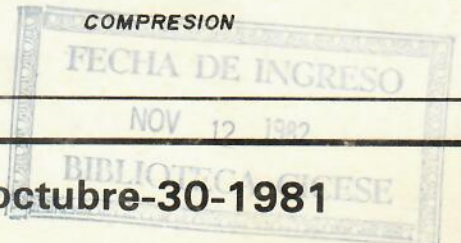
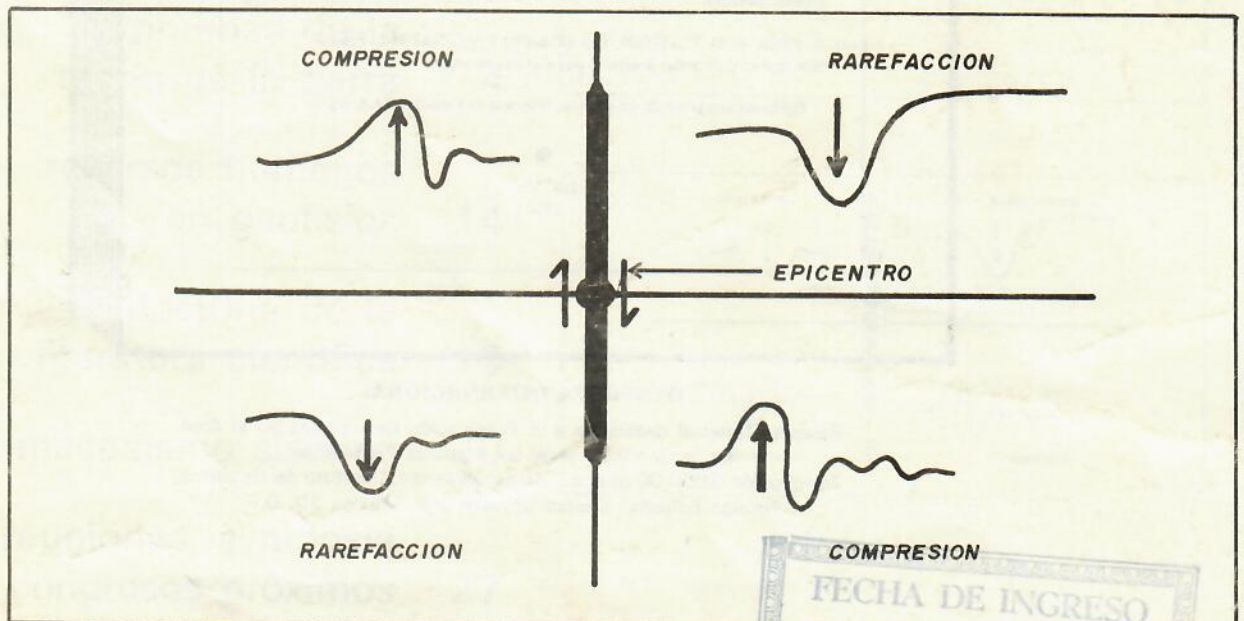
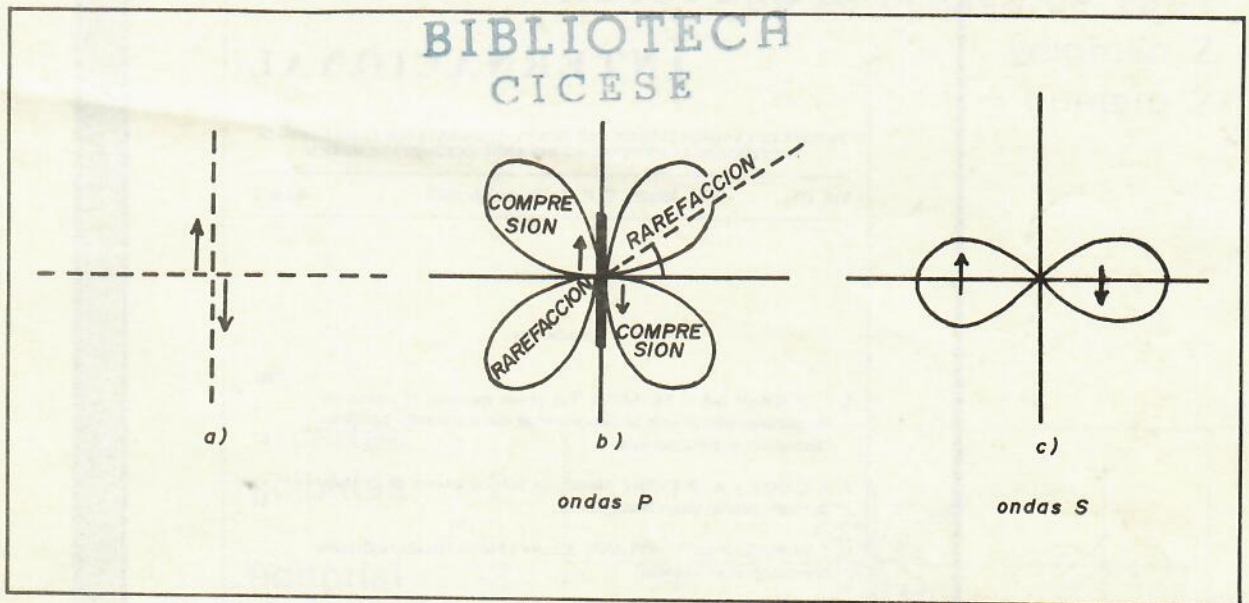


GEOS

boletín, época II
UNION GEOFISICA MEXICANA



cartas recibidas

Sr. Francisco Medina
Editor
Boletín Unión Geofísica Mexicana

Cinco nuevos mapas Tectónicos de Placas del Proyecto del Mapa de Circum Pacific han sido recientemente publicados por la American Association of Petroleum Geologists. Cubriendo más de la mitad de la superficie terrestre, estos mapas de color muestran placas activas lindantes, vectores del movimiento de placas, principales fallas interiores, epicentros sísmicos, actividad volcánica Holoceno y lineamientos magnéticos. Terrenos de acrecentaciones a lo largo de la margen del Pacífico están representados en la hoja Noroeste.

La serie de mapas básica del Proyecto de Mapas de Circum-Pacific consistiendo de cinco mapas en escala de 1:10 millones son: los Cuadrantes del Noroeste, Noreste, Sudeste y Sudoeste, y la región Artártica. Existe también un mapa de cuenca en escala de 1:20 millones. Mapas adicionales temáticos ahora en preparación incluyen los mapas Geológicos, Tectónicos, mapas de recursos de energía, mapas de recursos minerales y serie Geodinámica.

Los mapas Tectónicos de Placas se pueden solicitar a la Librería

AAPG, P.O. Box 979, Tulsa, Oklahoma 74101 al precio de \$8 cada uno o \$26 por los cinco mapas. También se encuentran disponibles mapas Geográficos de color a \$12 cada uno o \$30 por seis mapas y mapas blancos

Base con 2o. de grilla para el trazado de datos a \$6 cada uno o a \$20 por seis mapas. Estos mapas están enrollados y miden 52 por 40 pulgadas y pueden ser enviados en tubo con franqueo pago.

Se recuerda a todos los interesados en enviar una contribución, que ésta debe DIRIGIRSE A: **GEOS**, boletín de la **UGM** at'n. Francisco Medina Instituto de Geofísica, Cd. Universitaria Delegación Coyoacán 04510 México, D.F.

Las cuotas por concepto de inscripción a la **UGM** o renovación de la misma, para el año 1982, deben enviarse a: **Unión Geofísica Mexicana** At'n. Javier Otaola Instituto de Geofísica, Cd. Universitaria Delegación Coyoacán 04510 México, D.F.

El tiempo pasa con rapidez, desde la reunión de Manzanillo han transcurrido ya cinco meses y es necesario iniciar los preparativos para un nuevo Congreso Nacional. Entre los lugares propuestos figura el Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California, A.C., en La Paz, B.C. Hay varias razones por las que esta posibilidad tiene atractivo: existe ahí un grupo dinámico de investigadores que inicia actividades; es una provincia mexicana cuya integración a la actividad general del país se ha deseado siempre; y es un lugar hermoso. Particularmente significativo resultaría que el primer Congreso Nacional después de la reestructuración de nuestra Unión se efectuara en una ciudad que por sus características es símbolo del futuro mexicano. Las fechas, aún no definitivas,

podrían ser el próximo mes de octubre de 1982.

Para que la reestructuración de la Unión no se reduzca a una mera formalidad, se buscan nuevas formas de acción. Es bien sabido que la Geofísica en México, no ha recibido atención que corresponda a su importancia y el crédito que se le otorga no hace justicia ni a su potencialidad práctica, ni tampoco a su relevancia científica. A pesar del indudable progreso que se manifestó en el mes de mayo, con motivo de nuestro último congreso, el número de personas que deciden dedicarse a la Geofísica sigue siendo escaso y las disciplinas geofísicas no tienen el atractivo de otras ciencias. Por lo anterior, se ha acordado la creación de un premio a la investigación geofísica. Creemos que

esta es una buena forma de estimular la labor científica en nuestro campo. Además, la ceremonia de entrega sería ocasión propicia para exaltar los valores de la Geofísica en México.

Por el Comité Editorial

Ismael Herrera.

GEOS

pruebas de la teoría de la tierra

Artículo I: De la Formación de los Planetas (2a. Parte).

(La primera parte de este artículo apareció en el número 3 del Volumen 1 de este mismo boletín.)

Por Luis Leclerc Conde de Buffon (1745)

surcada pues la superficie del sol por la caída oblicua del cometa, desprendería este del cuerpo de aquel astro una parte de materia igual á $\frac{4}{650}$ de su masa total. Esta materia, que debe considerarse en estado de fluidez, ó por decirlo mejor, de licuefacción, formaría al principio un torrente; las partes mas abultadas y menos densas serían arrojadas á mayor distancia, mientras que las de menor volumen y mas densas no se alejarían tanto por no haber recibido mas impulso que aquellas, y debiendo retenerlas la fuerza atractiva del sol, todas las partes segregadas por el cometa, é impelidas unas por otras, debieron necesariamente circular al rededor del sol, y la atracción mutua de las partes de la materia debió al propio tiempo formar de ella á diferentes distancias varios globos, de los cuales los mas próximos al sol conservarían necesariamente mayor rapidez para circular despues sin interrupción en torno de aquel astro.

Replicarán algunos que si la materia de que se componen los planetas hubiese sido separada del cuerpo del sol, deberían aquellos sin duda estar encendidos y luminosos como el mismo sol, y no frios y opacos como en efecto lo están; pues nada semeja menos á aquel globo de fuego que un globo de tierra y agua, y juzgando comparativamente la materia de la tierra y de los planetas, es enteramente distinta de la del sol.

A semejantes réplicas se puede satisfacer con decir que en la separación hecha de las partículas mas ó menos densas, la materia mudó de forma, y la luz ó el fuego se apagaron mediante la separación causada por el movimiento impulsivo. A mas de esto, ¿deja de existir motivo para conjeturar que si el sol ó una estrella ardiente por su naturaleza y luminosa, se moviese con la misma velocidad que se mueven los planetas, acaso se extinguiría su fuego; por cuya ra-

zon sin duda todas las estrellas luminosas son fijas y permanecen siempre en un mismo paraje; y que las estrellas que llaman nuevas, las cuales probablemente han mudado de lugar, se han apagado á vista de los mismos observadores? Confirmase esto con lo que se ha observado en los cometas, los cuales deben arder hasta el centro cuando pasan por su perihelio; y sin embargo, no se hacen luminosos por sí mismos, y solamente se ve que exhalan vapores ardientes, de los cuales dejan gran parte en el camino.

Conozco que si el fuego puede existir en un medio en que hay poquísima ó ninguna resistencia, podrá tambien sufrir un movimiento velocísimo sin apagarse; y tambien que lo que acabo de decir no debe entenderse sino de las estrellas que desaparecen para siempre, pues las que tienen regresos ó apariciones periódicas y se manifiestan y ocultan alternativamente sin

pruebas de la teoría de la tierra

mudar de sitio, son muy diversas de las otras de que hablo. Los fenómenos de estos astros singulares han sido explicados de un modo muy convincente por Mr. De Maupertuis, en su Discurso sobre la figura de los astros; y me persuado que sentando por principios los hechos conocidos, no es posible adivinar mejor que aquel autor: pero las estrellas que han aparecido y ocultádose despues para siempre, es verosímil que se hayan apagado, ya sea por la velocidad de su movimiento ó por cualquiera otra causa; y no tenemos en la naturaleza ajemplar de que un astro luminoso circule al rededor de otro astro, siendo constante que de 28 ó 30 cometas y 13 planetas, que componen nuestro sistema y giran al rededor del sol con mas ó menos rapidez, no hay uno solo que sea luminoso por si mismo.

