



¡Hola otra vez!

Pues aquí estamos de nuevo, este es el segundo número. Ahora te tenemos un artículo sobre el *Geomagnetismo*, y como seguramente estarás pensando, y eso ¿Con qué se come?, si sigues leyendo lo sabrás. También te platicaremos sobre el *Agua*, ni más ni menos que uno de los recursos naturales más importantes para el hombre y demás seres vivos.

Después de la Sección de artículos encontrarás *PARA LOS MAS PRENDIDOS*, donde te informamos sobre pláticas referentes a las Ciencias de la Tierra. En este trimestre tenemos *un buen* de conferencias que estamos seguros te van a interesar mucho, así que te esperamos.

Finalmente podrás echarle *UNA OJEADA A LOS AUTORES*; los autores quieren que los conozcas un poco y que te comuniques con ellos para poder platicarte sobre lo que hacen.

Y como siempre, te pedimos que nos leas, nos llames y sin miedo ¡*llégale a las Ciencias de la Tierra!*

¿EL GEOMAGNETISMO?, ¿CON QUÉ SE COME?

ADOLFO OROZCO

Yo creo que si preguntamos a cualquier persona si sabe qué es el Geomagnetismo, la respuesta más común será: ¿El Geomagnetismo? ¿y eso con qué se come? Porque el

Geomagnetismo, que no es otra cosa que el estudio del campo magnético de la Tierra, es un tema demasiado esotérico para la mayoría de la gente. En cambio, si preguntamos qué es una brújula y para qué sirve, la mayoría de las personas nos darán una respuesta correcta y rápida: ¿la brújula? ¡Ah claro, eso si sé para qué sirve! La brújula es una aguja imantada que se utiliza para saber dónde queda el Norte.

Así pues, aunque casi nadie sepa qué es el geomagnetismo, la mayoría lo ha utilizado alguna vez, al menos para orientarse. ¿De dónde viene esa aparente ignorancia? Yo creo que viene de que el campo magnético de la Tierra -como todos los campos magnéticos- tiene una semejanza con el aire: ahí está, pero nadie lo puede ver. Pero también, al igual que el aire, si bien no los podemos ver, si podemos detectar su presencia y medirlos, tanto por ellos mismos como por los efectos que producen.

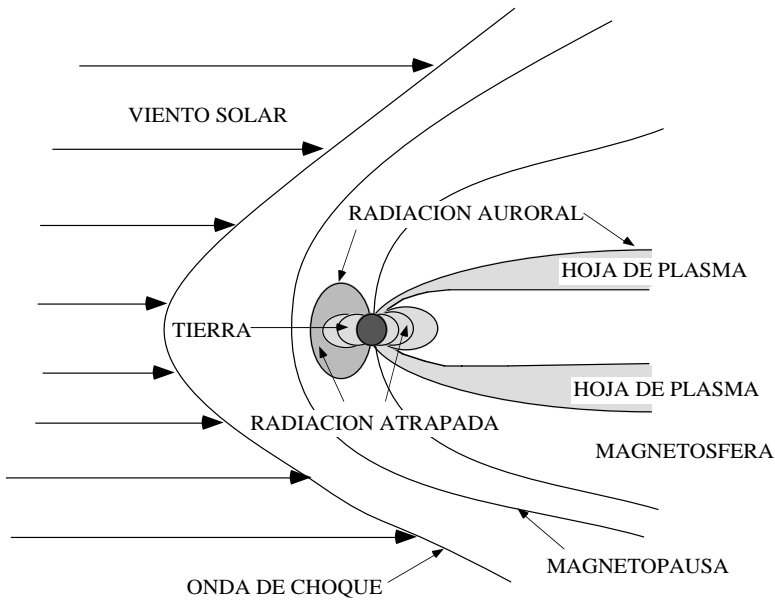
Aquí les platicaré sobre una de las manifestaciones del campo magnético. La existencia de algo «raro» en el ambiente se conoce desde hace muchos siglos. Los chinos ya utilizaban brújulas rudimentarias desde hace más de 3,000 años. Cuentan que un emperador chino mandó construir una estatua metálica con el brazo derecho extendido. Esta estatua tenía material magnético. En ese entonces los sabios que aconsejaban al emperador sabían que ese material tenía la propiedad de apuntar siempre hacia el norte, donde se encontraban las ciudades enemigas contra las que quería combatir el emperador. Así pues, éste

