

¡Hola de nuevo!

En este nuestro tercer número del año te vamos a platicar sobre **El polvo cósmico**, algo que forma parte de las nubes de la Tierra, los anillos de los planetas y los cometas entre otros de los muchos objetos que pueblan nuestro universo. ¿Has oído hablar de los *Tsunamis*? Podrás conocer de que se tratan estos catastróficos fenómenos marinos en ¡**Qué Ola!**

Si te fijas, en la última sección **UNA OJEADA A LOS AUTORES** te contamos algo sobre los articulistas y te damos sus teléfonos y correos electrónicos. La razón es que nos interesa que nos busques si quieres saber más sobre los temas que encuentres aquí. Así que léenos, comunícate con nosotros y ¡*llégale a las Ciencias de la Tierra!*

¿QUE COSA ES UN PLASMA POLVOSO?

DOLORES MARAVILLA

¿Sabías que en la naturaleza existen varios tipos de plasma empezando por el plasma sanguíneo? Pues bien, déjame explicarte.

En nuestro planeta aparte del plasma que está asociado a la vida de los seres humanos (sí, el que tiene glóbulos blancos, glóbulos rojos y plaquetas) también existen los que están asociados a la vida, pero de los planetas, las estrellas y cuerpos rocosos en el

universo. Estos últimos reciben simplemente el nombre de plasmas y se les puede encontrar en un sinnúmero de ambientes astrofísicos y espaciales. Un plasma es un gas ionizado, es decir, un gas cuyos átomos han perdido uno o más electrones (a esta clase de átomo se le llama ion) y por tanto está compuesto de iones y electrones. Un ejemplo de plasma es la flama que se produce cuando enciendes un cerillo. Cuando este plasma contiene partículas de polvo cuyo tamaño es el de millonésimas de metro (es decir micras), se le bautiza sencillamente con el nombre de *plasma polvoso*.

A veces, los plasmas polvosos contienen pocas partículas de polvo como los que se encuentran en las atmósferas planetarias; por ejemplo en la Tierra se observan en unas nubes que se encuentran a más de 20 km de altura y que reciben el nombre de nubes noctilucuentes; o bien contienen grandes cantidades de polvo como en las colas cometarias, los anillos planetarios, las nubes moleculares interestelares, o la atmósfera superior del Sol.

En todos estos medios el polvo está cargado eléctricamente, por lo cual se comporta como si sólo fueran iones y electrones. Gracias a la carga eléctrica, las partículas de polvo pueden *aglutinarse* formando

partículas de polvo más grandes que reciben el nombre de granos. ¿Por qué crees que se aglutinan? Pues porque las cargas de signo contrario se atraen y si se encuentran dos partículas de polvo con cargas opuestas, entonces se atraerán una a la otra ¡formando una particulota!

Pero los granos no sólo se aglutinan, ¡también pueden *explotar!* Seguramente te preguntarás, bueno ¿y cómo sucede esto? Resulta que cuando el polvo forma parte de un plasma, algunos iones y electrones del medio que rodea al plasma se depositan sobre su superficie y lo van cargando, si la fuerza eléctrica ejercida por estas partículas sobre la superficie del grano es mayor que la fuerza con la que las moléculas que lo forman se mantienen unidas, entonces el grano se desintegrará vía una explosión y se producirá material nuevo de tamaño más pequeño (submicro-métrico); este fenómeno es conocido como ruptura electrostática.



Además de formarse particulotas y particulitas por aglutinamiento o explosión, los granos también pueden *levitar* ¿Que qué? Déjame decirte que esto no tiene nada que ver con la meditación o los fakires, sino más bien con la carga eléctrica (¿Otra vez?). Este fenómeno llamado levitación electrostática se produce entre dos granos que tienen carga iguales, ya sean positivas o negativas, pero de tamaño diferente, uno es chico y el otro grande. El grano grande atrae gravitacionalmente al chico, tal como lo hace la Tierra con la Luna, pero gracias a que el signo de la carga es el mismo, los granos se repelen de tal manera que el grano chico empieza a separarse de la superficie del grande hasta llegar a cierta altura a partir de la cual la magnitud de la fuerza de repulsión electrostática es menor que la fuerza gravitacional y el grano pequeño cae hacia la superficie del grano grande para iniciar nuevamente la separación, pues las cargas del mismo signo se repelen.