Pudiera aun responderse tambien que el fuego no puede subsistir tan largo tiempo en las masas pequeñas como en las grandes, y que, aunque los planetas debieron estar encendidos algun tiempo despues de separados del sol se apagaron por falta de materias combustibles, como se apagará probablemente el sol por la misma razon, aunque en edades futuras y tan dis-

tantes de los tiempos en que los planetas se apagaron, como su corpulencia dista de la de los planetas. De cualquier modo, la separación de partes mas ó menos densas, hecha necesariamente cuando el cometa segregó del sol la materia de los planetas, me parece suficiente para dar cuenta de la estincion de su fuego.

Al tiempo pues de salir del sol, la tierra y los planetas estaban encendidos y en estado de completa liquidez, cuya duracion fue igual á la de la violencia del calor que la habia producido. Enfriáronse por grados; y al tiempo de aquella alteración su figura y cuando su movimiento de rotacion haria elevar las partes del ecuador, deprimiendo los polos. Esta figura, que concuerda muy bien con las leyes de hidrostática, supone accesarariamente haber estado fluidos de la tierra y los planetas, en lo cual soy del parecer de Leibnitz (*); y siendo esta fluidez una verdadera licuación causada por la violencia del calor; el núcleo de la tierra debe ser una materia vitrificada, cuyos fragmentos y escorias son las arenas, la piedra arenisca, la

peña viva, los granitos, y acaso las arcillas.

Consiguiente á esto podemos creer con alguna verosimilitud que los planetas han sido parte del sol, habiendo sido separados de él por una sola percusión, la cual les imprimió el movimiento de proyeccion en un mismo sentido y sobre un mismo plano; y que su situación á diversas distancias del sol proviene únicamente de la diferencia entre sus densidades. Ahora falta explicar, por la misma teoría, el movimiento de rotacion de los planetas, y la formacion de los satélites; lo cual, lejos de añadir dificultades ó presentar como imposible nuestro sistema, parece mas bien contribuirá a confirmarle.

Es así que el movimiento de rotacion depende únicamente de la oblicuidad del choque, por manera que de todo impulso oblicuo en la superficie de un cuerpo cualquiera, deberá necesariamente seguirse un movimiento de aquella especie, que será igual y siempre uniforme cuando el cuerpo que le recibe es homogéneo: y desigual, si el cuerpo estuviese compuesto de partes heterogeneas, ó de diversa densidad. De esto se infiere que en cada planeta es homogé-

* Protegea, aut. G.G.L. act. Er. Lips. an. 1692.

pruebas de la teoría de la tierra

nea la materia, puesto que es igual su movimiento de rotacion; lo cual es una nueva prueba de la separacion de las partes densas y menos densas cuando se formaron los planetas.

Pero la oblicuidad de la percusion pudo ser tal que se separasen del cuerpo del planeta principal algunas pequeñas partes de materia, conservando la misma dirección de movimiento que el planeta. Estas partecillas se reunirían en tal caso, segun sus densidades, á diversas distancias del planeta, en virtud de su mutua atraccion; y al mismo tiempo necesariamente lo seguirían en su curso al rededor del sol, circulando ellas mismas en torno del planeta á poca diferencia en el plano de su órbita. Ya se deja entender que éstas pequeñas partes, segregadas por la oblicuidad del choque, son los satélites; y por tanto, vemos que la formacion, situacion y direccion de movimientos de estos están perfectamente acordes con la teoría, pues todos ellos tienen la misma dirección de movimiento en círculos concéntricos al rededor de su planeta principal; su movimiento se verifica en el mismo plano, y este plano es el mismo de la órbita del planeta. Tales efectos, en que todos ellos convienen y que

dependen de su movimiento de proyeccion, no pueden provenir sino de una causa general, esto es, de un impulso comun de movimiento que se les comunicó por un solo y único choque dado bajo cierta oblicuidad.

Preséntase mas probable lo que acabamos de decir acerca de la causa del movimiento de rotacion y de la formacion de los satélites, si atendemos á todas las circunstancias de los fenómenos. Los planetas que giran mas rápidamente sobre su eje son los que tienen satélites. La tierra circula con mas velocidad que Marte en razon de cerca de 24 á 15, y la tierra tiene un satélite, mientras que ninguno Marte, Júpiter, sobre todo, cuya rapidez al rededor de su eje es de 500 á 600 veces mayor que la de la tierra, tiene cuatro satélites; y hay grande apariencia de que Saturno, que tiene cinco y un anillo, circula todavía con mucha mas velocidad que Júpiter.

Tambien puede no sin fundamento conjeturarse que el anillo de Saturno está paralelo al ecuador de aquel planeta, de suerte que el plano del ecuador del anillo y el del ecuador de Saturno son los mismos con corta diferencia; por cuanto suponiendo,

conforme á la teoría precedente, que fuese muy grande la oblicuidad del golpe que puso en movimiento á Saturno, pudo ser tal en un principio la velocidad al rededor del eje resultante de aquel choque oblicuo, que la fuerza centrífuga escudiese á la de la gravedad, y separarse del ecuador del planeta y de las partes contiguas á él gran cantidad de materia, la cual necesariamente tomaria la figura de anillo, cuyo plano debe ser casi el mismo que el del ecuador del planeta; y habiendo sido separada del planeta en la proximidad del ecuador la materia de que se forma el anillo, Saturno quedó por lo mismo deprimido en igual proporcion debajo del ecuador; de la cual resulta, no obstante la rapidez que le suponemos al rededor de su eje, que los diámetros de aquel planeta pueden muy bien no ser tan desiguales como los de Júpiter, que difieren en mas de una undécima parte.

Aunque sea en mi concepto sumamente verosímil lo dicho hasta ahora sobre la formacion de los planetas y de sus satélites, como cada cual tiene su medida, sobre todo para apreciar probabilidades de semejante naturaleza, y esta medida depende de la capacidad del entendimiento para combinar analogías

pruebas de la teoría de la tierra

mas ó menos remotas; no pretendo hacer violencia á los que se resisten á creerlo. Mi designio es proponer estas ideas porque me han parecido razonables y propias para dar luz en una materia acerca de la cual nunca se ha escrito, sin embargo de ser asunto tan importante; puesto que el movimiento de proyeccion de los planetas forma á lo menos una mitad en la composicion del sistema del universo, que no puede esplicarse con sola la atraccion: así pues, solo añadiré para los que quieran negar la posibilidad de mi sistema, las preguntas siguientes:

1°. ¿No es natural imaginar que un cuerpo que se mueve ha recibido su movimiento del choque ó impulso de otro cuerpo?

2°. ¿No es muy probable que muchos cuerpos cuya direccion en sus movimientos es una misma, hayan recibido aquella direccion por uno ó muchos golpes dirigidos en un mismo sentido?

3°. ¿No es todavía mas verosímil que muchos cuerpos que tienen la misma direccion en su movimiento y cuya situacion está en un mismo plano, recibieron aquella direccion hácia una misma parte y aquella situacion en

un mismo plano, no por muchos golpes, sino por uno solo y único?

4°. ¿No es acaso muy factible que al mismo tiempo que un cuerpo recibe un movimiento de proyeccion, le reciba oblicuamente; y por consiguiente, que le sea forzoso circular sobre sí mismo con tanta mas velocidad cuanto haya sido mayor la oblicuidad del choque?

Si estas cuestiones no parecen extravagantes; tampoco podrá tenerse por absurdo el sistema cuyo bosquejo acabamos de dar.

Pasenos empero, abandonando el hilo de tales conjeturas, á otro punto que nos interesa mas; y examinemos la figura de la tierra, acerca de la cual se han hecho tantas investigaciones y observaciones tan particulares. Estando la tierra compuesta de partes homogéneas, como se infiere de la igualdad de su movimiento diurno y de la constante oblicuidad de su eje, y atrayéndose mutuamente todas ellas en razon de sus masas, hubiera tomado por precision la figura de un globo perfectamente esférico, si el movimiento de proyeccion hubiese sido dado en direccion perpendicular á la superficie;

pero habiéndose verificado el choque oblicuamente, circuló la tierra sobre su eje al mismo tiempo que tomó su forma, y de la combinacion de este movimiento de rotacion con el de la atraccion de las partes resultó una figura esferoidal, mas elevada bajo el gran círculo de rotacion, y mas deprimida á los dos extremos del eje, en razon de que la accion de la fuerza centrífuga, procedente del movimiento de rotacion, disminuye la accion de la gravedad: así que, de su misma homogeneidad y de haber tomado consistencia al propio tiempo que recibió el movimiento de rotacion, resulta por necesidad haber debido formar una figura esferoidal, cuyos dos ejes difieren en $\frac{1}{230}$. Pudiendo esto demostrarse rigurosamente, no depende de las hipótesis que se quisiesen hacer sobre la direccion de la gravedad; supuesto que no es lícito tomar las contrarias á las verdades establecidas ó que pueden establecerse; y por cuanto las leyes de gravedad nos son bien conocidas, no puede ya dudarse que los cuerpos pesan unos sobre otros en razon directa de sus masas, é inversa del cuadrado de sus distancias; y de la misma suerte, que la accion general de cualquiera masa se compone de todas las acciones particulares de las partes de

pruebas de la teoría de la tierra

la misma masa; conforme á lo cual no hay que hacer ninguna hipótesis sobre la direccion de la gravedad: cada parte de materia se atrae mutuamente en razon directa de su masa, é inversa del cuadrado de la distancia; y de todas estas atracciones resulta una esfera cuando no hay rotacion, y un esferoide cuando la hay. Este esferoide está mas ó menos deprimido en los dos extremos del eje de rotacion á proporcion de la velocidad de este movimiento; y la tierra, en virtud de su velocidad de rotacion y de la atraccion mutua de todas sus partes, tomó la figura de un esferoide cuyos dos ejes son entre sí como 229 es á 230.

Así por su constitucion originaria, por su homogeneidad, y prescindiendo de toda hipótesis sobre la direccion de la gravedad, tomó la tierra esta figura al tiempo de su formacion; y en virtud de las leyes de mecánica, se elevó necesariamente en cada estremidad del diámetro del ecuador cerca de seis leguas y media mas que bajo los polos.

Conviene detenerme mas en este artículo, porque hay todavía géometras que creen que en la teoría depende la figura de la tierra del sistema de la filosofía que se adopta, y de la direccion que

se supone á la gravedad. Lo primero que conviene demostrar es la atraccion mutua de todas las partes de la materia; y lo segundo, la homogeneidad del globo terrestre. Si manifestamos claramente que estos dos hechos no admiten duda, será ocioso formar hipótesis sobre la direccion de la gravedad; pues la tierra tomaria necesariamente la figura determinada por Newton, quedando desde luego insubsistentes todas las demas que se la quisiesen atribuir, en virtud de los torbellinos ó de las demas hipótesis.

Sería un escepticismo universal é imperdonable dudar que la fuerza de la gravedad es la que retiene los planetas en sus órbitas. Los satélites de Saturno gravitan hácia Saturno, los de Júpiter hácia Júpiter, la luna hácia la tierra, Vénus y Mercurio hácia el sol; del mismo modo Saturno y Júpiter gravitan hácia sus satélites, la tierra hácia la luna, y el sol hácia los planetas: de que se infiere que la gravitación es general y mutua en todos los planetas, por cuanto no puede ejercerse la accion de cualquiera fuerza sin que haya reaccion: luego todos los planetas gravitan mutuamente unos sobre otros, y esta mutua atraccion sirve de base á las leyes de su mo-

vimiento, estando demostrada por los fenómenos. Cuando Saturno y Júpiter están en conjuncion gravitan uno hácia otro, y esta atraccion produce una irregularidad en su movimiento al rededor del sol. Lo mismo sucede en la tierra y la luna, las cuales igualmente gravitan una hácia otra; pero las irregularidades del movimiento de la luna proceden de la atraccion del sol, de suerte que el sol, la tierra y la luna gravitan mutuamente unos hácia otros; es así que la atraccion mutua que ejercen los planetas unos sobre otros es proporcional á su cantidad de materia cuando las distancias son iguales, y que la misma fuerza de gravedad que hace bajar los cuerpos graves á la superficie de la tierra y se estiende hasta la luna, es proporcional tambien á la cantidad de materia: luego la gravitacion total de un planeta se compone de la de cada una de las partes de que consta: luego todas las partes de la materia, así en la tierra como en los planetas, gravitan unos hácia otras: luego todas las partes de la materia se atraen mutuamente; y probado esto, debió necesariamente la tierra por su movimiento de rotacion tomar la figura de un esferoide. Es vano, en consecuencia, el formar hipótesis alguna sobre la direccion de

pruebas de la teoría de la tierra

la gravedad, á menos de negar la atraccion mutua y general de las partes de la materia; es así que, segun acabamos de ver, la atraccion mutua está demostrada por las observaciones, y las esperiencias de los péndulos prueban que es general en todas las partes de la materia: luego no pueden formarse nuevas hipótesis sobre la direccion de la gravedad, sin ir contra la razon y la esperiencia.