mandó congregarse al pueblo y al ejército, luego le pidió a los dioses que le indicaran, por medio de la estatua, hacia dónde quedaba el enemigo, y al permitir que la estatua girara libremente sobre un eje vertical, ésta apuntó hacia el norte, y hacia allá se dirigieron los ejércitos conquistadores y obtuvieron la victoria.

Esta no es más que una anécdota de cómo se puede utilizar el magnetismo de la Tierra para fines muy diferentes de los científicos. Pero una de las manifestaciones asociadas con el geomagnetismo y que más temor, reverencia y admiración ha causado y sigue causando, desde hace miles de años, son las maravillosas «Auroras Boreales» o «Luces del Norte».

¿Qué son las Auroras Boreales? Son, al decir de quienes han tenido la fortuna de verlas «en vivo», hermosas cortinas de luz de varios colores, rojas, verdes y azules, que se despliegan en el cielo de las regiones «boreales», esto es, allá muy al norte de los Estados Unidos, Canadá y desde luego Europa y Asia. Estas cortinas luminosas que se observan colgando a grandes alturas en el cielo y que ondulan graciosamente, permanecen por varias horas en el cielo nocturno de estas regiones, en incesante movimiento y con cambios graduales de color, a veces en una región limitada, a veces extendiéndose por todo el firmamento. Se trata de una visión al mismo tiempo maravillosa y sobrecogedora. Los pueblos antiguos las interpretaban a veces como una señal de la alegría de los dioses, otras como el indicio de sus enojos.

Sin embargo, nosotros sabemos



ahora que dichos despliegues luminosos son el resultado del choque de partículas energéticas con los átomos de la atmósfera. Al producirse este choque, los átomos de oxígeno y nitrógeno principalmente se excitan y al desexcitarse emiten luz. Esta luz es la que vemos en las auroras boreales. Por cierto, si bien se habla sobre todo de las Auroras Boreales, también ocurre este fenómeno en las regiones australes, sólo que como la densidad de población es mucho menor, estas auroras no tienen tanta fama como la de sus colegas del norte.

Bueno, ¿Y qué tienen que ver las Auroras Boreales con el campo magnético de la Tierra? Pues la relación se empezó a conocer apenas a partir de mediados del siglo pasado. Lo primero que se supo es que durante las auroras boreales, las brújulas que se encontraban cerca se volvían locas y empezaban a moverse erráticamente. A este fenómeno se le llamó «Tormenta Magnética». La relación entre las tormentas magnéticas y las Auroras ha sido tema de estudio desde entonces. A principios de los años 60 de este siglo, con el inicio de la investigación espacial por medio de cohetes, se descubrió que la Tierra está rodeada por un cinturón de partículas cargadas altamente energéticas, que se encuentran moviéndose alrededor de la Tierra.

Pero ¿qué es lo que mantiene a estas

veloces partículas circulando alrededor de nuestro planeta sin perderse en el espacio o precipitarse a la superficie?, pues ¡¡¡el Campo Magnético de la Tierra!!! Resulta que la configuración de las líneas magnéticas (parecidas a las de un imán común y corriente, sólo que a lo bestia), provoca que estas partículas queden «atrapadas» por el campo magnético.