Además los granos pueden ser *erosionados* porque el material que los rodea golpea sus superficies constantemente creando más partículas de polvo de tamaño submicrométrico. Si te das cuenta, todos estos fenómenos se producen de manera individual, es decir participa grano por grano, o bien como decimos los físicos, son procesos que se dan entre partículas independientes. También existen fenómenos en donde las partículas y los granos trabajan en equipo para hacer de las suyas; en este caso se dice que los fenómenos son de tipo colectivo. De este comportamiento en conjunto te hablaré en otra ocasión. Finalmente te diré que los científicos dedicados al estudio de los plasmas polvosos creen que las estrellas y los sistemas planetarios pueden crearse vía el aglutinamiento de granos cargados y probablemente nuestro sistema solar tuvo su origen de esta manera, cuando todo el polvo que contenía la nebulosa primigenia se acumuló en su centro para formar posteriormente el Sol y los planetas.



¡QUE OLA!

CARLOS MORTERA

¿*Qué es un tsunami?* Muy pocos se enteraron que inmediatamente después del gran temblor del 19 de septiembre de 1985, varias costas en el estado de Michoacán fueron inundadas por el mar. Nadie le prestó atención a este evento costero, porque los grandes daños producidos por el sismo ocurrieron en las poblaciones del interior de México. Diez años después ocurrió lo mismo con el sismo del 9 de octubre de 1995 que afectó las costas de Colima y parte de Jalisco. Poblaciones cercanas al océano Pacífico fueron inundadas por el levantamiento del nivel del mar, pero gracias a las memorias de sus padres y abuelos, los pobladores de estas costas supieron que hacer: correr hacia los lugares altos después de sentir un fuerte movimiento del suelo. En 1932, sus abuelos y padres ya habían tenido similar experiencia con una marejada relacionada con el sismo del 3 de junio en Jalisco, que ha sido el más fuerte ocurrido en México en este siglo. Marejada está mal usado al referirse al fenómeno que ahora es llamado *tsunami*, palabra japonesa que significa una ola formada dentro de un puerto o bahía. Las marejadas son principalmente el resultado de la atracción gravitacional de la Luna y el Sol. El *tsunami* no es causado por esta atracción celestial, sino que consiste en una serie de olas con períodos muy largos (el tiempo entre 2 crestas sucesivas de olas) que son generadas en

el mar por una perturbación instantánea del suelo marino, la cual desplaza a las aguas de su estado de equilibrio.

¿*Qué origina un tsunami?* Generalmente un *tsunami* resulta cuando el suelo marino se deforma por un sismo que desplaza las masas de agua adjuntas a la zona del epicentro; también una erupción volcánica o el colapso de un volcán marino pueden provocar un *tsunami*. La famosa explosión del volcán Krakatoa en 1883 en el océano Índico generó un *tsunami* que arrasó a las islas adyacentes de Java y Sumatra y más de sus 35 mil habitantes perecieron por la explosión y el *tsunami*. El impacto de un meteorito gigantesco también puede ocasionar olas tipo *tsunami*.

¿*Cuál es la diferencia entre olas generadas por tsunamis y por vientos?* Las olas generadas por vientos tienen períodos cortos, de 5 a 20 segundos y la distancia entre 2 sucesivas crestas de ola es de 100 a 200 metros (ver figura de la página siguiente). Las olas de los *tsunamis* tienen períodos de casi 1 hora y la distancia entre crestas puede ser de más de 400 km. Las olas del *tsunami* se propagan a velocidades similares a las de un jet, de más de 1000 km/h en aguas de más de 4000 metros de profundidad; su propagación varía dependiendo de la profundidad del mar. Al acercarse a la costa, la profundidad decrece afectando las velocidades de las olas y resultando que la cresta viaje más rápido que la depresión. Esto causa un espectacular rom-

pimiento de las olas muy afuera de la costa, con efectos devastadores. Un *tsunami* generado por un gran sismo en la costa de Chile llegaría a las costas de Japón después de más de 22 hrs de propagarse por el océano Pacífico, y a costas mexicanas se tardaría entre 10 a 12 hrs.

¿Podemos detectar un tsunami? Un *tsunami* en mar abierto es muy difícil de detectar. En mar profundo la distancia de cresta a cresta de sus olas es de 30 a 60 km, como el movimiento habitual del mar. En junio 15 de 1896, fuera de las costas de la isla japonesa Honshu, un sismo de magnitud 7.2 generó el *tsunami* más destructivo de Japón hasta esa fecha. Pescadores de la región que estaban en aguas profundas del mar y cerca del epicentro del sismo no sintieron el paso de las olas que 20 minutos después devastarían más de 170 km de costa. Esos mismos pescadores usaron después sus redes para recuperar a los ahogados. Más de 28 mil personas perecieron y la altura de las olas llegó hasta 38 metros cuando tocaron tierra.