Pasando empero á la homogeneidad del globo terrestre, confieso que suponiéndolo mas denso en unas partes que en otras, la direccion de la gravedad debe ser diferente de la que hemos señalado: y mientras que esta diferencia será relativa, segun las diversas suposiciones que se hagan, la figura de la tierra será tambien diferente en virtud de las mismas suposiciones. Pero ¿que razon hay para creer que esto sea así? ¿Porque se querrá, por ejemplo, que las partes cercanas al centro sean mas densas que las mas distantes? ¿No se juntaron por su mutua atraccion todas las partículas que componen el globo? Siendo esto así, cada partícula es un centro, y no hay razon para creer que las partes que están al rededor del centro de magnitud del globo sean mas densas que las

que están al rededor de otro punto del mismo. Añádese á esto que si una parte considerable del globo fuese mas densa que otra parte del mismo globo, el eje de rotacion se hallaría mas cerca de las partes densas, resultando de ello una desigualdad en la revolucion diurna, de suerte que, situados en la superficie de la tierra, notaríamos desigualdad en el movimiento aparente de las estrellas fijas, las cuales nos parecerían moverse con mucha mayor velocidad ó lentitud en el cenit (*) que en el horizonte, á proporcion que estuviésemos colocados sobre las partes densas ó ligeras del globo. No pasando entonces el eje de la tierra por el centro de magnitud del globo, mudaria tambien de posicion muy visiblemente; pero nada de esto sucede, y sabemos por lo contrario, que el movimiento diurno de la tierra es igual y uniforme: así que en todas las partes de su superficie parecen moverse las estrellas con la misma velocidad en todas las alturas, y si hay alguna mutacion en el eje, es tan imperceptible, que se ha ocultado á los observadores; debiendo inferir, por consiguiente, que el globo es

* Polo superior del horizonte natural ó matemático, ó sea el punto de la esfera celeste que cae perpendicularmente sobre nuestra cabeza.

homogéneo ó casi homogéneo en todas sus partes.

Siendo la tierra un globo hueco y vacío cuya costra no tuviese, por ejemplo, sino dos ó tres leguas de espesor, resultaria: primero, que los montes formarían partes tan considerables del grueso total de la costra, que habría grande irregularidad en los movimientos de la tierra por la atraccion de la luna y del sol; en razon de que cuando las partes mas elevadas del globo, como por ejemplo las Cordilleras, tuviesen la luna en el meridiano, sería mucho mas fuerte la atraccion sobre todo el globo, que cuando las partes mas bajas tuviesen igualmente en su meridiano al mismo astro. En segundo lugar, la atraccion de los montes sería mucho mas considerable de lo que es en comparacion de la atraccion total del globo; y las esperiencias hechas en el monte de Chimborazo en el Perú hubieran dado en este caso mayor número de grados que el que han dado de segundos en el desvío del perpendicular: y últimamente, la gravedad de los cuerpos fuera mayor sobre un monte muy elevado, como el pico de Tenerife, que al nivel del mar: de suerte, que nos hallaríamos considerablemente mas pesados, y caminaríamos con mas

pruebas de la teoría de la tierra

dificultad en los lugares elevados que en los bajos. Estas consideraciones, y otras que pudieran añadirse, deben persuadirnos que en vez de estar vacío el interior del globo, es por el contrario macizo y lleno de materia bastante densa.

Además de lo dicho, si á las dos ó tres leguas de su superficie estuviere la tierra llena de materia mucho mas densa que todas las que conocemos, resultaría necesariamente que siempre que bajásemos aun á medianas profundidades, nuestro peso sería notablemente mayor, y los péndulos se acelerarían mucho mas de lo que efectivamente se aceleran cuando se les muda de un lugar elevado á otro bajo; motivo, por el cual podemos presumir que lo interior de la tierra está lleno de una materia semejante con corta diferencia á aquella de que se compone su superficie. Todavía puede acabar de determinarnos á favor de esta opinion la consideracion de que en el tiempo de la primera formacion del globo, cuando tomó la forma de un esferoide deprimido bajo los polos, la materia de que consta era líquida, y por consiguiente homogénea y casi igualmente densa en todas sus partes, tanto en la superficie como en el interior. Desde aquel

tiempo la materia de la superficie, bien que siempre la misma ha sido trabajada y removida por las causas exteriores, lo cual ha producido formas de materia de diferentes densidades:

Pero debe observarse que las mas densas, como el oro y los metales, son tambien las que mas rara vez se encuentran, y que á consecuencia de la accion de las causas exteriores, la mayor parte de la materia que compone la superficie del globo no ha sufrido alteracion muy notable por lo respectivo á su densidad, supuesto que las materias mas comunes, como la arena y la greda, defieren poco en ella; de suerte, que se puede conjeturar con mucha verosimilitud que el interior de la tierra está lleno de cierta materia vitrificada, cuya densidad es casi la misma que la de la arena, y que el globo terrestre por consiguiente puede considerarse en general como homogéneo.

Los que de todos modos se empeñan en hacer suposiciones y forjar hipótesis, tienen todavía el recurso de decir que el globo se compone de capas concéntricas de diferente densidad; pues en este caso el movimiento diurno será igual, y la inclinacion del eje constante, como en el caso

de la homogeneidad. Confieso que es así; pero al mismo tiempo quisiera me dijese si hay alguna razon para creer que aquellas capas de diferente densidad existen; y si no es esto querer mas bien que las obras de la naturaleza se acomoden á nuestras ideas abstractas; ó si debe acaso admitirse en física un supuesto que no está fundado en ninguna observacion ni analogía, y que además no concuerda con ninguna de las inducciones que podemos sacar de otros hechos.

Echase de ver pues como mas probable, que la tierra en virtud de la atraccion mutua de sus partes y en fuerza de su movimiento de rotacion, tomó la figura del esferoide, cuyos dos ejes difieren en $\frac{1}{230}$ figura primitiva, que hubo de tomar necesariamente en el tiempo de su estado de fluidez, supuesto que no puede tener otra en virtud de las leyes de gravedad y de la fuerza centrífuga: de todo lo cual se deduce que desde el mismo instante de su formacion hubo entre sus dos diámetros la misma diferencia de seis leguas y media mas de elevacion bajo el ecuador que bajo los polos; y que, por consiguiente, todas las hipótesis por cuyo medio se puede encontrar mayor ó menor

pruebas de la teoría de la tierra

diferencia, son ficciones de que no se debe hacer ningun caso.

Me replicarán tal vez que si es verdadera la teoría, y la razon de 229 á 230 lo que verdaderamente existe entre los ejes, ¿porque los matemáticos enviados á la Laponia y al Perú están acordados en dar la proporcion de 174 á 175? ¿De que procede esta diferencia entre la práctica y la teórica? Así que, sin perjudicar a las reflexiones que acaban de hacerse para demostrar la teoría, ¿no es más conforme á la razón dar la preferencia á la práctica y á las medidas, sobre todo cuando no puede dudarse haber sido tomadas por los matemáticos mas hábiles de Europa¹, y con todas las precauciones necesarias para evidenciar sus resultados?

Satisfaré á semejante réplica diciendo que no es mi ánimo tachar las observaciones hechas bajo el ecuador y en el círculo polar, pues no tengo la mas leve duda en orden á su exactitud; y que la tierra puede muy bien tener realmente $\frac{1}{175}$ mas de elevacion bajo el ecuador que bajo los polos: pero al mismo tiempo sostengo la teoría, y veo

claramente que pueden conciliarse ambos resultados. La diferencia que se encuentra entre el de la teoría y el de las medidas, es de cerca de cuatro leguas en los dos ejes, de suerte que las partes bajo el ecuador tienen dos leguas mas de elevacion de las que debieran tener segun la teoría; pero esta elevacion de dos leguas corresponde con bastante exactitud á las mayores desigualdades de la superficie del globo, y proviene del movimiento del mar y de la accion de los fluidos en la superficie de la tierra. Me explicaré. Paréceme que cuando se formó la tierra debió necesariamente, en virtud de la mutua atraccion de sus partes y de la accion de la fuerza centrífuga, tomar la figura de un esferoide, cuyos ejes difieren en $\frac{1}{230}$ la tierra antigua y originaria tuvo necesariamente esta figura, que tomó cuando estaba fluida, ó por mejor decir, licuada por el fuego; pero luego que, despues de formada y de haberse enfriado, se hubieron condensado los vapores que estaban estendidos y rarificados (al modo que vemos la atmósfera y cola de un cometa), cayeron sobre la superficie de la tierra, y formaron el aire y el agua; y luego que estas aguas, desparramadas entonces en la superficie, fueron agitadas por el movimiento del flujo y re-

flujo, las materias debieron ser arrastradas poco á poco de los polos hácia el ecuador, de suerte que es posible que las partes de los polos hayan bajado cerca de una legua, y las del ecuador se hayan elevado en igual proporcion. Por ninguna manera se crea que esto se hizo de una vez y repentinamente; sino que estando la tierra en lo exterior espuesta á los vientos y á la accion del aire y del sol, con el discurso del tiempo todas estas causas irregulares han concurrido con el flujo y reflujo á surcar su superficie, á escavar profundidades, y elevar montes en ella; lo cual ha producido irregularidades y desigualdades en esta capa de tierra removida, cuyo mayor grueso no puede sin embargo esceder de una legua bajo el ecuador. La desigualdad de dos leguas es acaso la mayor que puede haber en la superficie de la tierra, pues los montes mas empinados apenas tienen mas de una legua de elevacion, y las mayores profundidades del mar quizás no llegan á ella. La teoría por consiguiente es verdadera, y la práctica puede serlo tambien, respecto de que la tierra solo debió tener al principio cerca de seis leguas y media mas de elevacion bajo el ecuador que en el polo, y únicamente despues ha podido adquirir mayor elevacion

1 Mr. de Maupertuis, Figura de la tierra. TOMO III.

pruebas de la teoría de la tierra

por las sucesivas alteraciones ocurridas en su superficie. La historia natural confirma maravillosamente esta opinión, y hemos probado en el discurso precedente que el flujo y reflujo, no menos que los demás movimientos de las aguas, son los que han producido los montes y demás desigualdades de la superficie del globo, y que esta misma superficie ha sido alterada notablemente, supuesto que á grandes profundidades, de la misma suerte que en las mayores alturas, se encuentran huesos, conchas y otros despojos de animales habitantes de los mares ó de la superficie de la tierra.

* Las hipótesis de Huygens y de Newton acerca de la depresión de la tierra en los polos, movieron generalmente la curiosidad y el zelo de los astrónomos. La Condamine y otros asociados á nuestros sabios don Jorge Juan y don Antonio de Ulloa en el Perú, junto con Maupertuis, Celsio y otros en el Norte, valoraron por medio de sus operaciones astronómicas y trigonométricas la depresión de los polos con respecto al círculo ecuatorial en razón de 265 á 266: mas, no creyéndose del todo exacto aquel resultado para varios motivos, á pesar de la celebridad de los sujetos que lo hubieron establecido, los gobiernos de España y Francia espidieron á sus espensas una comisión, compuesta de los varones mas eminentes para que midiese el arco de meridiano que va de Dunquerque al castillo de Monjuí en Barcelona, y que resultó contener $9^{\circ} 40' 25'' 7'''$; en la cual, en-

De todo lo dicho se puede conjeturar que para hallar la tierra antigua y las materias que nunca fueron removidas, sería necesario profundizar en los climas contiguos á los polos, en donde la capa de tierra removida debe ser mas delgada que en los climas meridionales.