Ahora bien, cuando ocurren explosiones en el Sol, éste arroja al medio interplanetario inmensas cantidades de material cargado eléctricamente, el cual se propaga a grandes velocidades barriendo con todo lo que se encuentra a su paso. Cuando este material se encuentra a la Tierra en su camino, -bueno, más bien al campo magnético de la Tierra, pues al planeta como tal prácticamente no lo ve por ser ¡muy pequeño!- le produce una serie de perturbaciones, entre ellas las tormentas magnéticas, y «sacude» por así decirlo, las líneas del campo geomagnético. Este sacudimiento provoca que algunas de las partículas que se encontraban atrapadas en él, sean «liberadas» y se precipiten hacia la Tierra siguiendo las líneas magnéticas en las cuales se encontraban oscilando. Resulta que esas líneas son precisamente las que van a dar a las regiones aurorales, razón por la cual es en esas regiones donde se observa este fenómeno.

Bueno, tengo la impresión que para una primera comunicación hay suficiente material por el momento, espero tener la oportunidad de seguirles platicando muchos otros datos interesantes sobre el Campo Magnético de la Tierra. Así pues ¡Hasta pronto!

EL AGUA, TU Y TUS NIETOS

JAIME DURAZO

Poco conocido es el gran esfuerzo social que la ciudad de México hace para tener agua. Creo que si tu sabes cómo es utilizada e identificas el papel que juega y jugará la técnica y las ciencias en la actividad y la problemática que se le asocian, serás más libre al decidir tu futura preparación profesional. Además, puedes empezar a pensar en participar en la solución de esta problemática.

Aquí Nos Tocó Vivir. Tu, yo y los casi 20 millones de chilangos que hoy habitamos la zona metropolitana de la ciudad de México (DF y municipios conurbados del Edomex), vivimos en el fondo de una cazuela, pues estamos rodeados totalmente de montañas. Tal circunstancia es determinante de muchas de las características de las aguas superficiales y subterráneas y, consecuentemente, muchas de las características culturales y socioeconómicas de nuestros antepasados, nosotros mismos y los que serán nuestros descendientes.

La lluvia que cae en nuestra cazuela, llamada la Cuenca Cerrada de México, tiende a acumularse en las partes bajas, precisamente donde vivimos. Y si no vivimos entre lagos es porque el modo de vivir de los aztecas no convenció a sus conquistadores españoles. Ellos añoraban su país natal -y no eran aficionados al baño-, así que decidieron construir sobre las ruinas aztecas una nueva ciudad seca. Para lograrlo comenzaron a abrir las montañas del norte, allá por Nochistongo, y empezaron a sacar el agua de los lagos. Nosotros, sus herederos, seguimos desaguando. La última obra es el Drenaje Profundo, el más grande del mundo, que data de 1982.



Origen y Destino. Como no es conveniente hacer presas arriba de las montañas, vivir secos nos costó anular la capacidad natural de la cuenca de almacenar agua. Nuestro problema - mientras no lo transformemos - es un dilema: o sacamos el agua (lluvia y aguas de deshecho urbano e industrial) o retornamos al paisaje de Tenochtitlan, pero ahora entre lagos llenos de mierda.

Estarás preguntándote: Si expulsamos la lluvia ¿dónde diablos nos abastecemos de agua potable?, y si expulsamos el agua de deshecho ¿dónde la disponemos? Estas son las respuestas. El agua que sale en tu llave tiene dos orígenes: el subsuelo que pisas y la que nos agandallamos más allá de nuestra cuenca, Toluca y Cutzamala, misma que conducimos por túneles a través de la sierra de La Marquesa hasta Chapultepec. Por su parte, las aguas de deshecho se van al drenaje, las juntamos con la lluvia y la repartimos. Una parte pequeña se clarifica en la planta del Cerro de la Estrella y la utilizamos en el lavado de autos, regadío de jardines y llenado de las chinampas de Xochimilco y de la nueva ecología en Cuemanco, algo se utiliza dentro de la cuenca para llenar los lagos de Texcoco y regar alfalfa al norte de Ecatepec, pero la mayor parte la mandamos por el Drenaje Profundo y el Gran Canal hacia fuera de la cuenca, a los campos agrícolas del

Valle del Mezquital, Hidalgo. Si algo queda, va al Golfo de México.

