los modelos, es de 2° Kelvin, que es un valor muy cercano al correspondiente al de la radiación de fondo observada que es de 2.7°K

Como mencionamos al principio, la radiación de fondo cósmica también se ha considerado como una evidencia de la gran explosión. Sin embargo, en el Universo de plasma no es más que una manifestación de la presencia universal del plasma mismo. Podría pensarse que ambas posibilidades no se contradicen y que debe existir otra radiación de fondo equivalente a 2°K que se deba a la presencia del plasma y que la de 2.7°K es la que se debe al big bang. Sin embargo, solo se observa la de 2.7°K , y como incuestionablemente el plasma está ahí, es mucho más plausible esperar que

mejores simulaciones del Universo de plasma conduzcan al valor esperado.

La conclusión de todo esto es que las dos observaciones pilares de la teoría del big bang parecen encontrar explicaciones alternativas en los nuevos modelos astrofísicos que involucran a las fuerzas electromagnéticas. Por supuesto que es prematuro intentar desacreditar al modelo de la gran explosión basándose en los comentarios anteriores. Ciertamente se necesitan más cálculos teóricos, mejores simulaciones y mejores observaciones. Pero aquéllos que nunca pudimos aceptar semejante teoría, tenemos ahora una esperanza en los plasmas.

La capa de Ozono y el Clima

Los científicos han observado el significativo adelgazamiento de la capa de Ozono en la Antártida, y aún cuando este adelgazamiento está directamente asociado con la actividad química de los gases cloro-fluoro-carbonados que usa el hombre, parece haber otros efectos que ayudan a que la capa se adelgace rápidamente. Uno de estos efectos es la variación de temperatura en la estratósfera polar, ya que el enfriamiento también produce un adelgazamiento en la capa de ozono. Aún cuando este fenómeno está siendo estudiado, requiere de mayor esfuerzo para lograr dilucidar los diferentes factores que inciden en el adelgazamiento de la capa.

MODELACION DE CORRIENTES SOBRE LA PLATAFORMA CONTINENTAL FORZADAS POR EL VIENTO

Luis Fernando Zamudio López

Manuel López Mariscal

*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
Apdo. Postal 2732, Ensenada, B. C., 22800 México*

RESUMEN

El modelo numérico bidimensional de Chen y Wang (1990) ha sido extendido para incluir el gradiente de presión a lo largo de la costa ($\partial p/\partial y$) como un "forzamiento" externo que es calculado con el modelo lineal de ondas atrapadas a la costa (OAC).

El modelo que incluye $\partial p/\partial y$ como un forzamiento externo ha sido utilizado para simular los campos de temperatura y velocidad en la región del experimento CODE 2 (Norte de California). Los resultados del modelo han sido comparados con observaciones y con los resultados del modelo puramente bidimensional. La velocidad paralela a la costa simulada con el modelo extendido muestra mejoras significativas con respecto al modelo bidimensional.

I.- INTRODUCCION.

El viento es uno de los principales mecanismos de generación de corrientes sobre la plataforma continental. Uno de los estudios más completos sobre corrientes de baja frecuencia (períodos de unos 2 ó 3 días hasta unos 20 días) fueron los programas CODE 1 y CODE 2 (de sus siglas en inglés). Las observaciones de los experimentos CODE, que incluyen mediciones de viento, temperatura y corrientes, pueden ser de gran utilidad en la prueba y verificación de modelos numéricos de circulación costera.

Por otro lado, la teoría lineal de ondas atrapadas a la costa (OAC) es uno de los modelos que más ha contribuido a entender e interpretar correctamente las oscilaciones (nivel del mar y corrientes) de baja frecuencia sobre la plataforma continental. La teoría de OAC se ha extendido para estudiar movimientos forzados por el viento en un océano estratificado y con disipación mediante fricción en el fondo (Clarke y Van Gorder, 1986).

Chapman (1987), utilizando la teoría de OAC, modeló los campos de temperatura y velocidad en la

zona de los experimentos CODE. La comparación de los campos modelados con las observaciones, muestra buenos resultados al simular la velocidad paralela a la costa; sin embargo, la velocidad perpendicular a la costa y la temperatura no se comparan favorablemente con las observaciones. En base a esto, es de esperarse que la velocidad perpendicular a la costa y el campo de temperatura sean afectados por procesos físicos que no han sido incluidos en los modelos citados [v. gr. frentes de surgencia, la capa de mezcla (Chapman, 1987) y la advección del campo de densidad (Send et al., 1987; Rudnick y Davis, 1988)].

Por otro lado, autores como Wang (1982), Blumberg y Mellor (1987) y Chen y Wang (1990), han desarrollado modelos numéricos no lineales con los que se pueden estudiar los movimientos producidos por el viento sobre los mrgenes continentales. Chen y Wang (1990) utilizaron un modelo no lineal en dos dimensiones (profundidad y distancia perpendicular a la costa) para simular las corrientes y la temperatura durante CODE 2. Al comparar sus resultados con los datos, encuentran que su modelación de la velocidad perpendicular a la costa y del campo de temperatura es mejor que en el caso de OAC; sin embargo la velocidad paralela a la costa no es simulada muy bien. Los autores atribuyen este último resultado al hecho de no estar considerando el gradiente de presión a lo largo de la costa.

Los estudios lineales que utilizan la teoría de OAC y la simulación numérica de Chen y Wang (1990) parecen indicar que tanto la dinámica de la capa de mezcla y los frentes de surgencia, como el gradiente de presión a lo largo de la costa, son dinámicamente importantes en la determinación de las corrientes y la temperatura en la zona de los experimentos CODE. El modelo de Chen y Wang incluye los efectos de la capa de mezcla y de los frentes de surgencia pero no incluye variaciones a lo largo de la costa. Por lo tanto, es un objetivo de este trabajo incluir el gradiente de presión a lo largo de la costa ($\partial p/\partial y$) como un "forzamiento" en el modelo de Chen y Wang.

La idea básica consiste en calcular el gradiente de presión a lo largo de la costa utilizando la teoría de OAC y después incluirlo como un "forzamiento" adicional en el modelo bidimensional de Chen y Wang. Las ventajas de incluir $\delta p/\delta y$ como un forzamiento calculado a partir de otro modelo, son que no es necesario extender el modelo bidimensional a tres dimensiones, lo cual representaría un esfuerzo considerable, tanto para extender el algoritmo como para lograr correrlo en algunas de las computadoras disponibles. Además, obteniendo $\delta p/\delta y$ del modelo de OAC se evita tener que manejar las fronteras abiertas perpendiculares a la costa que tendrían que ser incluidas en un modelo de tres dimensiones.