Por último, si se examinan por partes y con atención las medidas que sirvieron para determinar la figura de la tierra, se hallará que en esta valuación hay algo de hipótesis, por cuanto se supone que la tierra es de figura curva regular, siendo así que puede pensarse que, habiendo

sido la superficie del globo alterada por gran número de causas, combinadas hasta lo infinito, acaso no tiene figura alguna regular; en cuyo supuesto pudiera muy bien la tierra no estar deprimida sino de $\frac{1}{230}$ conforme dice Newton, y como la teoría lo exige. Además, sabemos que, aunque se conoce exactamente la longitud del grado en el círculo polar y en el ecuador, no tenemos con igual exactitud la longitud del grado en Francia, y que no se ha verificado la medida de Mr. Picard (*). Añádese á esto que la disminución y el aumento del péndulo no pueden conciliarse con el resultado de las medi-

tre otros célebres españoles, se hallaron el sabio don Grabiél Ciscar y el eminente profesor barcelonés Cañelles: esta misma estableció que la razón de dichos diámetros, ecuatorial y polar, está como 334 es á 333, que el polo se halla $\frac{4}{334}$ ó poco mas de tres leguas mas cercano al centro de la tierra, que la superficie de la misma en el círculo del ecuador. El valor del cuadrante del meridiano terrestre, ó sea de la distancia de la equinoccial al polo, medida sobre la superficie de la tierra, es según aquella Comisión (suponiendo que el pie castellano es $\frac{5}{7}$ del pie de París) de 11,971.728 varas de Castilla, ó sean 5.400 millas marinas, 1.800 leguas id., ó 2.000 leguas de 20 al grado; y el de la circunferencia de la tierra de 47,886.912 varas, ó sean 21.600 millas marinas, 7.200 leguas id., ó por fin 8.000 leguas de 20 al grado: resultando el grado por consiguiente de

$119,717.28 = 54$ millas marinas $= 18$ leguas id. $= 20$ leguas de 20 al grado, y la legua de 20 al grado en 5,985.865 varas.

Picar había valuado un grado del meridiano en 57.060 toesas, de donde resultaba tener la circunferencia de la tierra 7.200 leguas, el diámetro 2.272, y la superficie 16,502.400 leguas cuadradas.

En la actualidad, establecido el valor de los tipos indicados, se fijó el diámetro del globo terráqueo en 2.292 leguas, y su superficie en 148,522.000 millas cuadradas de 60 al grado.

pruebas de la teoría de la tierra

das, mientras por lo contrario concuerdan á muy corta diferencia con la teoría de Newton, no necesitándose tanto para poder creer que la depresión de la tierra solo es realmente de $\frac{1}{230}$ y que si en esto hay alguna diferencia, puede muy bien provenir de las desigualdades que las aguas y demas causas exteriores han producido en la superficie. Y teniendo estas desigualdades, segun todas las apariencias, mas de irregulares, que de regulares, no debe formarse hipótesis sobre aquello, ni suponer, como se suele hacer, que los meridianos son elipses ú otras curvas regulares: pues aun cuando sucesivamente se midiesen muchos grados de la tierra en todas direcciones, no se podría todavía asegurar por este medio la cantidad que puede tener de mayor ó menor depresión que $\frac{1}{230}$.

¿Y por ventura seria fuera del caso la conjetura de que si la inclinación del eje terrestre se ha mudado, puede solamente haber sido en virtud de las alteraciones acaecidas en la superficie, puesto que todo el resto del globo es homogéneo, siendo, por consiguiente, demasiado pequeña esta variación para que puedan percibirla los astrónomos; y que á menos de encontrarse la tierra con algun cometa ó ser trastor-

nada por alguna otra causa exterior, su eje permanecerá perpetuamente inclinado, conforme se halla ahora, y lo ha estado siempre?

Al efecto de no pasar por alto suposición alguna de las que me parecen razonables, creo puede decirse que, así como los montes y las desigualdades que existen en la superficie de la tierra han sido formados por la acción del flujo y reflujo, así tambien los montes y desigualdades que observamos en la superficie de la luna han sido producidos por otra causa semejante; debiéndose conjeturar que son mucho mas elevados que los de la tierra, por ser allí mucho mas fuerte el flujo y reflujo, respecto que aquí le causa la luna y allí la tierra, cuya masa, siendo mucho mas considerable que la de la luna, debería producir efectos mucho mayores si tuviese la luna, como le tiene la tierra, un movimiento rápido de rotación en cuya virtud nos presentase sucesivamente todas las partes de periferia.

Presentando empero á la tierra siempre una misma faz, no pueden ejercerse el flujo y el reflujo en aquel planeta sino en virtud de su movimiento de liberación, por el cual nos descubre alternativamente un segmento

de su superficie, lo cual debe producir una especie de flujo y de reflujo muy diverso del de nuestros mares, y cuyos efectos deben ser mucho menos considerables de lo que lo serian si el movimiento fuese causado por una revolución de aquel planeta al rededor de su eje, tan rápida como lo es la rotación del globo terrestre.

Fácil me hubiera sido escribir un tomo tan abultado como el de Burnet ó el de Whiston, si hubiese querido desmenuar las ideas que componen el sistema que acaba de verse, darlas cierto aire geométrico como lo hizo este ultimo autor, y hacerlas por este medio mas verosímiles; pero soy de dictámen que las hipótesis, por verosímiles que sean, jamás deben ser tratadas con semejante aparato, en que no puede menos de haber algo de charlatanería.

En Buffon, á 20 de setiembre de 1745.

* Artículo original publicado por la compañía A. Bergnes (Barcelona) en 1833.

recursos humanos en geofísica

Una de las sesiones especiales que tuvo lugar durante la reunión 1981 de la UGM en Manzanillo fue la dedicada a la educación. Esta mesa redonda contó con la participación de las siguientes personas:

Dr. Zoltan de Cserna, Instituto de Geología, UNAM.

✓ M. en C. Juan A. Madrid, CICESE, coordinador de la mesa.

Dr. Ismael Herrera, IIMAS, UNAM.

Dra. Ana María Cetto, Fac. de Ciencias, UNAM.

Dr. Mauricio De la Fuente, CONACyT.

I.R..Augusto Torijano, Universidad de Veracruz.

Dr. Lautaro Ponce, Instituto de Geofísica, UNAM.

Dr. Juan Manuel Espíndola, Instituto de Geofísica, UNAM.

Aunque se discutieron algunos aspectos generales de los problemas de la educación, la Dra. Cetto informó sobre el proyecto existente en la Facultad de Ciencias para la creación de un Departamento de Ciencias de la Tierra por lo que la discusión se concentró en este tema.

Durante la discusión pudo observarse que existe un consenso general con respecto a la carencia de geofísicos que sufre el país. Se mencionó que en ambas áreas: producción e investigación la carencia es conspicua. Fue también el sentimiento general que la UGM puede tomar un papel preponderante en la promoción de nuestra disciplina en todo el país.

Aunque debe hacerse una distinción muy clara entre la UGM y las instituciones académicas que realizan investigación en las Ciencias de la Tierra, existió un interés particular por la iniciativa expuesta por la Dra. Cetto. Varios de los participantes hicieron notar la urgencia de la implementación de estos planes de estudio en la Facultad de Ciencias de la UNAM. La opinión al respecto no fue uniforme, se hizo notar que dada la problemática del sector productivo (discutido en una sesión anterior) era necesario dar prioridad a la aplicación específica de la geofísica a los problemas del país. Se expuso el punto de vista de que resulta de mayor provecho apoyar las estructuras ya existentes (como por ejemplo la carrera de ingeniero geofísico de la Facultad de Ingeniería) que la creación de

nuevas carreras. A esta opinión se contrapuso la de que la ciencia y la ingeniería tienen objetivos diferentes y deben desarrollarse simultáneamente pues ambas son necesarias para el desarrollo de la geofísica en México.

Otros participantes fueron de la opinión de que la implementación de estos estudios resultaría más adecuada en otras instituciones con el objeto de descentralizar la investigación científica y evitar duplicaciones (por ejemplo en el CICESE que cuenta con el personal académico requerido).

Se presentaron múltiples argumentos en pro y en contra de esta iniciativa pero no se llegó a un consenso general. Es mi opinión que existe una conciencia de los múltiples problemas y carencias que existen en el campo educativo por lo que respecta a la geofísica pero no se discutió el papel que la UGM debe jugar al respecto. Las sugerencias que se tengan sobre el tema son de gran importancia y se ruega a los miembros que las remitan a la mesa directiva. El tema será tratado nuevamente en la Reunión 1982.

Juan Manuel Espíndola C.

doctrina de la literatura científica

Por Jorge Bouton Instituto de Geofísica, UNAM

Ciencia es conocimiento humano de la "cosa", conocimiento de la naturaleza, del hombre, de la sociedad, del cosmos. Ciencia no es la representación ni la idea de la "cosa", sino el conocimiento de su estructura, de su función, de sus relaciones, de sus múltiples determinaciones, de su "esencia". Toda ciencia supone un determinado cuerpo organizado y sistematizado de conocimientos, que se traduce en leyes o principios generales que constituyen la teoría y su fundamento operativo que es la hipótesis. Pero también llamamos ciencia al proceso de producción de esos conocimientos, a la actividad humana práctica sobre la realidad objetiva, "lo concreto real", actividad que va desde el dato empírico puro hasta el acto experimental aislado, hasta la investigación planificada multidisciplinaria, hasta el informe tecnológico sofisticado, hasta la colección, ordenación, clasificación y evaluación de todo ese "corpus" de información que es el material con que se elabora la hipótesis, la herramienta teórica fundamental del conocimiento y base metodológica del concepto, que es la formulación teórica abstracta de esa misma "realidad concreta". Pasamos así, de lo "concreto real", objetivo, singular, perceptual, cuantificable, a lo "concreto

pensado" que es abstracto, genérico, racional, no perceptual y no reductible al hecho singular concreto o particular, pero, a la vez, también su conocimiento actual.

La materia no se explica, la materia hay que explicarla. No viene dada en la inmediatez de la observación ni la reflexión especulativa. La materia no es la sustancia puramente fenoménica de la cotidianidad, pero el fenómeno es inherente a la cosa, a la materia y es la expresión externa, visible y medible de su movimiento. Pues bien, la teoría de ese movimiento es la ciencia, es el conocimiento. El fenómeno no explica en sí mismo, sino en su estructura íntima, en su "esencia" y esta "esencia" se traduce en ley o principio abstracto en el conocimiento. O sea, lo "concreto real" sólo se comprende a través de su generalización abstracta, esto es el concepto, la expresión simbólica o ecuacional que expresa lo "concreto pensado" en sus múltiples determinaciones.

Ahora bien, este esquema simplificado nos lleva a otra conclusión fundamental: la ciencia es universal y siendo universal es esencialmente comunicable. Sin comunicación, la ciencia se paraliza se agota en sí misma, resulta socialmente inerte y ter-

mina en una práctica intelectual carente de proyección en universalidad. Al decir que la ciencia es universal estamos diciendo que no existen propiamente ciencias locales o nacionales autóctonas y específicas, porque esto niega la universalidad del conocimiento que es una forma básica de la universalidad de la especie humana. Pero también estamos diciendo —y no existe contradicción en ello— que los progresos y los niveles alcanzados por el conocimiento están históricamente condicionados o, lo que es lo mismo, están social y económicamente determinados y, por lo tanto, son necesariamente uniformes y paralelos en todas las latitudes del mapa, sino son reflejo fiel de la disponibilidad de recursos materiales y humanos que impone la historia y la geografía económica: no hay ciencias locales ni nacionales, hay ciencias dominantes y ciencias dependientes, pero todas ellas configuran una sola ciencia y un conocimiento universal. Este es otro de los fundamentos de la necesidad de comunicación científica y esto rige tanto para la difusión limitada a un ámbito reducido como para aquella de vasto alcance internacional. Ambas son cualitativamente lo mismo, aunque sus diferencias y contradicciones cuantitativas puedan ser incomparables.

doctrina de la literatura científica

Ciencia es, pues, comunicable y esta comunicación es una necesidad intrínseca a ella misma y a su autodesarrollo. Cabe aquí una digresión que me parece necesaria. La comunicación científica nada tiene de común con ese ambiguo terreno moderno de la "comunicología", la "informática" y toda esa terminología sofisticada con que una pseudociencia sociológica invade hoy el campo de la sociedad, inspirada en un pragmatismo profundamente mercantilista, en una simbología esencialmente ideológica y precientífica y dirigida a objetivos manipuladores de una sociedad de consumo. Veamos algunos ejemplos ilustrativos. "El hombre es la criatura que se comunica" —afirma un señor Duncan— pero no agrega que el delfín, la abeja y el murciélago también se comunican y son criaturas. "La sociedad surge en la comunicación de símbolos significantes y continúa existiendo por ella" —dice otro señor Dalziel— pero no dice que eso se llama lingüística, que es más de un siglo anterior a la "informática" que es ya una ciencia con toda la barba y que no es la base "simbólica" de la sociedad, sino un producto de ella misma. La sociedad se forma de una manera mucho más compleja que la pura simbología y su formación es precisamente el origen y el

desarrollo de la especie humana, como algo que está más allá de la pura biología: la sociedad se forma sobre la base de la necesidad de la producción y reproducción de la vida humana material, que es precisamente lo que distingue al hombre del animal y que se llama trabajo y se llama producción y reproducción de la vida humana por el trabajo humano. Y trabajo es práctica social, trabajo es desarrollo de conciencia y de conocimiento, trabajo es, desde las más oscuras épocas sociales, forma rudimentaria y primitiva de conocimiento humano sobre la naturaleza y sobre el propio hombre, es decir comienzo de la ciencia y separación histórica, ya definitiva, de la vida natural del animal. Último ejemplo: la propia UNESCO define la información con estos términos: "Se trata de un fenómeno fundamental del cual depende toda la vida social, política y cultural e incluso mental y que afecta todas las situaciones en las cuales se encuentran los hombres y los pueblos." Definición ambigua y vacía, que prácticamente elude el concepto fundamental de qué cosa es la "vida social" referida, qué cosa es la "información" económico-social y qué cosa es la historia de la propia humanidad.