Verdad y Consecuencias.

Con tus bisabuelos se terminaron los tiempos cuando amarraban a los perros con chorizo y el agua brotaba por los manantiales. Ahora, miles de pozos dentro de la cuenca cubren la necesidad de agua potable a razón de unos 55 metros cúbicos por segundo. Con esto podríamos llenar (órale, usa tu calculadora) 99 albercas olímpicas cada hora (50 m x 20 m x 2 m). En el mismo lapso los túneles de La Marquesa nos llenan otras 32 albercas. Así que a cada uno de los 20 millones de chilangos nos tocan democráticamente unos 320 litros por día. Imagina ahora que los divides en cuatro tambos. Tres de ellos tuvieron que ser extraídos por el pozo de la esquina desde una profundidad entre 200 y 44 metros; el restante tuvo que ser elevado 1,100 metros y conducido más de 100 kilómetros. Y ¿cuánto te cuesta? Agárrate, te cuesta el equivalente a ¡dos cigarrillos «Broadway»! Obviamente este no es el costo real. Considera, por ejemplo, que a fines de los 1940's, cuando construyeron los túneles de La Marquesa, \$1 de cada \$2 del presupuesto del D.F. fue para pagar esas obras. Parte del costo lo paga papá y mamá con sus impuestos y la parte restante, eventualmente, lo pagarás tú al Banco Internacional de Desarrollo. Voy ahora a hablarte de balances.

Casi toda el agua de los pozos viene de la lluvia que se filtró en las montañas circundantes, pero un poco viene del agua que expulsa el suelo al comprimirse (por eso la ciudad se hunde y los edificios se inclinan). Los que se dedican a estos estudios calculan que extraemos más agua de la que se repone naturalmente (por eso el nivel del agua subterránea está cada día más profundo). Así que hay un déficit que lo cubre la reserva subterránea. Y, tú sabes, cuando gastas más de lo que te dan, puedes anticipar problemas.

El Precio del Deber. Ahhh... ese irresistible objeto del deseo que coquetea contigo. ¡Aguas!, está haciendo su luchita para que le ayudes con los hijos que posiblemente ambos procreen. Ni modo, es la vida y tienes que pensar en el futuro. Para no llegar más allá ¿qué agua utilizarán tus hijos y tus nietos?. Seguramente van a ser muchos y la ciudad seguirá creciendo.

Sin catastrofismos, pero con intención de reto, he dicho que ya estamos en la reserva. Piensa por un momento en el auto que a veces le bajas a tu papá. Cuando te lo deja con el tanque de la gasolina en la reserva tienes que planear muy bien a dónde quieres ir, de lo contrario te quedarás tirado donde menos piensas. En nuestro contexto, planear significa, al menos, dos cosas: 1) preguntarse a qué nuevo vecino vamos a agandallarnos y cómo vamos a repartir el agua sobrante, y 2) investigar cómo optimizar el uso, el reuso y el requeteuso del agua (¿seguiremos echando agua de beber al excusado?). Esto significa mucha política, mucha ciencia y mucha técnica. Ciencia para conocer los fenómenos sociales y naturales; técnica para mejor aprovecharnos de todos ellos.

Un Reto. Si no queremos que los gringos resuelvan nuestros problemas, te toca entrarle al toro. Habrá chamba para todos los gustos. Se necesitan historiadores, antropólogos, sociólogos, grillos, contadores, administradores, matemáticos, obviamente ingenieros hidráulicos, civiles, sanitarios y ambientales; por supuesto, geólogos, geofísicos e hidrólogos. Nosotros, en el Departamento de Recursos Naturales del Instituto de Geofísica de la UNAM, nos dedicamos a estudiar la geología y la geofísica de las aguas subterráneas, sus fenómenos de contaminación y descontaminación, la disponibilidad de esos recursos y el impacto ambiental relacionados con su explotación. También, formamos parte de un posgrado (Maestría y Doctorado) donde se enseña ésta y otras áreas afines a las Ciencias de la Tierra. ¿Le entras?