II.- DESCRIPCION DEL MODELO.

El modelo de Chen y Wang (1990) consiste en un modelo de circulación de ecuaciones primitivas en dos dimensiones, acoplado con un modelo unidimensional (vertical) de la capa de mezcla. Las ecuaciones que se resuelven en el modelo de circulación son:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} - f v = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left[A_H \frac{\partial u}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[A_V \frac{\partial u}{\partial z} \right] \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + w \frac{\partial v}{\partial z} + f v = \frac{\partial}{\partial x} \left[A_H \frac{\partial v}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[A_V \frac{\partial v}{\partial z} \right] - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_0}{\partial x} \quad (2)$$

$$\frac{\partial p}{\partial z} + \rho g = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + w \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K_H \frac{\partial T}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[K_V \frac{\partial T}{\partial z} \right] + \frac{\partial I}{\partial z} \quad (5)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + w \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K_H \frac{\partial S}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[K_V \frac{\partial S}{\partial z} \right] \quad (6)$$

En estas ecuaciones x, y y z representan las coordenadas perpendicular y paralela a la costa y la coordenada vertical, respectivamente, u, v y w son las velocidades en las direcciones x, y y z , T es temperatura, S salinidad, p presión, ρ densidad, ρ_0 es la densidad promedio (constante), f es el parámetro de Coriolis, t es tiempo, g es la aceleración debida a la gravedad, A_H y A_V son los coeficientes de viscosidad turbulenta horizontal y vertical respectivamente, K_H y K_V son los coeficientes de difusión horizontal y vertical, I es la radiación solar incidente y $\partial p/\partial y$ es el gradiente de presión a lo largo de la costa, el cual se calcula en forma independiente utilizando el modelo de OAC.

Para resolver el sistema de ecuaciones anterior (1-6), se aproximan las derivadas espaciales mediante diferencias finitas centradas, las derivadas temporales con un salto de rana y la difusión se toma retrasada en el tiempo. Se utiliza una malla alternada y los modos externo e interno son tratados en forma

separada. Para calcular la densidad ρ se utiliza la temperatura (T) y la salinidad (S) utilizando la formula de Fofonoff (1962).

En el submodelo de capa de mezcla (que se acopla al modelo de circulación) se resuelven las ecuaciones horizontales de momento en la vertical. El propósito de este submodelo es proveer al modelo de circulación los coeficientes verticales turbulentos de viscosidad (A_V) y difusión (K_V), que reflejan la estructura vertical de la capa de mezcla.

III.- MODIFICACION DEL MODELO.

El término del gradiente de presión a lo largo de la costa $\partial p_0/\partial y$ se calcula utilizando el modelo de OAC, las características principales de este modelo son: (1) la componente del esfuerzo del viento a lo largo de la costa genera señales de baja frecuencia (menores que las inerciales), (2) se hace la suposición de ondas largas a lo largo de la costa. Bajo las dos consideraciones anteriores las ecuaciones de movimiento son resueltas expandiendo la presión de la siguiente manera:

$$p_0(x, y, z, t) = \sum_{n=1}^{\infty} F_n(x, z) \phi_n(y, t)$$

Aquí $F_n(x, z)$ representa la estructura modal de ondas libres la cual solo varía en las direcciones perpendicular a la costa (x) y vertical (z). $\phi_n(y, t)$ representa la amplitud modal, que tiene variaciones en la dirección paralela a la costa y en el tiempo. Detalles de la teoría de OAC pueden ser consultados en Clarke y van Gorder (1986).

IV.- RESULTADOS PRELIMINARES.

El modelo modificado (que incluye el $\partial p_0/\partial y$) fue utilizado para simular los campos de temperatura y velocidad en la región de los experimentos CODE 2 (Norte de California). En la Fig. 1 se muestra la condición inicial de temperatura y la batimetría utilizadas en el modelo. Los resultados del modelo han sido comparados con observaciones y con los resultados del modelo puramente bidimensional (Chen y Wang, 1990). Un ejemplo de lo obtenido se presenta en la Fig. 2.

En las figuras 2a, 2b y 2c se presentan las series de tiempo del campo de temperatura (T) y de las velocidades perpendicular (u) y paralela (v) a la costa, respectivamente, a una profundidad de 10 metros en la plataforma media (en 90 metros de agua). En las figuras 2a y 2c se puede ver que el modelo modificado (en lo sucesivo MMOD) reproduce mejor las observaciones que el modelo puramente bidimensional (en lo sucesivo MBID). En particular, la Fig. 2c muestra que el MMOD reproduce significativamente mejor a tanto en su valor medio como en las fluctuaciones. Esto