La comunicación científica, la información científica es otra co-

sa, otro terreno de la conciencia y de la discusión, inherente a la ciencia misma, que no necesita de ninguna ideología "comunicológica" ni "informática" de moda para poseer su propia doctrina, que nació casi con ella en el remoto pasado, incluso en la Edad Media con los "Concillium" y los "Tractatus", aunque jamás alcanzó tan vasta proliferación, extensión y creatividad como en el siglo que vivimos, siglo de ciencia, de tecnología y necesariamente de comunicación.

Ante todo, la comunicación científica, la literatura científica posee su propio lenguaje, que es el de cada ciencia particular y el de la filosofía de la ciencia en general. Es, ciertamente, un lenguaje simbólico, pero cuya simbología se apoya en el concepto, en la teoría, en la hipótesis, es decir, una simbología de consenso universal. Es, ciertamente, un lenguaje convencional pero es significativo para quien está educado en su letra, en su fórmula, en su expresión ecuacional y en la estructura esencial de la materia. Pero esa estructura esencial de la materia es un conocimiento procesal, dinámico, progresivo, históricamente determinado: "es el acercamiento eterno, infinito y progresivo del pensamiento a su objeto", escri-

doctrina de la literatura científica

bió un pensador genial moderno. Por eso, necesariamente la comunicación científica tiene su propia estructura metodológica, su propio lenguaje prácticamente universal, su propia organización epistemológica.

La metodología de la investigación científica, la metodología experimental es diferente a la metodología de la exposición científica y de la didáctica científica. La metodología de la exposición no es el relato objetivo y cronológico de la investigación o el experimento, no es el puro protocolo del acto científico mismo. Es su ordenación conceptual, es decir, su formulación teórica adecuada en su lenguaje preciso y adecuado. Comunicación, en ciencia, no es el simple "intercambio de hechos y opiniones entre los seres humanos" —como quiere Redfield, teórico de la "informática"— porque eso es un atributo del lenguaje ordinario de la cotidianidad; no es, tampoco "la simple expresión para la mutua comprensión" —como apunta Revesz, otro "teórico" de la "comunicología", ni tampoco es "un agente que influya en los demás, en nuestro medio físico y en nosotros mismos", como apunta Berlo, del mismo linaje.

Comunicación, en ciencia, es transmisión del conocimiento,

no de la idea, la imagen o la representación: siendo así, es en sí contrastable, en sí falible, en sí sometida a crítica y revisión y en sí también posible de error. Pero el error no es la cara opuesta de la verdad —porque eso es la mentira—: el error es el camino natural y humano hacia la verdad, el camino por el cual transitamos bien y esta es otra fase de la necesidad de la comunicación como un requisito fundamental para el desarrollo del saber humano que llamamos ciencia.

La comunicación científica no se improvisa, no se inventa, no es producto de la imaginación, no surge espontáneamente como el lenguaje de la vida cotidiana porque es la culminación del acto científico y su continuidad expositiva específica. El acto científico no se ciñe a las reglas del acaecer cotidiano. El acto científico es un rodeo al pensamiento común, a través de vías metodológicas que exigen un largo esfuerzo individual y colectivo, una larga reflexión metodológicamente organizada, un también largo fracasar hasta alcanzar el "acercamiento del pensamiento al objeto de conocimiento" y una elaboración conceptual de la hipótesis y su comunicación.

Si esto es así, la literatura científica es una necesidad es-

pecífica del autodesarrollo del conocimiento, no una aventura intelectual, no una pura creación individual sin otra proyección que el individuo y su "curriculum vitae", no tampoco un aparato propagandístico para vender mercancía teórica o tecnológica, no finalmente la expresión de un nacionalismo estrecho y autodidacto. La literatura científica no es nada de eso, es parte inseparable de la ciencia misma, documento, su testimonio, su motor, su precondition de desarrollo. En este vasto campo del saber humano no hay liderazgos ni "destinos manifiestos", porque la humanidad entera está comprometida en el trabajo científico porque está históricamente comprometida en el progreso social.

Desde luego, no será comparable, mucho menos competitiva, la literatura científica de un país altamente desarrollado económica y técnicamente con la literatura científica de un país periférico, de escasos o limitados recursos materiales y humanos, sumergido en graves y urgentes problemas sociales y que, duramente, laboriosamente, sacrificadamente, intenta desarrollar su propio "corpus" del saber y necesita comunicarlo precisamente para asegurar el propio desarrollo económico y social.

doctrina de la literatura científica

Porque ciencia es economía y ciencia es siempre práctica social. Esta comparación paralela es fundamental para elaborar la filosofía de lo que estamos haciendo o, por lo menos, creemos estar haciendo.

De esto se deduce que no es la misma actitud psicológica del trabajador académico en ciencia el analizar la literatura científica desde su punto de vista exclusivamente individual y desde la perspectiva de los intereses y ambiciones puramente individuales —actitud tan respetable como desprovista de proyección social— que analizarla desde el punto de vista de núcleo científico, de comunidad. La imagen será diferente en uno y otro caso: en el primero, es la personalidad científica la dominante —actitud ciertamente honesta, digna y libre de toda observación ética— pero una perspectiva que suele redundar en el beneficio particular, material o intelectual, del individuo aislado y muy poco en beneficio de la comunidad científica y la sociedad; en el segundo caso, esa comunidad, ese núcleo académico institucionalizado, incluso en propio país serán dominantes y los beneficios redundarán en el progreso cognoscitivo y social de esa comunidad. En el primer caso, sólo ampliamos y enriquecemos el “curriculum vitae” académico; en el se-

gundo, se está haciendo historia científica nacional y por ende universal.

De acuerdo con todo lo expuesto, la revista científica, libro científico serán necesariamente una expresión bastante adecuada del medio científico que los produce y serán, en cierto modo una evaluación, una medida del nivel teórico y técnico de dicho medio científico. No se puede pretender producir textos científicos de elevado nivel teórico en medios científicos y económico-sociales de desarrollo medio o bajo, porque la ciencia no es voluntarista ni tampoco cursa a “saltos cualitativos” subintrantes. El propio “salto cualitativo” nunca es espontáneo ni imprevisible en ciencia, sino surge allí donde las condiciones lo permiten, a través de una laboriosa preparación previa. La ciencia, genéricamente hablando, no está representada por un ejército internacional de Copérnicos o Galileos o Einsteins, como la pintura no es la creación específica de un mundo de Rembrandts y Velázquez. La ciencia es también un universo de hombres y mujeres que pasan su vida en la práctica científica y de la práctica científica y son los que crean el vasto “corpus” cognoscitivo del ser humano. Sin esa base humana innumerable y su trabajo cotidiano en el

fenómeno físico, químico, biológico o matemático, también la ciencia se paraliza y ciencia paralizada equivale a retroceso histórico inmediato, a decadencia. Esto significa que toda literatura científica requiere una base humana de producción de conocimientos, continua, permanente, que alimente de manera perpetua esa literatura. Este es el punto crucial en que nos encontramos hoy: estamos obligados a resolverlo.

Hago referencia exclusiva a “Geofísica Internacional”, publicación oficial de esta Unión Geofísica Mexicana, que es la que cabe discutir en esta reunión. En tres años de trabajar en la Sección Editorial hemos hecho alguna experiencia que nos permite formular un programa, lo hemos definido como “política editorial”.

En primer lugar, no deseamos editar una revista científica cosmopolita, con su índice cubierto de firmas extranjeras de diversa procedencia. Una política editorial cosmopolita ubicaría a “Geofísica Internacional” en un plano competitivo con numerosas revistas extranjeras de alta difusión, larga experiencia, renombre internacional y nivel científico generalmente elevado. Esto transformaría a nuestra revista en un buen catálogo didác-

doctrina de la literatura científica

tico del desarrollo de la ciencia en el mundo, portador de firmas prestigiosas y también fabricante de las mismas. No se duda que este tipo de publicaciones sirva a la ciencia, no se duda que poseen un alto potencial de información y educación en ciencia. Pero tampoco se duda que esta política editorial no cumpliría adecuadamente con los postulados y fines de la Unión Geofísica Mexicana ni del Instituto de Geofísica ni de la propia UNAM, postulados y fines que asientan sobre el desarrollo y expansión de una ciencia universal adelante en la medida del esfuerzo humano universal o, en otros términos, la ciencia crece y desarrolla local y nacionalmente para alcanzar la universalidad.

Nuestra política editorial es precisamente esa: publicar una revista adecuada a las ciencias geofísicas mexicanas y, a la vez, expresión formal del adelanto de esas disciplinas. En segundo lugar, creemos que debemos cumplir una política semejante respecto a las ciencias geofísicas latinoamericanas que representen, por tradición, por historia común, por destino semejante un mundo solidario, una totalidad científica en el plano mundial. Ultimamente, esto se ha venido confirmando por un aporte relativamente creciente de pro-

ducción latinoamericana que creemos merece atención prioritaria. En tercer lugar, mantengamos y alentemos la producción científica extranjera, europea y americana para cumplir, no con un cosmopolitismo editorial de compromiso, sino para reflejar adecuadamente la unidad universal de la ciencia.

Esta es la base de nuestra política editorial: si es correcta o equivocada toca a esta prestigiosa asamblea decidirlo, para apoyarla o corregirla. A su discusión la sometemos.

Ahora bien, una revista científica que merezca tal designación no surge espontáneamente de la nada, no surge del esfuerzo individual aislado ni de pequeños grupos pioneros que mantienen despierto el espíritu científico de la comunicación. Una revista científica sería requiere una colectividad científica productiva como su base permanente. Todos y cada uno de los estudiosos de la Unión Geofísica Mexicana forman esa base necesaria, la fuerza productiva. No contamos todavía con una sólida base o fundamento en las diversas prácticas científicas que alcance nuestro objetivo y nos abrumen de material literario de buen nivel. Tenemos todavía que ampliar mucho nuestra limitada base actual para obtener una revista digna de la Unión Geofísica,

del Instituto y de la UNAM.

Este fenómeno no es exclusivo del área geofísica de las ciencias. Si analizamos el conjunto de publicaciones que difunde la UNAM, podremos comprobar que la literatura sobre ciencias humanas y sociales (historia, filosofía, antropología, psicología, sociología) sobrepasa con mucho a la literatura propiamente científica. Esta no es la imagen adecuada de una universidad moderna y mucho menos universidad mexicana moderna. No se trata, naturalmente, de desmerecer o retacear la literatura "humanística"; por el contrario, ella enriquece enormemente nuestro acervo cultural autóctono y debemos estar orgullosos de ello. Se trata precisamente, que ese desfase, esa disociación, esa discronía no refleje un adelanto homogéneo en el saber humano y el progreso de este país está inseparablemente vinculado a su adelanto en el conocimiento científico y técnico. Esto sólo puede equilibrarse, este desfase entre las "dos culturas", por medio de un amplio desarrollo de la actividad científica y técnica específica de la UNAM y de México. Pero esta ambiciosa perspectiva, que no es para mañana ni para el año próximo, es el desafío que deben enfrentar los científicos mexicanos. Es decir, ustedes.

el mecanismo sísmico

Por: Juan Manuel Espíndola C. Instituto de Geofísica, UNAM

EL MECANISMO SISMICO.