PARA LOS MAS PRENDIDOS

Checa esto:

El **13 de agosto** el Dr. Agustín Muhlia te platicará sobre *La Turbiedad Atmosférica y la Radiación Solar*.

El **10 de septiembre** el Dr. Javier Pacheco te informará sobre *La Sismicidad en México*.

Y el mes de octubre está pesado, nada más, ve esto:

El **9 de octubre** el Dr. Jorge Arzate te hablará sobre *El método Magneto-telúrico y su Aplicación al Estudio de la Tectónica Regional*.

El **26 de octubre** la Dra. Blanca Mendoza te contará sobre *Un Niño muy Latoso*.

El **27 de octubre** otra vez los sismos, pero ahora con el Dr. Luis Quintanar, quien hablará sobre *México, País de Sismos*.

El **28 de octubre** el Dr. Hugo Delgado te informará sobre las *Aventuras del Volcán Popocatepetl*.

El **29 de octubre** sabrás sobre la *Evolución Climática de la Tierra* con el Dr. Jaime Urrutia.

Finalmente, el **30 de octubre** la Dra. Leticia Flores te responderá la siguiente pregunta: *Y las Matemáticas ¿Para qué Nos Sirven?*

Todas estas conferencias se llevarán a cabo en el Auditorio Ricardo Monges López en el 2do piso del Instituto de

Geofísica en Ciudad Universitaria (a 5 minutos a pie del metro CU), a las 12.00 hrs. Allí nos vemos.

También te queremos informar que existe el *Posgrado en Ciencias de la Tierra*. Puedes estudiar cosas referentes a Sismología y Vulcanología, Recursos Naturales, Paleomagnetismo y Exploración y Ciencias del Espacio. Si te interesa, comunícate con Norma Bravo al Tel. 6 22 41 37.

UNA OJEADA A LOS AUTORES

Adolfo Orozco se interesó por la Física en la preparatoria, ingresó a la Facultad de Ciencias de la UNAM y allí se generó su interés por el Geomagnetismo. Ha hecho estudios de Posgrado en la UNAM y actualmente es el jefe de la Sección de Geomagnetismo, del Instituto de Geofísica. Si te interesas por el geomagnetismo llámalo al 6 22 41 49, donde él con gusto te contestará. También lo puedes contactar a su correo electrónico: adolfo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

El interés de *Jaime Durazo* por la Física también empezó en la preparatoria, entró a la Facultad de Ciencias de la UNAM y, dado que el nació en el Desierto de Altar en Sonora, se dedicó al estudio del agua como un recurso natural. Hizo estudios de Posgrado en Viena y trabajó en la Universidad de Waterloo (Canadá) y en la Comisión Nacional del Agua. Actualmente es Investigador del Depto. de Recursos Naturales del Instituto de Geofísica. Le gustará mucho platicar contigo, así que, llámalo al 6 22 41 33, o comunícate a su correo electrónico: durazo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

LOS QUE LO HACEMOS

Blanca Mendoza,
(Depto. de Física Espacial)
Tel. 622-4142
blanca@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Leticia Flores,
(Depto. de Geomagnetismo y Exploración)
Tel. 622-4027
leticia@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Ma. Dolores Maravilla Meza,
(Depto. de Física Espacial)
Tel. 622-4142
@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Jaime Durazo,
(Depto. de Recursos Naturales)
Tel. 622-4133
durazo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Carlos Mortera,
(Depto. de Sismología y Vulcanología)
Tel. 622-4138
carlosm@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Enrique Cabral,
(Depto. de Geomagnetismo y Exploración)
Tel. 622-4117
ecabral@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Edición Técnica
François Graffé Schmit
Mónica Nava Mancilla

Impreso en la Sección Editorial del Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, México, D.F.
<http://nundehui.igeofcu.unam.mx>



Tomado de *La Jornada*, 6 de agosto, 1998 ("Letra S" p-3)