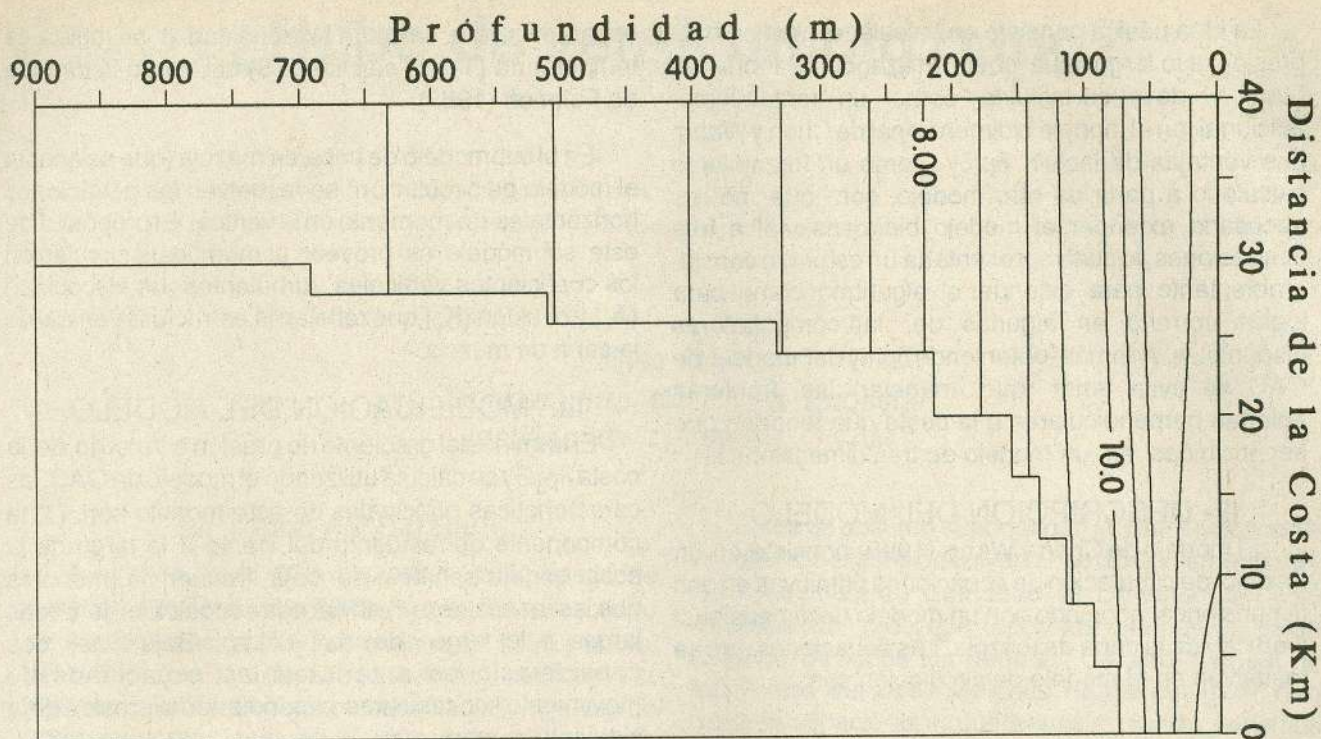


Figura 1 Distribución inicial de temperatura y batimetría del modelo. El intervalo de los contornos de temperatura es de 0.5°C

también se confirma con los coeficientes de correlación presentados en la tabla I. Para T, el aumento en los coeficientes de correlación es muy pequeño. De la gráfica 2b y de las correlaciones, también se ve que no se han obtenido resultados satisfactorios al modelar la velocidad perpendicular a la costa y que no hay mejoría al utilizar el MMOD.

LITERATURA CITADA.

- Blumberg, A. F. y G. L. Mellor, 1987: A Description of a Three-dimensional Coastal Ocean Circulation Model. En: "Three-Dimensional Coastal Ocean Models", Coastal and Estuarine Sci., vol 4. Editado por N. S. Heaps. pp 1-16. AGU, Washington, D. C.
- Chapman, D. C., 1987: Application of Wind-Forced, Long Coastal-Trapped Wave Theory Along the California Coast. J. Geophys. Res., 92, 1798-1816.
- Chen, D. y D.-P. Wang, 1990: Simulating the Time-Variable Coastal Upwelling During CODE 2. J. Marine Res., 48, 335-358.
- Clarke, A. J. y S. Van Gorder, 1986: A Method for Estimating Wind-Driven Frictional Time-Dependent, Stratified Shelf and Slope Water Flow. J. Phys. Oceanogr., 16, 1013-1028.
- Fofonoff, N. P., 1962: Physical Properties of Sea-Water, en "The Sea", Vol. 1, Editado por M. N. Hill, Wiley-Interscience, 3-30.
- Rudnick, D. L. y R. E. Davis, 1988: Mass and Heat Budgets on the Northern California Continental Shelf. J. Geophys. Res., 93, 14013-14024.
- Send, U., R. C. Beardsley y C. D. Winant, 1987: Relaxation from Upwelling in the Coastal Ocean Dynamics Experiment. J. Geophys. Res., 92, 1683-1698.
- Wang, D.-P., 1982: Development of a Three-Dimensional Limited-Area (Island) Shelf Circulation Model. J. Phys. Oceanogr., 12, 605-617.

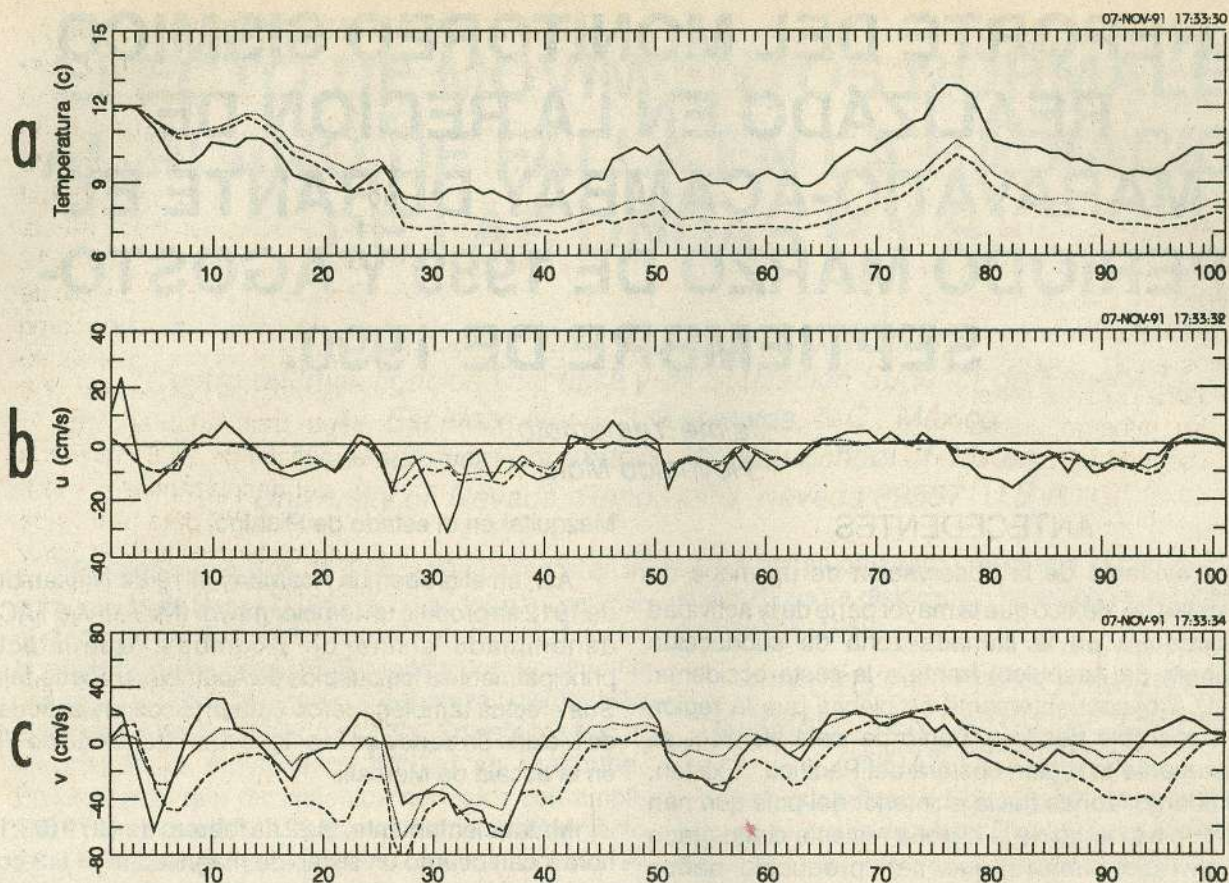


Figura 2. En a, b y c se presentan series de tiempo del campo de temperatura (T) y de las velocidades perpendicular (u) y paralela (v) a la costa, respectivamente, a una profundidad de 10 metros en la plataforma media (en 90 metros de agua). En cada gráfica la línea continua corresponde a las observaciones, la línea punteada a lo obtenido con MMOD y la discontinua es el resultado de MBID.