Poco a poco se ha ido comprendiendo cómo ocurren los sismos hasta llegar a formular modelos matemáticos de ellos.

La explicación racional del origen de los temblores y, aun más, su descripción por medio de modelos matemáticos que permitan su caracterización, es una de las áreas más activas de la sismología moderna. Si bien es cierto que quedan aún muchos problemas por resolver, no lo es menos que en esta área se han dado ya algunos de los resultados más notables en la historia de esta ciencia.

La Teoría del rebote elástico

La mayoría de las discusiones sobre el tema comienzan por hacer referencia a la teoría del rebote elástico, propuesta por H.F. Reid en 1910 a raíz del sismo de California de 1906. Después de este violento terremoto, se encontró que a lo largo de unos 400 kilómetros sobre la falla de San Andrés se habían producido desplazamientos relativos del orden de 3 metros, predominantemente horizontales. Años antes, entre 1851 y 1866, y luego entre 1874 y 1892, se habían llevado a cabo levantamientos

geodésicos en el área. Un tercero fue hecho inmediatamente después de la ocurrencia del temblor. Del análisis de estos datos se pudo establecer que entre el primero y segundo levantamientos había ocurrido un desplazamiento de uno a dos metros entre puntos similares a ambos lados de la falla y a una distancia de unos 30 Km de ella. Otro movimiento similar ocurrió entre los dos últimos levantamientos. Sin embargo, un resultado singular fue que a lo largo de la falla misma no ocurrió desplazamiento alguno, sino al tiempo de ocurrencia del terremoto. Reid razonó que si el área de falla se comporta elásticamente, el lento movimiento relativo a ambos lados causa un aumento en la energía almacenada y en la componente tangencial de la fuerza de fricción sobre el plano de falla. Cuando se alcanza un punto crítico, el fracturamiento ocurre con un movimiento de restauración hacia una nueva posición de equilibrio al que se llama rebote elástico. Ya que es improbable que esto ocurra simultáneamente en toda la falla, la ruptura debe comenzar en algún punto de ella y de allí desplazarse con una velocidad finita. La figura 1 muestra esquemáticamente estas ideas.

Aunque los detalles de este mecanismo no fueron claramente expuestos por Reid, lo esencial de la teoría quedó establecido de esa manera y es generalmente aceptada en la actualidad, al menos para la gran mayoría de los temblores.

Cabe hacer notar que las ideas de Reid no son intuitivas. Durante los primeros días de la sismología, el fallamiento del terreno se consideraba como un efecto de los sismos más que como una causa de los mismos. Si bien durante la segunda mitad del siglo XIX se tenía ya la idea de una fuente sísmica localizada, todavía se suponía que la energía provenía de explosiones subterráneas, colapso de cavernas o, posteriormente, intrusiones de magma en zonas de debilidad. Por ello, la teoría de Reid no fue aceptada inmediatamente por la generalidad de los sismólogos sino después de considerables debates y cuando hubo resistido el peso de las pruebas observacionales.

Las soluciones de plano focal

Para los años en que se propuso la hipótesis del rebote elástico, el instrumental sismológico se había desarrollado hasta el punto de ser operacional, con lo

el mecanismo sísmico

cual las observaciones eran ya sistemáticas. En 1900, Wiechert había construido su péndulo invertido y la Asociación Sismológica Internacional había sido fundada en 1903.

Durante la década de los años 20, Perry Byerlee de la Universidad de California había notado que la dirección (o polaridad) de las ondas **P** en los sismogramas de las diferentes estaciones para un sismo en particular,* mostraban una distribución en cuadrantes (fig. 2). Las líneas que separan los diferentes cuadrantes son llamadas líneas nodales y constituyen la intersección con la superficie de los planos nodales. Byerlee desarrolló una técnica para encontrar estos planos y es considerado como el padre de este tipo de análisis. El significado de estos planos se verá en seguida.

La polaridad de un registro indica si el primer arribo de una onda fue una compresión o una rarefacción, y ella cambia a tra-

ondas **S** (fig. 4c). La controversia sobre el sistema de fuerzas apropiado para describir el mecanismo focal duró muchos años.

No obstante, el sistema del doble par de fuerzas no es incompatible con la teoría de Reid y puede considerarse como el resultado de un colapso a lo largo de la falla, como consecuencia de una pérdida de rigidez. Considérese, por ejemplo, la fig. 5, donde un elemento de volumen está sometido a esfuerzos de cizallamiento; durante el sismo, el elemento cambia a la nueva posición mostrada con líneas punteadas: entonces la línea **AD** ha sufrido una tracción y la línea **BC** una contracción. Si se toman las fuerzas en ambos lados de la falla el resultado es un doble par.

Por otro lado, el par simple no es dinámicamente posible ya que representa un momento no balanceado de fuerzas. Además, la solución al problema de una dislocación en un medio elástico conduce al par doble y no al simple.

Así, después de este periodo de prueba de la teoría de Reid conservó su validez y se reforzó al correr del tiempo con las nue-

vés de las líneas nodales: esto puede interpretarse en términos de la teoría de Reid como el efecto del desplazamiento relativo a lo largo de una falla alineada con uno de estos planos.

La falla puede modelarse matemáticamente por un par de fuerzas actuando en sentidos opuestos (fig. 3a). Este problema de elasticidad había sido resuelto por Nakano en 1923, solución aplicada por Byerlee al problema de los planos nodales en 1926. La figura 3 (b,c) muestra los patrones de radiación para las ondas **P** y **S**: éstos dan la intensidad de las ondas: por ejemplo, para ondas **P** la máxima intensidad ocurre a 45°. Como puede observarse, el patrón de radiación de las ondas **P** concuerda con los datos observacionales.

El problema, sin embargo, no quedó resuelto allí. En los años subsiguientes se encontró que el patrón de radiación para las ondas **S** no siempre correspondía al de la figura 3c, sino que en algunos casos semejaba al de la figura 4c. Pronto se demostró que era necesario considerar un doble par de fuerzas (fig 4a) cuyo patrón de radiación de ondas **P** es similar al del sistema anterior (fig 4b) pero diferente para las

* En un medio elástico pueden propagarse dos tipos de ondas: las compresionales (**P**) y las ondas transversales (**S**). Las ondas **P** se propagan a mayor velocidad y constituyen el primer arribo en un sismograma.

el mecanismo sísmico

vas teorías de la deriva continental de la tectónica de placas. El método de las soluciones de plano focal constituye actualmente una de las herramientas estándar de la investigación sísmica y se aplica incluso a temblores profundos donde no hay fallas visibles.

El mecanismo físico de un sismo

Hemos dicho que Reid no expuso detalladamente cómo ocurre la pérdida de esfuerzos de cizallamiento en el plano de falla, lo cual es indispensable para elaborar un mecanismo. Suponer un par o un doble par de fuerzas es una primera aproximación al problema, ya que es sólo un sistema equivalente en términos de radiación. En la realidad, no existe ningún proceso que pueda crear estas fuerzas; lo que realmente existe es una acumulación de esfuerzos que se relajan catastróficamente.

Por otro lado, quedan problemas que no fueron resueltos por la teoría de Reid. Uno de ellos es que las caídas de esfuerzos observadas son menores que las que cabría esperar de fracturamiento. Todavía más difícil es explicar lo que ocurre en los sis-

mos más profundos (hasta aproximadamente 700 Km), ya que a esas profundidades la fricción en las caras de una falla sería tan alta que sobrepasaría en mucho el límite elástico de las rocas, de manera que habría flujo y no desplazamiento. La respuesta a estas preguntas se ha buscado en la observación experimental.

En los últimos 15 años se han investigado los efectos que sobre la fricción en rocas tienen la temperatura, la presión del fluido presente en los poros y la deshidratación de algunos minerales como la serpentinita. En general, se ha encontrado que todos estos factores facilitan el desplazamiento entre los bloques de una falla. Es entonces posible que un mecanismo de deslizamiento opere a mayor profundidad de lo que se pensaba anteriormente.

Para sismos profundos, se han propuesto mecanismos como fusión parcial o inestabilidad viscosa.* Estos mecanismos

podrían causar la caída de esfuerzos a través de un plano y, por lo tanto, el deslizamiento a lo largo del mismo.

Algunos investigadores proponen el cambio de algunos minerales a fases más densas con una consecuente reducción de volumen. Esto, sin embargo, daría lugar a radiación del tipo de colapso gravitacional. De hecho, este tipo de radiación ha sido encontrado en algunos sismos muy profundos para frecuencias muy bajas, pero "sobrepuesto" a la radiación de tipo de deslizamiento que hemos venido discutiendo.

Existe pues una serie de procesos físicos que pueden intervenir en los fenómenos dinámicos que llamamos temblores. En los párrafos siguientes veremos cómo algunos de ellos pueden ser tratados matemáticamente.

Modelos teóricos

Como ha sido evidente en los párrafos anteriores, la complejidad del problema requiere que en su formulación matemática se hagan una serie de suposiciones que lo simplifiquen. La consideración de un medio elástico y de un sistema de fuerzas constituye una primera aproximación

* Por inestabilidad viscosa se entiende lo que ocurre con la roca cuando, sometida a grandes presiones y temperaturas, deja de comportarse como un material elástico y adquiere propiedades visco-elásticas. Estas transiciones son usualmente catastróficas.

el mecanismo sísmico

al mismo. Este modelo permite obtener cierta información de los datos observacionales, pero ciertamente no toda ella, y por otra parte, es válido sólo para distancias muy grandes del foco.

A distancias pequeñas, las dimensiones finitas de la falla, la velocidad de ruptura y otros parámetros, influyen sobre la apariencia de las ondas que se registran en el sismograma. El modelo del sistema de fuerzas es incompetente para proporcionar información en esta región.

Un modelo todavía simple que incorpora estas variables es el de dislocación. En este caso se considera una superficie en un cuerpo elástico sobre la cual se presenta un desplazamiento relativo entre sus lados. Este problema fue resuelto a principios del siglo por Volterra, Maruyama y Knopoff resolvieron el caso en el que la dislocación crece con el tiempo y lo aplicaron específicamente a la sismología. Los resultados han sido aplicados a muchos temblores; la figura 6 muestra la comparación entre un sismograma real y el sismograma teórico obtenido por Boore y Zoback para el sismo del 28 de junio de 1966 en Parkfield, California.

Incidentalmente, esta última es una técnica usual en sismología: generar sismogramas teóricos que luego son comparados con los reales, para estimar así la validez de los parámetros con que fueron generados los sismogramas sintéticos.

En el modelo de dislocación se suponen conocidos la longitud de la falla, su velocidad de ruptura, los desplazamientos relativos a lo largo de la falla y su evolución en el tiempo. Estos datos son en realidad otras de las incógnitas que se quisieran determinar a partir de datos más elementales. Por este motivo, a los modelos de dislocación se les ha llamado cinemáticos.

Para modelar en detalle lo que sucede en la falla, es necesario en la actualidad suponer un mecanismo para la pérdida de esfuerzos. Ya fueron señalados algunos de los procesos probables, algunos de ellos no son en la práctica, tratables matemáticamente. En la actualidad se ha dado mucha atención a la teoría de fractura, originada inicialmente en problemas de metalurgia y resistencia de materiales, donde se estudia la estabilidad de una fractura en presencia de esfuerzos. Desde luego, también se hacen diferentes simplifica-

ciones, pero se evitan muchas de las que se hacen en los modelos de dislocación. Año con año se resuelven problemas cada vez más complicados. En esta tarea las computadoras electrónicas han resultado de gran ayuda.