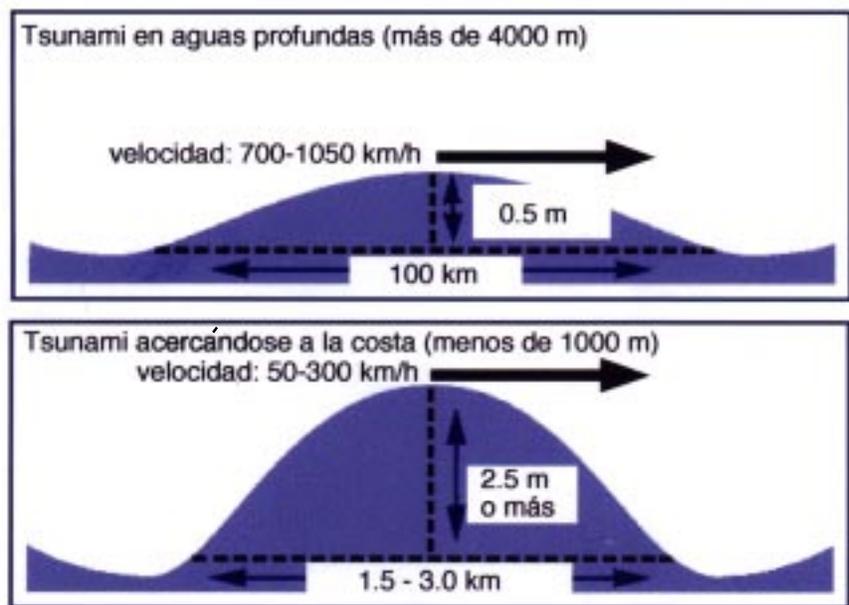
¿Cuál es la forma que tiene el tsunami al llegar a la costa? Normalmente el avance del *tsunami* a la costa se manifiesta por un rápido incremento de la altura del nivel del mar con una duración de varios minutos, mientras que la duración de la bajada del nivel del mar es más corta porque es afectada por el avance de la siguiente cresta del *tsunami*. Por eso en bahías y puertos con una entrada angosta al mar, la altura de la segunda ola del *tsunami* regularmente es mayor porque las aguas se amontonan dentro de la bahía y el nivel del mar inunda áreas más altas. El avance de estas aguas en tierra puede acarrear muchos objetos y seres humanos hacia el mar cuando éste retrocede. El *tsunami* de 1958, generado por el desgaje de una montaña en Alaska que colindaba con el mar, generó olas de hasta 525 metros de altura en tierra. El *tsunami* que generó el temblor de Jalisco en 1995, tuvo un desarrollo calmado y permitió que los pobladores de las aldeas costeras de Jalisco y Colima alcanzaran lugares seguros en los cerros cercanos. Como

se ve, las olas del *tsunami* que abaten la costa son variables y complejas, por ello es difícil modelar su comportamiento en áreas costeras.

¿Cómo predecir tsunamis? Los *tsunamis* generados por sismos son muy infrecuentes, pues no todo gran temblor en el océano es acompañado por un *tsunami*. Los niveles del mar alrededor del océano Pacífico y en las islas son monitoreados constantemente con sensores electrónicos para detectar cambios abruptos en el nivel del mar. Después de las destrucciones ocasionadas en las islas de Hawaii por *tsunamis* procedentes de Chile y Alaska a principios de los 60's, se estableció "El Centro de Alerta de Tsunamis del Pacífico". Este Centro da aviso inmediato de un posible *tsunami* propagándose a través del Pacífico, cuando un gran sismo ocurre en las siguientes regiones marinas: 1) cercano a las costas de islas y continentes, 2) el foco del sismo está cercano al fondo marino, 3) muy cerca de las trincheras oceánicas relacionadas con las zonas de subducción, y 4) el evento es de una magnitud mayor de 6.0. Se procede a modelar numéricamente el avance del *tsunami* a través del océano para determinar su trayectoria y las regiones que se verán afectadas. Con esta información las autoridades civiles

determinarán si procede evacuar a la población cercana a la costa y el retiro de navíos mar adentro. Sofisticados sensores de presión se han colocado en el fondo marino durante esta década para monitorear constantemente cambios abruptos del nivel marino en mar abierto y confirmar la propagación de *tsunamis*. Con estos monitoreos se modelan las inundaciones causadas por *tsunamis* y se pueden definir las áreas costeras que serán afectadas por el oleaje. Muchas localidades japonesas y estadounidenses cuentan ya con mapas de posibles inundaciones debidas a *tsunamis*. México aún carece de estos mapas.