VARIABLE	MODELO UTILIZADO	COEF.DE CORRELACION
T	mmod	0.67
u	mmod	0.48
v	mmod	0.76
T	mbid	0.66
u	mbid	0.49
v	mbid	0.65

TABLA I Aquí T es temperatura, u es velocidad perpendicular a la costa y v es la velocidad paralela a la costa.

REPORTE DEL MONITOREO SISMICO REALIZADO EN LA REGION DE MARAVATIO-ACAMBAY DURANTE EL PERIODO MARZO DE 1989 Y AGOSTO- SEPTIEMBRE DE 1990.

*Jaime Yamamoto **

*Reynaldo Mota ***

ANTECEDENTES

Es evidente de la observación de un mapa de sismicidad de México que la mayor parte de la actividad se encuentra en la llamada zona de subducción (Trinchera de Acapulco) frente a la costa occidental (Fig. 1). Consecuentemente se piensa que la región más vulnerable desde el punto de vista sísmico, es precisamente la región costera del Pacífico. Existen, sin embargo, zonas hacia el interior del país que han mostrado a lo largo de la historia reciente cierto grado de actividad sísmica que han producido daños significativos en la región central, la más poblada del país.

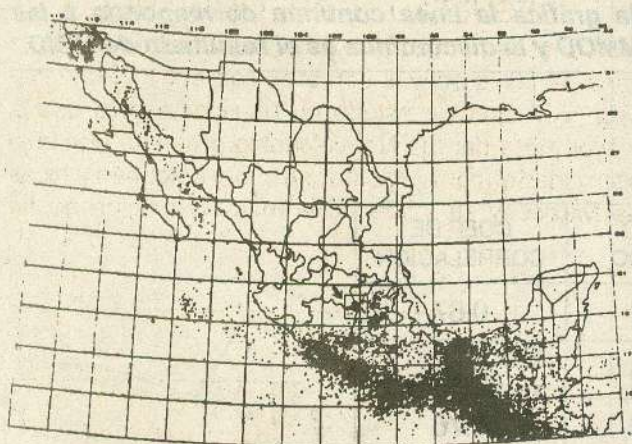


Figura 1 Sismicidad de México
Servicio Sismológico Nacional
Instituto de Geofísica UNAM
Compilado por Casiano Jiménez

Como ejemplo de esto, está la zona llamada del graben de Acambay, que actualmente sabemos es solo parte de un sistema de fallas que presentan evidencias de actividad reciente desde la ciudad de Morelia, Mich. hasta la región de Zimapán y Valle del

Mezquitital en el estado de Hidalgo.

Así, en el graben de Acambay el 19 de Noviembre de 1912 se produjo un temblor mayor ($M \approx 7.0$; 7.8 TAC), denominado sismo de Acambay, que afectó principalmente a los pueblos de Acambay u Tixmadejé. Sus efectos también fueron catastróficos en la ciudad de México en donde se le asignó una intensidad de VIII en la escala de Mercalli.

Más recientemente, el 22 de febrero de 1979 (03:16 hora local) ocurrió un sismo de magnitud $m_b = 5.3$ con epicentro aproximadamente a 35 km al oeste del de 1912, que causó daños moderados y gran alarma entre la población de Maravatío, Tlalpujahua, Contepec, Mich. y el Oro, estado de México. Inicialmente, el epicentro se localizó a 35 km al NE de Maravatío y posteriormente un estudio detallado (Aztiz, 1980) situó el evento principal 5 km al norte de la población de Venta de Bravo (Fig. 2) y se reportó una serie de 89 réplicas siendo la mayor ($m_b = 5.1$) la del 28 de febrero a las 21:19.

Tomando en consideración que la zona donde ocurrieron estos últimos eventos está reconocida como una zona de fallas activas (Suter et. al., 1990), se propuso un estudio de campo para tratar de determinar la posible relación de la actividad sísmica actual y las trazas de las fallas observadas en la superficie. Poder establecer esta correlación es importante para inferir el grado de deformación y la mecánica de ruptura que prevalece en la región, elementos fundamentales, estos últimos, para establecer el grado de peligrosidad sísmica de esta zona y su posible repercusión en la zona metropolitana de la Ciudad de México localizada a poco más de 110 km de distancia.

MONITOREO SISMICO

Con el propósito de establecer el nivel de actividad sísmica de fondo en la zona que resultó conmovida por los sismos de 1979, se realizó un primer monitoreo cubriendo el segmento de falla que aparentemente dió