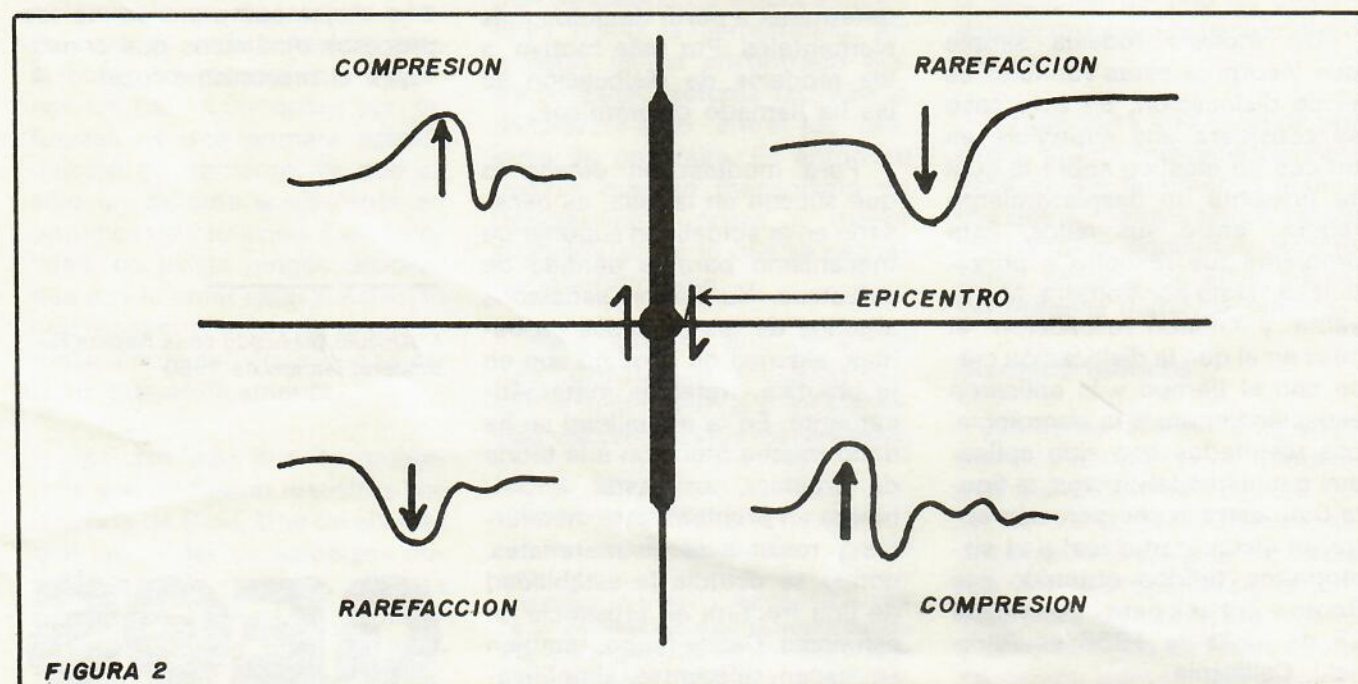
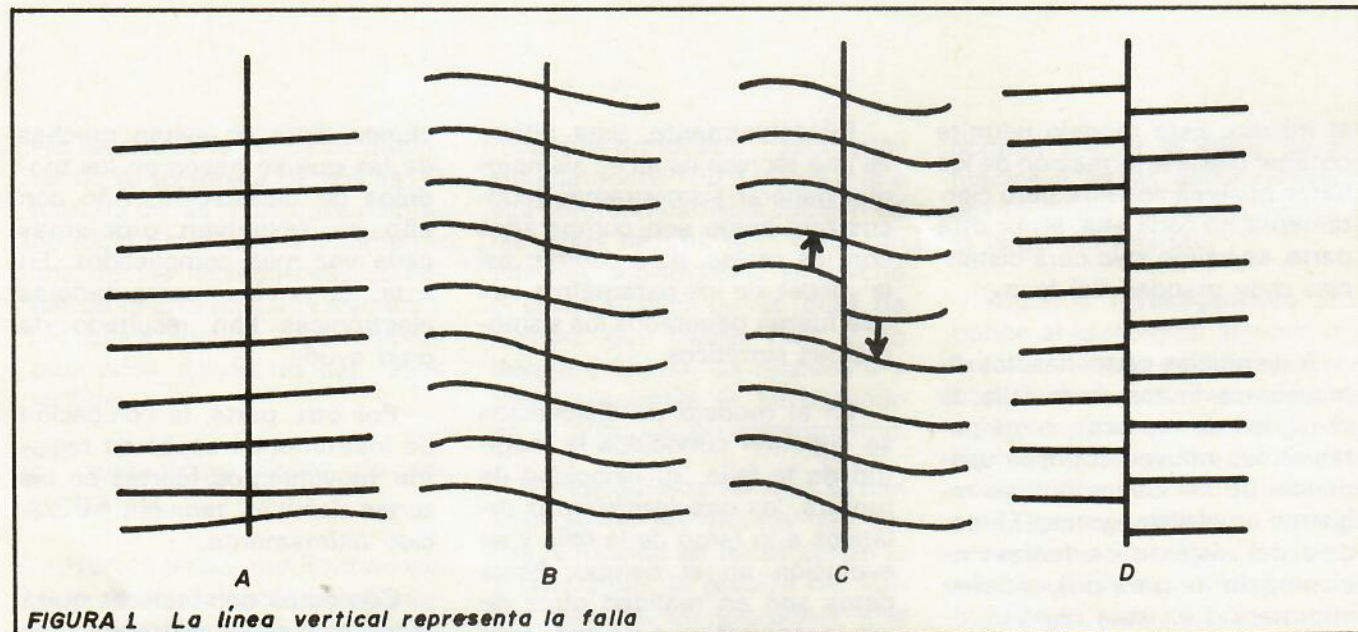
Por otra parte, la colocación de instrumental capaz de registrar movimientos fuertes en las zonas sísmicas, también ha crecido últimamente.

Con estos dos factores quizá tendremos en los próximos años una mejor comprensión de los procesos dinámicos que constituyen el mecanismo focal.

* Artículo publicado en la Revista Naturaleza, febrero de 1980.