¿Cuántos tsunamis ha habido en costas mexicanas? Históricamente las costas mexicanas han sido muy pocas veces afectadas por *tsunamis* desde la llegada de los españoles. Los pocos *tsunamis* que han sido notorios en México se han originado por sismos ocurridos cerca del Pacífico. Las costas de Jalisco, Colima, Michoacán y Oaxaca fueron atacadas por *tsunamis* generados por los siguientes sismos: 1) el de Jalisco en 1932, con magnitud de 8.2, afectando todas las costas de Jalisco y Colima, 2) el de Colima-Jalisco en 1995, con magnitud de 7.9, 3) el llamado de la ciudad de México en 1985, con epi-



Características de tsunamis en aguas profundas y someras.

centro frente a las costas michoacanas, con magnitud de 8.1, y 4) el de 1787 en las costas de Guerrero y Oaxaca. Algunos investigadores han propuesto que este *tsunami* generó las más altas olas registradas hasta la fecha. *Tsunamis* originadas por sismos distantes se han registrado en la red nacional de mareógrafos a cargo de la UNAM, pero sus efectos han sido mínimos. Por su infrecuencia, sólo un número muy reducido de científicos mexicanos estudian a los *tsunamis*. Pero con el crecimiento de la población en las zonas costeras, las universidades mexicanas tendrán que formar más investigadores que desarrollen la ingeniería costera que proteja a las poblaciones de los efectos de los *tsunamis* en México.

PARA LOS MAS PRENDIDOS

Checa esto:

El jueves 12 de noviembre, el Dr. Vladimir Kostoglodov te platicará sobre *Estudios Sismotectónicos en México*.

El jueves 3 de diciembre, el Dr. José Ortega te va a mostrar *El Desierto de Chihuahua: Estudios de Geología del Cuaternario para Prospección de Acuíferos*.

Las conferencias se llevarán a cabo en el Auditorio Ricardo Monges López en el 2º piso del Instituto de Geofísica en Ciudad Universitaria (a cinco minutos a pie del metro CU), a las 12:00 hrs. Asiste a las conferencias, te van a gustar, así que allí nos vemos.

También te queremos decir que existe el Posgrado en Ciencias de la Tierra. Puedes estudiar cosas referentes a Sismología y Vulcanología, Recursos Naturales, Paleomagnetismo y Exploración y Ciencias Espaciales. Si te interesa, comunícate con Norma Bravo al telé-fono 6 22 41 37.

Trivia Geofísica

JAIME DURAZO

¿Qué onda con John Travolta? Lo siento, esta vez, el guapérrimo no bailará

ni agradecerá que ya llegó el sábado. En *Civil Action*, película por estrenarse en México, Travolta interpretará al abogado defensor de unas personas enfermas por ingestión continua de agua de pozos contaminados por sustancias originadas en basureros industriales. La película promete muertos (de leucemia), acción (civil), violencia (en el juzgado) y suspenso (¿quién ganará, contaminados o contaminadores?). Nada sé sobre si habrá sexo, salvo que el exchavo actor sigue provocando el aumento de hormonas entre las preparatorianas y, ahora, también entre sus mamás. Con *Civil Action*, el importante tema de la contaminación invisible del agua subterránea esta explotando en Estados Unidos. Así que si a tu vecino ves rasurar, pon tus barbas a remojar. ¡A prepararnos! Tú, además de ir al cine y comer palomitas, ¿qué acción planeas? Habrá chamba para todos, incluidos bailarines y expertos en aguas subterráneas. Los últimos se producen en nuestro Posgrado de Ciencias de la Tierra.
durazo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

UNA OJEADA A LOS AUTORES

Dolores Maravilla desarrolló su interés por las Ciencias Espaciales en la escuela primaria y se reforzó cuando vió por T.V. la llegada del hombre a la Luna. Estudió Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM y realizó sus estudios de posgrado en el Posgrado en Ciencias de la Tierra de la UNAM y en el Dpto. de Física Espacial de la Universidad de California en San Diego, E.U. Actualmente trabaja en este Instituto y la puedes llamar al tel. 622 41 42 o comunicarte a su correo electrónico : doloresm@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx

Carlos Mortera estudió Ingeniería Geofísica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Su interés por la Sismología se desarrolló cuando estuvo a bordo de un crucero geofísico y le tocó vivir un sismo proveniente de las costas michoacanas. Hizo estudios de posgrado en la Universidad de Texas, E.U. y actualmente es investigador en el Instituto de Geofísica. Su teléfono es el 62241 38 y su correo electrónico es: carlosm@ollin.igeofcu.unam.mx

LOS QUE LO HACEMOS

Geofisicosas es preparado por miembros del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El Instituto se encuentra en Ciudad Universitaria y tiene una sede en Juriquilla, Querétaro. Los que formamos parte de este Instituto hemos estudiado carreras tales como Ingeniería Geofísica, Geología, Física, Matemáticas, Química o Geografía.

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
doloresm@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>