* Instituto de Geofísica, UNAM

** Instituto de Geología, UNAM

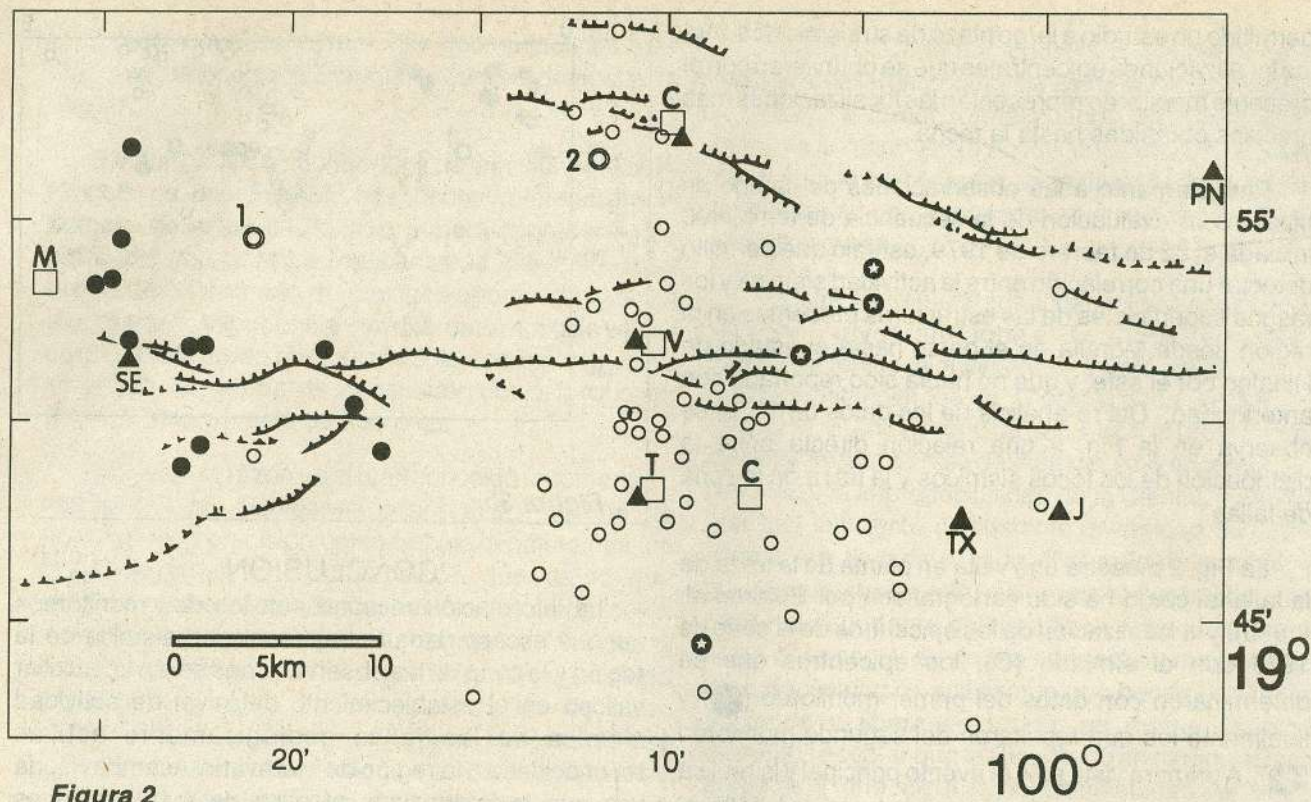


Figura 2

origen a la actividad de 1979, de acuerdo a un re-análisis de la secuencia de temblores hecha por uno de los autores (Mota, 1991).

Por limitaciones presupuestales, en esta primera etapa se situaron únicamente tres estaciones sismológicas en Santa Elena (5 km al SE de Maravatío), Venta de Bravo y Tlalpujahua, Mich., provistas cada una de un sismómetro vertical Ranger SS-1 ($T_0=1.0$ seg) y un registrador MEQ-800, que funcionaron sin interrupción durante tres semanas en marzo de 1989. Esta campaña estuvo financiada por la UNAM.

En esta primera etapa de monitoreo se registraron once eventos susceptibles de localizarse con bastante precisión (Fig. 2). los epicentros en su totalidad quedaron situados en la parte occidental de la zona de falla. Animados con este resultado se propuso un segundo monitoreo más prolongado y tratando de cubrir un área mayor, sobre todo hacia la parte oriental del segmento de falla de interés.

La segunda etapa de monitoreo se efectuó durante los meses de agosto y septiembre de 1990 con un total de aproximadamente 45 días de registro. Las estaciones, cuatro en total, se situaron en Contepec y Tlalpujahua, Mich. y dos mas inicialmente en Acambay y Tapaxco, estado de México, las cuales por conveniencia de operación fueron transferidas a Pueblo Nuevo y la Jordana, estado de México, respectivamente. Se operó simultáneamente en cada estación un

sismógrafo de registro analógico y uno de registro digital de 3 componentes.

RESULTADOS PRELIMINARES

Como se mencionó al principio de este reporte, la zona de fallas activas comprendida entre Maravatío, Mich. a Acambay, estado de México al igual que la mayor parte del Eje Neovolcánico presenta una baja sismicidad en comparación con otras regiones sísmicas de México y su inadecuada instrumentación no ha

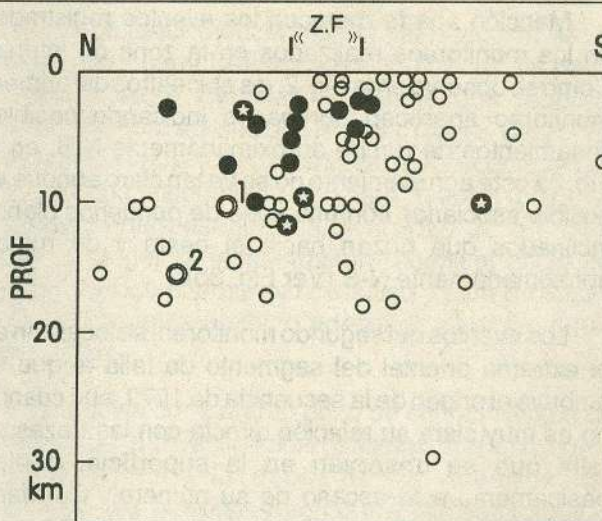


Figura 3a

permitido un estudio a largo plazo de su sismicidad. Así las localizaciones epicentrales que se obtuvieron con el presente monitoreo representan las localizaciones más precisas obtenidas hasta la fecha.

Paralelamente a las observaciones de campo se hizo una re-evaluación de la secuencia de temblores iniciada el 22 de febrero de 1979, estudio que permitió detectar una correlación entre la actividad sísmica y los rasgos superficiales de las estructuras presentes en la región desde Morelia en el oeste hasta el estado de Hidalgo por el este, y que no había sido reportada con anterioridad. Del re-análisis de los datos de 1979, se observa en la Fig. 2 una relación directa entre la distribución de los focos sísmicos y la traza de la zona de fallas.

La Fig. 2 muestra una vista en planta de la traza de la falla tal como ha sido cartografiada por Suter et al. (1990), y la localización de los epicentros de la serie de 1979 con el símbolo (O), los epicentros que se determinaron con datos del primer monitoreo (●) y finalmente los que resultaron del segundo monitoreo (★). A primera vista sólo el evento principal y la réplica mayor parecen tener relación con la traza de la falla, el resto de los eventos de la serie de 1979 muestran bastante dispersión.