GEOS

el mecanismo sísmico



el mecanismo sísmico

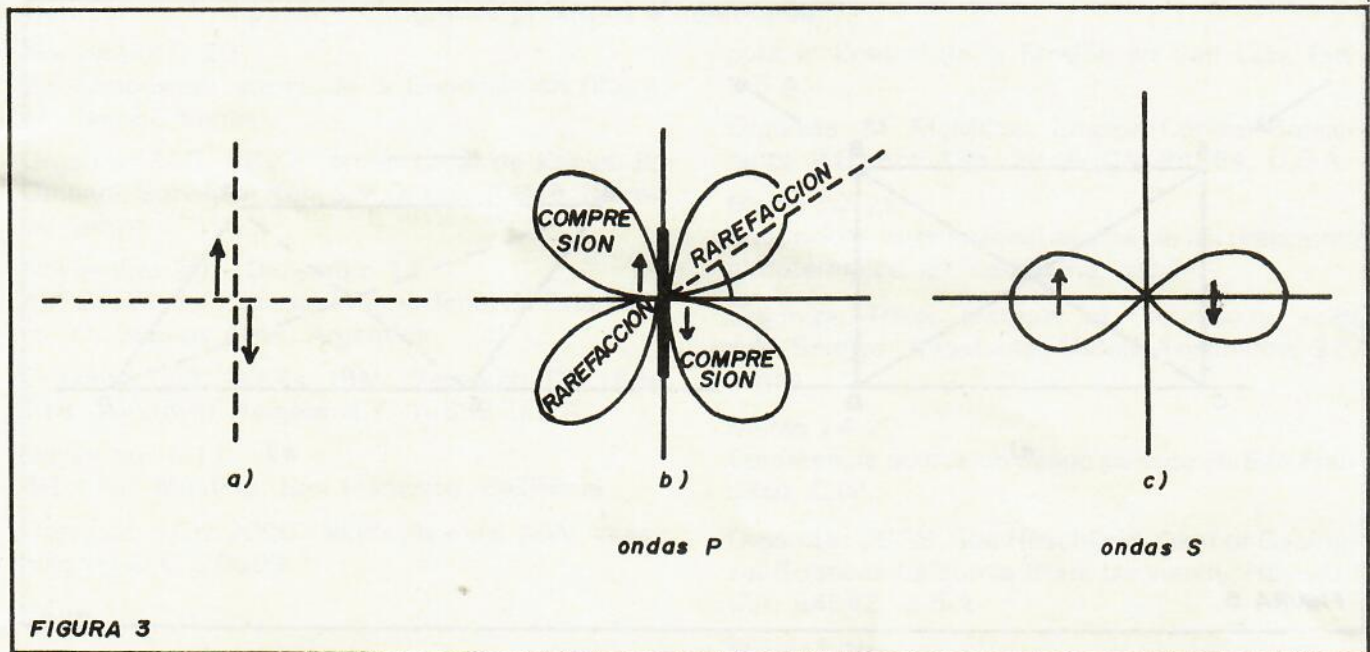


FIGURA 3

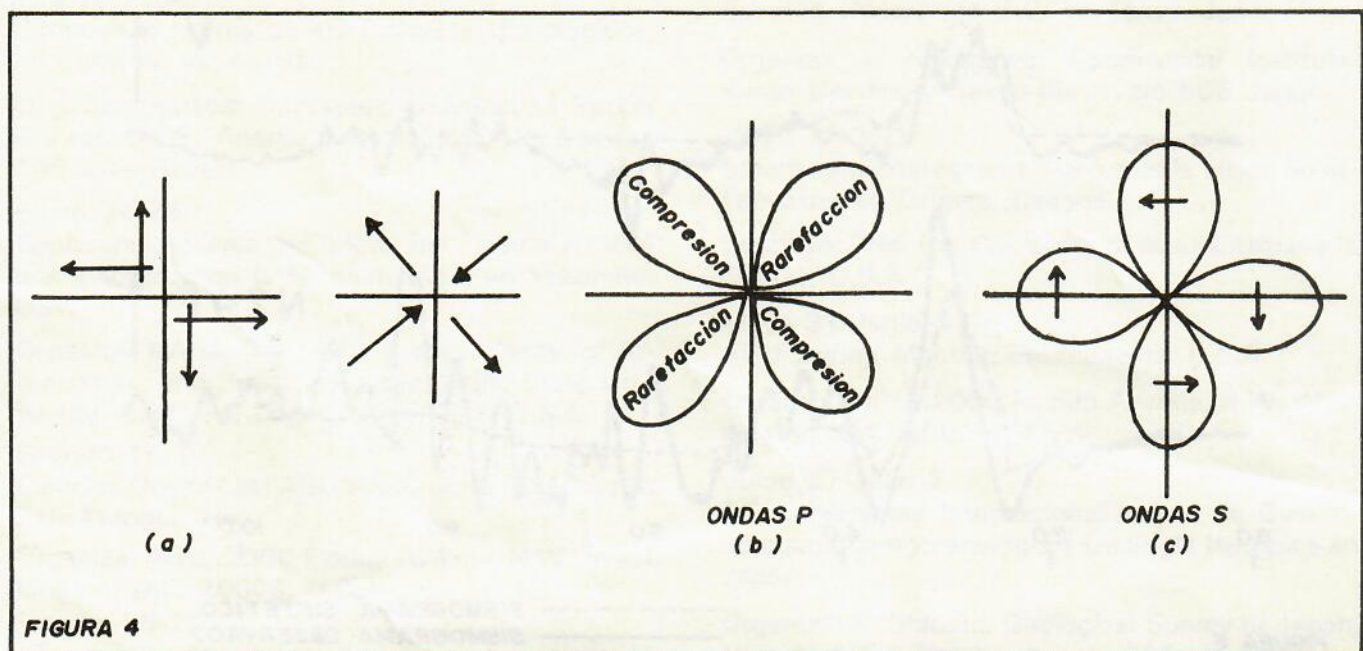
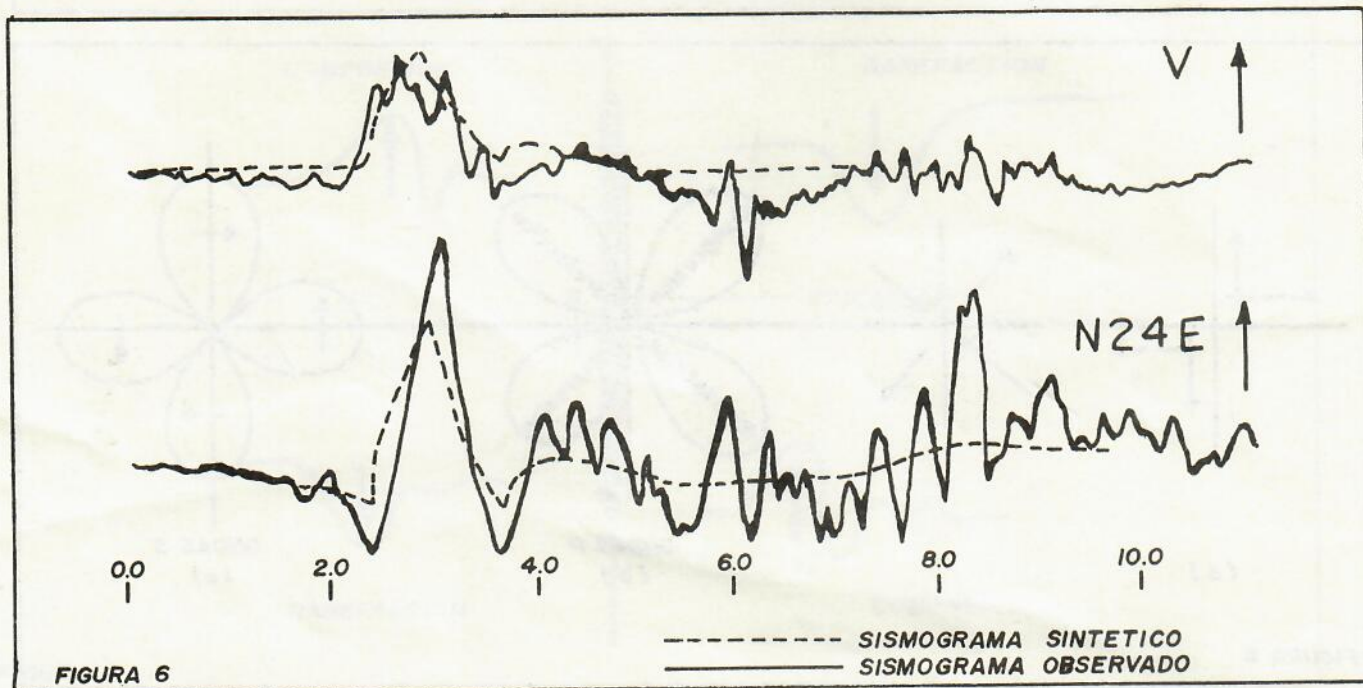
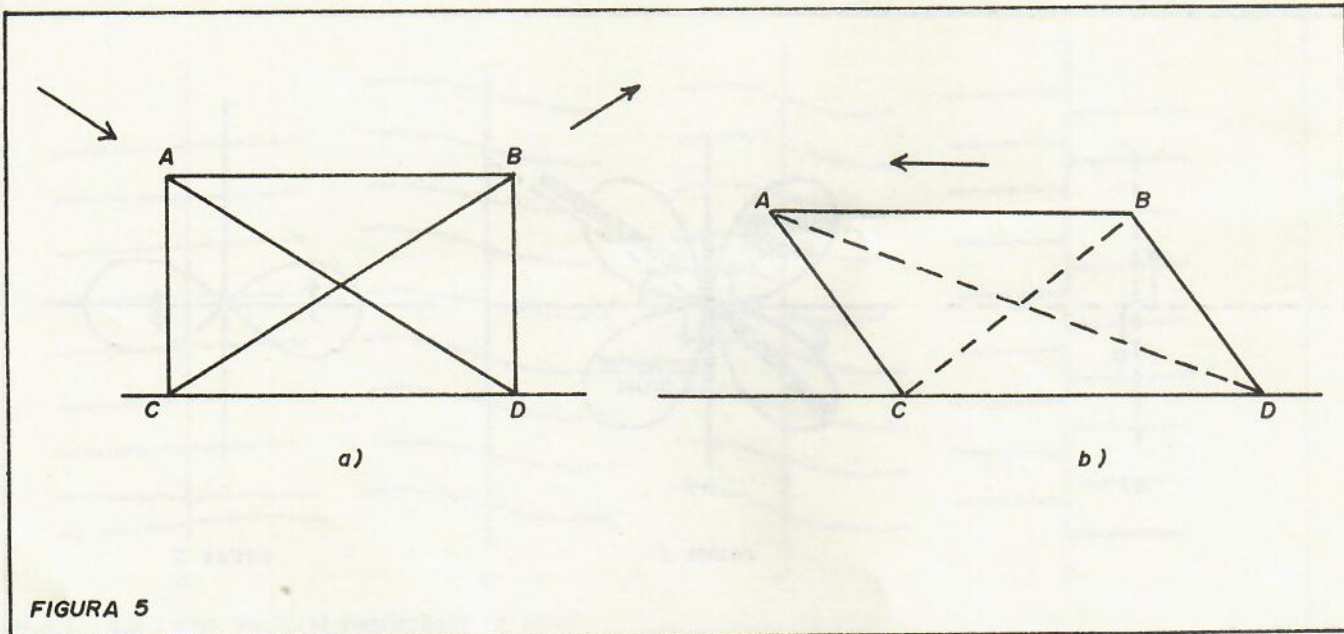


FIGURA 4

el mecanismo sísmico



reuniones, symposia y congresos

Reuniones, Symposia y Congresos próximos a celebrarse.

Noviembre 9-20

2o. Simposium acerca de la Geodesia en Africa, en Nairobi; Kenya.

Organiza: IAG, IUGG Comité Local de Kenya. R. Omandi, Survey of Kenya, P.O. Box 30046, Nairobi, Kenya.

Noviembre 30 - Diciembre 11

43° Sesión del Instituto Internacional de Estadística, en Buenos Aires, Argentina.

Organiza: J.R. Wallis, IBM, Research Div. Box 218, Yorktown Heights N.Y. 10598 U.S.A.

Diciembre 7-11

AGU Fall Meeting, San Francisco, California.

Organiza: AGU 2000 Florida Avenue, N.W. Washington D.C. 20009

1982

Enero 11-14

Simposium acerca de los Procesos Hidrológicos, en Caracas, Venezuela.

Organiza: Ignacio Rodríguez, Universidad Simón Bolívar, IAHS. Apartado Postal 80659, Caracas 1081, Venezuela.

Enero 24-29

Conferencia acerca del origen del Plasma y Campos eléctricos en la Magnetosfera: en Yosemite, USA.

Organiza: NASA, AGU, F.T. Berkey, Center of Atmospheric and Space Sciences, Utah, State University, UMC 34, Logan, UT 84322, U.S.A.

Febrero 16-19

Ciencias Oceánicas: AGU/ASLO Joint Meeting; en San Antonio, Tex.

Organiza: AGU, 2000 Florida Avenue, N.W., Washington, D.C. 20009, U.S.A.

Febrero 25-26

13a. reunión Anual de la Asociación Internacional

para el Control de la Erosión en Salt Lake City, U.S.A.

Organiza: M. McMillan, Erosion Control Consultants, P.O. Box 195, Pinole CA. 94564, U.S.A.

Marzo 22-26

Simposium Internacional acerca de las reacciones hidrotermales, en Yokohama, Japón.

Organiza: Tokyo Institute of Technology, shige yuki Somiya, Nagatsuta, Midori, Yokohama, 227 Japón.

Marzo 24-27

Conferencia acerca de riesgo sísmico en San Francisco, Calif.

Organiza: USGS, Sue Hirschfield, Dept of Geological Sciences California State University, Hayward, C.A. 94542, U.S.A.

Mayo 7-20

Reunión General de IAG; en Tokyo, Japón.

Organiza: I. Nakagawa, Geophysical Institute, Kyoto University Sakyo-Ku, Kyoto 606 Japan.

Mayo 17-22

Simposium Internacional acerca de la Física Solar-Terrestre; en Ottawa, Canadá.

Organiza: Prof. Liu, University of Illinois, Urbana IL 61801, U.S.A.

Mayo 31-Junio 4

AGU Spring Meeting en Filadelfia, U.S.A.

Organiza: AGU, 2000 Florida Avenue, N.W. Washington, D.C. 20009, U.S.A.

Junio 27-Julio 2

5a. Conferencia Internacional acerca de Geocronología, Cosmocronología y Geología Isotópica en Japón.

Organiza: K. Shibata, Geological Survey of Japan, Higashi 1-1-3 Yatabe, Ibaraki 305, Japón.

UNION GEOFISICA MEXICANA

Forma de Inscripción

Miembros UGM

Los miembros activos son aquellos cuya actividad profesional está relacionada con el campo de las ciencias de la tierra. Miembros Asociados son todos aquellos científicos o personas no relacionadas con las ciencias de la Tierra pero que están interesados en pertenecer a la UGM. Estudiantes en el área de las Ciencias de la Tierra pueden pertenecer a la UGM en calidad de miembros estudiantes.

Cuotas

Miembros activos	\$ 700.00
Miembros asociados	700.00
Miembros estudiantes	200.00

Todos los miembros recibirán con su subscripción la revista de la Unión; Geofísica Internacional y el Boletín GEOS.

Por favor use letra de Imprenta:

Nombre y Título _____

Dirección _____

Teléfono _____

Institución o Compañía _____

Tipo de Trabajo.

Académico

Investigación

Técnico

Administrativo

Áreas de Interés _____

Deseo pertenecer a la UGM en calidad de Miembro _____

FIRMA

Estudiantes deben incluir carta de recomendación de su asesor

Remita esta forma con su cuota a:

UNION GOFISICA MEXICANA

At'n: Dr. Javier Otaola
Instituto de Geofísica, Cd. Universitaria
México 20, D.F.
MEXICO

avisos

MAESTRIA EN GEOFISICA Facultad de Ciencias, UNAM

Requisitos: Tener grado de licenciado en el área de Ciencias o Ingeniería, aprobar examen de colocación y tener promedio superior a 8.

Duración: 4 semestres para cubrir 72 créditos por materias y 2 semestres para tesis.

Becas: Existe un número limitado de becas a estudiantes de tiempo completo.

Areas: Tierra Sólida y Ciencias Atmosféricas y Espacio Exterior.

Profesorado:

Dr. Juan Manuel Espíndola
Física del Interior de la Tierra
Dr. Lautaro Ponce *Sismología*
Dr. Jaime Yamamoto *Sismología*
Dr. Reynaldo Mota *Sismología*
Dr. Sergio Camacho *Percepción Remota*
Dr. Surendra Pal *Geoquímica y Geocronología*
Dr. Jaime Urrutia
Geomagnetismo y Paleomagnetismo
Dr. Román Alvarez
Propiedades Eléctricas de las Rocas
M. en C. Enrique Lima
Métodos Eléctricos de Exploración
Dra. María Prol *Física del Interior de la Tierra*
M.C. Servando de la Cruz
Física del Interior de la Tierra
Dr. Ismael Herrera *Matemáticas Aplicadas*

M. en C. Tomás González
Procesamiento de datos Geofísicos
Dr. Shri Krishna S. *Exploración Geofísica*
Dr. Federico Sabina *Matemáticas Aplicadas*
Dr. Carlos Vargas *Matemáticas Aplicadas*
Dr. Antón María Minzoni *Matemáticas Aplicadas*
Dr. Cinna Lomnitz *Sismología*
Dr. Alejandro Nava *Sismología*
Dr. Julián Adem *Modelos Climáticos*
Dr. Carlos Gay *Aeronomía*
Dr. Héctor Pérez de Tejeda *Magnetismo Planetario*
Dr. Román Pérez Enríquez *Radiación Cósmica*
Dr. Javier Otaola *Radiación Cósmica*
M. en C. Silvia Bravo *Medio Interplanetario*
M. en C. Tomás Morales *Modelos atmosféricos*
Dr. Ignacio Galindo *Radiación Solar*
Dr. Amando Leyva *Radiación Solar*
Dr. Humberto Bravo *Contaminación Atmosférica*
Dr. José Barberán *Oceanografía Física*

Informes: Dr. Carlos Gay
Instituto de Geofísica
Cd. Universitaria
México 20, D.F.

UNION GEOFISICA MEXICANA

Presidente Dr. Ismael Herrera
Secretario Dr. Javier Otaola
Tesorero Dr. Mauricio De la Fuente
Vocal Dr. Juan Manuel Espíndola
Vocal Dr. Alejandro Nava
Asesor Dr. Ignacio Galindo
Asesor Dr. Saúl Alvarez

Comité Editorial:

Francisco Medina
Ismael Herrera
Juan Manuel Espíndola

Apoyo Editorial

Dora Alicia Gloria
Antonio Domínguez
Guillermo García
José Ruiz
Lorenzo Pérez

Diseño y formación

Felipe Guevara

Fotocomposición

Tecnología Electrónica Digital, S.A.

Negativos e impresión

Creatividad Tipográfica, S.A.
San Borja 526-B México 12, D.F.

GEOS Boletín de la Unión Geofísica Mexicana. Revista Trimestral.

Publicada con la ayuda del Consejo Nacional de Ciencia y
Tecnología y del Instituto de Geofísica de la UNAM

Toda correspondencia dirigirla a:

Unión Geofísica Mexicana, Instituto de Geofísica, UNAM, México 20, D.F.