En la Fig. 3a, corte vertical en dirección N-S, se confirma la aparente relación del evento principal y la réplica mayor con la zona de fallas, la posición relativa de estos dos eventos sugieren la existencia de un plano inclinado cuya extrapolación a la superficie coincide con la zona de fallas cartografiadas por otros autores, en la Fig. 3b (corte vertical en dirección E-W), en cambio se observa que los demás eventos de la serie sugieren la existencia de varios pequeños planos de rumbo aproximadamente N-S.

Mención aparte merecen los eventos registrados en los monitoreos realizados en la zona de interés. Como se observa en la Fig. 2, los epicentros del primero monitoreo aparecen agrupados indicando posibles lineamientos de rumbo aproximadamente N-S, en la Fig. 3a este agrupamiento no se ve tan claro aunque es posible asociarlos con una serie de pequeños planos inclinados que buzan hacia el oeste y de rumbo aproximadamente N-S (Ver Fig. 3b).

Los eventos del segundo monitoreo, se localizan en el extremo oriental del segmento de falla al que se atribuye el origen de la secuencia de 1979, aún cuando no es muy clara su relación directa con las trazas de falla que se observan en la superficie, debido básicamente a lo escaso de su número. Conviene hacer notar que el segundo monitoreo coincidió con un aparente período de tranquilidad en la región.

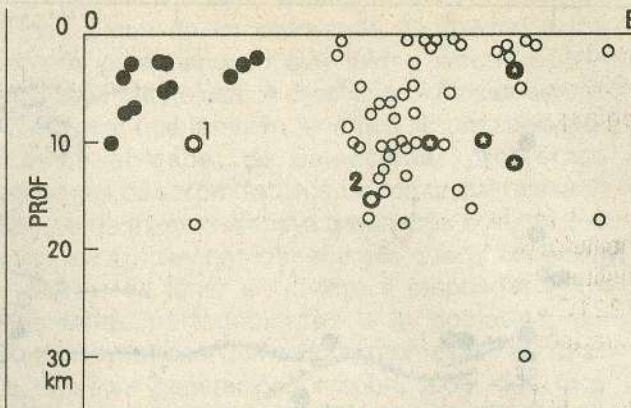


Figura 3b

CONCLUSION

La información recabada en los dos monitoreos aunque escasa dada la baja actividad sísmica de la región y lo corto de las observaciones serán un auxiliar valioso en el establecimiento del nivel de actividad sísmica de las fallas geológicamente activas reconocidas en la región de Maravatío-Acambay, toda vez que la información sísmica de esta región es bastante escasa. Una observación a largo plazo es conveniente para poder establecer con mayor grado de certidumbre los resultados antes anotados.

EXPLICACION DE LAS FIGURAS

Fig. 1.- Mapa de sismicidad de México. Cada punto representa un evento sin diferenciar magnitudes. El cuadro muestra la zona de interés.

Fig. 2.- Mapa que muestra la traza de falla en la zona Maravatío-Canchesdá, así como los epicentros de la secuencia sísmica iniciada el 22 de febrero de 1979 con el símbolo (O) donde sobresalen el evento principal (1) y la réplica de mayor magnitud (2). Los eventos localizados durante el monitoreo de marzo de 1989 se denotan con (●) y con (★) los registrados en el período agosto-septiembre de 1990. Los rectángulos indican las ciudades o pueblos importantes: M: Maravatío, C: Contepec, V: Venta de Bravo, T: Tlalpujahua, O: El Oro. Los triángulos indican estaciones sísmicas temporales: SE: Santa Elena, V: Venta de Bravo, C: Contepec, T: Tlalpujahua, PN: Pueblo Nuevo, TX: Tapaxco, J: La Jornada.

Fig. 3a. Corte vertical en dirección N-S, donde se muestra la localización de los focos sísmicos de la secuencia de 1979 (O) y los resultantes del monitoreo de 1989 (●) y de agosto-septiembre de 1990 (★). Para interpretación ver texto Z. F.: Ancho de la zona de traza de falla.

Fig. 3b. Corte vertical en dirección E-W, donde se muestra la localización de los focos sísmicos de la

secuencia de 1979, los resultantes del monitoreo de 1989 y de agosto-septiembre de 1990. Misma simbología que en la Figura 2.

RECONOCIMIENTOS

La presente investigación fue financiada por el Instituto de Geofísica, UNAM. (Proy.: 05-404-015), Instituto de Geología, UNAM y CONACYT (Proy.: P221CCON892316). Los autores expresan su agradecimiento a M. Suter por su apoyo.

BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

Mota, R. et. al. (1989) "Monitoreo sísmico en la zona de maravatío, Michoacán. Resultados preliminares. Reunión UGM. 1989, Cuernavaca, Mor.

Mota, R. y J. Yamamoto (1991) "Mecanismos de Ruptura en la Faja Volcánica Transmexicana" Mem. Conv. sobre la Evolución Geológica de México Pachuca, Hgo. Jun 23-28.

Suter, M. et. al. (1988) "Esfuerzo y deformación Contemporáneos en la parte central de la Faja Volcánica Transmexicana" Reunión UGM, 1988. Colima, Col. (Resumen S3.3, S3.4 y S3.5).

ACTIVIDAD SISMICA EN EL VOLCAN CHICHON

El Instituto de Ingeniería de la UNAM reportó que la red sismográfica instalada en la central hidroeléctrica Peñitas (cercana al Volcan Chichon, en Chiapas), detectó un fuerte enjambre sísmico durante junio - julio de 1987 y otro menos intenso durante octubre del mismo año. Esta actividad se piensa que puede estar relacionada con movimientos magmáticos subterráneos en el Volcan Chichon por lo que debe de aumentarse la vigilancia en este centro volcánico. El Volcan Chichon hizo una serie de erupciones sumamente intensas durante marzo y abril de 1982.

INFORME DE LABORES 1990-1991

La reunion de 1991 de la Union Geofisica tuvo como sede el centro de convenciones del hotel Fiesta Americana en Puerto Vallarta, Jalisco. Un total de 238 resúmenes fueron aceptados para ser discutidos en 16 mesas de trabajo: 2 de Exploración Geofísica, 4 de Sismología, 3 de Ciencias de la Atmósfera, 2 de Oceanografía, una de Tectónica, una de Vulcanología, una de Estudios Espaciales y Planetarios, una de Geotermia y una de Física y Química del Interior de la Tierra. El total de trabajos por áreas fue el siguiente:

Sismología	46
Oceanografía	41
Geohidrología, Geotermia y Expl. Geofísica	53
C. Atmosféricas y Est. Espaciales	53
Geol., Tectónica, Vulc., Geoquím., Paleomag.	39

Hubo diferentes trabajos invitados en la mayoría de las áreas, destacándose la presencia de los doctores: T. Hasenaka (Vulcanol.), E.E. Vera (Sismol.), I. Ferro (Est. Espac.), J. Solnes (Sismol.) y P. Lonsdale (Tectónica).

Debido a la gran cantidad de trabajos, el 40 % de ellos fueron programados para sesión cartel, con la modalidad de que se les asignaron tres minutos para resumir y anunciar su trabajo ante el auditorio de la mesa asignada. El 44 % de los trabajos fueron programados para presentación de 15 minutos y los trabajos invitados así como algunos otros considerados de interés general se les asignaron 30 minutos de exposición.

De especial interés resultaron las sesiones de Sismología referentes a la sismicidad en la república mexicana y los trabajos referentes a la zona de subducción de México. Resultaron interesantes también

las sesiones de Tectónica, Geotermia y la de Oceanografía referente, esta última, a la zona del Golfo de Baja California.

Las mesas redondas acerca de "El futuro de la Investigación en el Área de las Ciencias de la Tierra" y "Las Ciencias de la Tierra en la Educación" fueron muy concurridas. La primera fue abierta a debate con los puntos de vista de los doctores: J.M. Espindola, C. Lomnitz, S. Alvarez Borrego, M. Martinez, S. Bravo, G. Suarez y C. Gay. Los puntos propuestos y algunos de los aspectos resultantes de la discusión entre los asistentes están siendo redactados con objeto de elaborar un documento que será entregado al CONACYT.

La segunda mesa se abrió a debate con los puntos de vista de los doctores: M. Lavin, D. Salas de Leon, M. Martinez, F. Suarez, C. Gay, D. Novelo y Nuria Segovia. Al igual que en la anterior mesa descrita, se está elaborando un documento para ser entregado a la SEP. Ambos documentos estarán listos en el primer bimestre de 1992 y se darán a conocer antes de ser entregados a las respectivas dependencias, con objeto de dar tiempo a incorporar sugerencias de los miembros de la Unión.

Durante la asamblea, la cual tuvo una asistencia de 112 personas, el Dr. Mario Martinez presentó un breve informe de labores de la mesa directiva apuntando los siguientes aspectos:

a) Se imprimieron durante el periodo 90-91 un total de 9 boletines GEOS que contienen 24 trabajos (en los 7 números regulares) y 360 resúmenes correspondientes a los trabajos presentados en las reuniones de 1990 y 1991. Se hizo notar que el último número del volumen 11, correspondiente a 1991, está en prensa por lo que el boletín está al día en su edición.

b) Se promovieron y apoyaron dos cursos, uno de Vulcanología que se realizó en el Instituto de Geofísica - UNAM, en julio de 1991 y otro de Geofísica Marina que

se realizo en la Fac. de C. Marinas de la Univ. Aut. de Baja California en Ensenada, durante mayo de 1991. En cada uno de ellos participaron del orden de 10 especialistas dictando las conferencias y tuvieron una importante participacion de alumnos, mas de 50 el primero y cerca de 25 el segundo.

c) Aparte de las reuniones anuales regulares de la Union, se apoyo la Segunda Conferencia Latinoamericana de Geofisica Espacial, realizada en julio de 1991 y organizada por el departamento de Estudios Espaciales y Planetarios del IGF-UNAM. A este evento asistieron mas de 80 participantes provenientes de diferentes paises. La reunion se llevo a cabo en Cuernavaca, Morelos.

Se apoyó también la reunion de la IAGA: 10th Workshop on Electromagnetic Induction in the Earth, en la cual se presentaron casi 200 trabajos siendo el 95 % de ellos del extranjero. Esta reunion fue organizada por el departamento de Ciencias de la Tierra del CICESE en colaboracion con el IUGG. La reunion se llevo a cabo en Ensenada, B.C. durante agosto de 1990.

Se apoyó tambien la reunion técnica del International Committee for Tsunamies de la UNESCO, realizada durante septiembre de 1991 y organizada por una seccion del departamento de Oceanologia del CICESE. La reunion tambien fue llevada a cabo en Ensenada, B.C. y tambien tuvo una mayotitaria participación internacional.

d) Se informó que tanto la tesoreria como el directorio de miembros al corriente de sus cuotas fue reorganizado. Asi mismo, el estado legal de la Union ante la Secretaria de Hacienda fue regularizado y se nos asignó un nuevo registro federal de causantes. Ambos aspectos, tesoreria y directorio de miembros al corriente de sus cuotas, han sido publicados en los numeros regulares de boletin GEOS, de la Union.

Poco mas de un centenar de miembros estan al corriente de sus cuotas, y estamos siguiendo una politica mas agresiva para incorporar mas miembros a la Union. Gracias a las cuotas de los miembros se ha podido funcionar regularmente y tener apoyo secretarial, pues durante el periodo 90-91 no se ha contado con apoyo economico de ninguna especie. Las unicas instituciones que nos han apoyado han sido: CICESE, Instituto de Geofisica UNAM y Instituto de Ciencias del Mar y Limnologia UNAM.

e) Se llevo a cabo la creacion del premio nacional en Ciencias de la Tierra "Manuel Maldonado Koerdell". Dicho premio se instituyo para ser otorgado bianualmente y pretende ser un reconocimiento de la Union a la labor de investigacion llevada a cabo por los miembros de la misma. Para 1991, primera vez que se

entrega dicha distincion, los ganadores fueron los doctores Jaime Urrutia F. y Enrique Gomez Treviño. En ambos casos el reconocimiento se debe a su excelente nivel en investigación, a su participación en la formación de investigadores y a su amplia colaboración en las cuestiones internas de la Union Geofisica Mexicana.

El premio consistió en una cantidad en efectivo y la medalla Manuel Maldonado Koerdell. El nombre impuesto al reconocimiento por labores de investigacion fue propuesto por el Dr. Cinna Lomnitz, y tanto la biografia del Dr. M. Maldonado como la convocatoria y bases para otorgar el premio fueron publicados en el boletin GEOS.

Respecto a las votaciones llevadas a cabo para elegir a la nueva mesa directiva para el periodo 92-93, la nueva mesa quedo integrada en la siguiente forma:

PRESIDENTE	Dr. Carlos Gay (C. Atmosfera - UNAM)
VICEPRESIDENTE	Dr. Enrique Gomez T. (CICESE)
SECRET. GENERAL	M.C. Rene Garduño (C. Atmosf. UNAM)
TESORERO	M.C. Francisco Medina (IGF - UNAM)
SECRET. INVEST.	M.C. Luis Delgado (CICESE)
SECRET. DIFUSION	Dr. Cinna Lomnitz (IGF - UNAM)
SECRET. EDUCACION	Dr. Miguel Lavin (CICESE)

Respecto a asunto generales, se informó que el boletin GEOS esta recibiendo cada vez mayor cantidad de trabajos al igual que la Revista de la Union, Geofisica Internacional. Ambastienen material para llenar algunos números correspondientes a 1992. El Dr. Cinna Lomnitz informó, en su caracter de editor de la revista, que se estan recibiendo bastantes trabajos correspondientes a varios números especiales que saldrán en 1992, así tambien, se informo que es muy posible que la revista quede integrada al Citation Index. A su vez, Francisco Medina, editor del boletín GEOS, hizo notar que aun cuando el boletin esta publicando trabajos cortos de investigación, esto no obsta para que los diferentes miembros interesados puedan enviar comentarios, opiniones, informaciones especificas o de caracter general, etc., ya que el boletin esta abierto para publicar aspectos de caracter informativo, formativo, de difusión o de investigación. Si se estan publicando trabajos cortos de investigación se debe a que eso es lo que se está recibiendo.

Finalmente, no se decidió por ninguna sede para la reunión de 1992 ya que tocará a la nueva mesa directiva decidirlo. Los compañeros de la Univ. Aut. de Baja California Sur ofrecieron la sede así como también los compañeros de la Universidad de Guadalajara. Durante el primer trimestre de 1992 se dará a conocer la sede de la próxima reunión.

Respecto al estado financiero de la Unión se tiene el siguiente balance:

INGRESOS		EGRESOS	
SALDO ANTERIOR DIC - 1990	\$ 8'709,065	Gastos correo y DHL, envío GEOS, circulares, cartas etc.	\$ 1'327,575
Ingreso por membresías 1991	\$ 5'340,000	Gastos secretariales, mecanografía, tiraje mimeógrafo, etc.	\$ 4'135,000
Cuentas de 1990 por cobrar	\$ 6'117,558	Gastos papel, papelería, carpetas congreso, copias, etc.	\$ 2'964,394
Ingreso por cursos	\$ 1'140,000	Gastos impresión portadas GEOS y encuadernación GEOS	\$ 5'684,418
Ingresos por resúmenes 1991	\$ 5'500,000	Gastos invitados congreso, secretarías, transporte materiales, gastos varios congreso, etc.	\$ 4'553,487
Ingreso inscripción congreso 1991	\$19'117,358	Gastos alquiler equipo proyección	\$ 4'290,000
Ingreso por intereses 90 - 91	\$ 1'945,409	Gastos congreso: cena, café, servicios varios, etc.	\$13'903,565
TOTAL	\$47'869,390	Premios Unión Geofísica 1991	\$ 2'000 000
		TOTAL	\$38'858,439
		SALDO HASTA DIC 30 1991	\$ 9'010,951

AGRADECIMIENTO

La nota referente a los datos biográficos del Dr. Manuel Maldonado Koerdell, aparecida en el número 2 del presente volumen del Boletín, fue posible gracias a la información proporcionada por la Maestra Piedad Dector de la Unidad de Indicadores de Productividad Científica de la Coordinación de Ciencias de la UNAM. Esta unidad cuenta con más de 900 biografías de investigadores mexicanos. Damos las gracias a esta unidad de información por la ayuda prestada.

Recordamos a todos los miembros de la Unión que la cuota para 1991 es de \$60,000.00 (SESENTA MIL PESOS 00/100 M.N.), la cual dá derecho a recibir las revistas Geofísica Internacional y el Boletín GEOS.

Favor de hacer llegar su cuota a:

F. Medina
Instituto de Geofísica UNAM
Apdo. Postal 2681
Ensenada, 22800 B.C.

ó

J. M. Espíndola
Instituto de Geofísica UNAM
Cd. Univrsitaria
México, 04510 D. F.

Notificamos que a partir del Volúmen 29, correspondiente a 1990, la revista Geofísica Internacional cambiará de formato y que los editores serán Dr. Federico Sabina (IIMAS-UNAM) y Dr. Cinna Lomnitz (IGF-UNAM). Aprovechamos la oportunidad para alentarlos a enviar contribuciones, tanto a Geofísica Internacional como a nuestro Boletín Geos. Este último está abierto a toda información que deseen comunicar así como a sugerencias y comentarios que ayuden a fortalecer la Unión.

Con un cordial saludo.

M.C. Francisco Suárez
Secretario General.

RENOVACION MEMBRESIA UGM-1991

Nombre _____

Dirección _____

Institución _____

Tel.: _____

Adjunto ☐ Cheque pagadero a nombre de la Unión Geofísica Mexicana

☐ Giro Postal

MAESTRIA Y DOCTORADO EN GEOCIENCIAS

Los estudios de posgrado en Geociencias pueden llevarse a cabo en:

Mestría en Geofísica

Area: Tierra Sólida, Ciencias Atmosféricas y Espacio Exterior.
SEDE: Facultad de Ciencias, UNAM, Div. Estudios de Posgrado.
Requisitos: Grado de licenciatura en el área de Ciencias o Ingeniería.
Duración: 4 semestres para cubrir 72 créditos.
Informes: División Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias UNAM
Cd. Universitaria, México 04510, D. F.

Maestría y Doctorado en Geofísica:

Areas: Oceanografía Física, Ecología Marina, Sismología, Exploración Geofísica.
SEDE: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C.
Requisitos: Licenciatura en el área de Ciencias o Ingeniería.
Duración: 4 semestres (maestría), 6 - 8 semestres (doctorado).
Informes: CICESE, Av. Espinoza #843, Ensenada 22800, B. C.
Tel.: 91(667) 44501 - 05, Télex: 056539 CICESE, Fax: 91(667) 60761 y 44933.

Maestría y Doctorado en Geofísica

Areas: Geohidrología, Exploración Geofísica, Sismología y Física del Interior de la Tierra, Estudios Espaciales.
SEDE: Instituto de Geofísica, UNAM
Requisitos: Licenciatura en el área de las Ciencias o Ingeniería
Duración: 4 semestres (maestría), 6 - 8 semestres (doctorado)
Informes: Instituto de Geofísica, UNAM, Unidad Académica y Posgrado
Cd. Universitaria, México 04510, D. F.
Tel.: 91(5)5505364 y Fax: 91(5)5502486
