

SABERE **Y** SIENCIAS



El Sol

© **La Jornada de Oriente**

agosto 2024 · número 149 · año XIII · Suplemento mensual

Editorial

INSEGURIDAD PÚBLICA

Inobjetable es que la mayoría de los ciudadanos percibimos que la seguridad pública dista mucho de ser apacible, tanto en el barrio, la ciudad, la entidad o el territorio nacional. Tampoco podemos ignorar que 22 de cada 100 ciudadanos hemos sido víctimas de los delincuentes y que hay 24 homicidios por cada 100 mil habitantes; situación muy distinta a la prevaleciente hace 20 años, que sin ser el paraíso de la Familia Arcoiris, los espacios públicos eran transitables. Con las gestiones de los presidentes Felipe Calderón y Enrique Peña Nieto, la actividad delictiva se triplicó y aunque ha menguado con la actual, aún no podemos decir que vivimos en concordia.

Los partidarios de regímenes autoritarios —que no comparten las políticas públicas de Andrés Manuel López Obrador (AMLO) ni la emancipación de la plebe que éste promueve—, lo han descalificado argumentando una fallida estrategia de seguridad pública que supuestamente expolia el patrimonio financiero y edificado de las élites, violenta la calidad de vida y tiñe de rojo el territorio. La narrativa financiada por la oposición se centra en la incapacidad y complicidad del actual gobierno para combatir a la delincuencia, el miedo a perder la vida; exacerbadas las emociones, el corolario inducido sería cambiar de estrategia de seguridad, de gobierno y de partido.

La evidencia discurre en sentido inverso: los indicadores de inseguridad pública, su percepción y sensación, son actualmente menores a los registrados al inicio de la gestión de AMLO. Con base en la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública aplicada y publicada por el Inegi este año, las tasas de prevalencia delictiva (víctimas entre ciudadanos) y de incidencia delictiva (delitos entre ciudadanos) bajó en siete y ocho puntos porcentuales, respectivamente, entre 2018 y 2023, en tanto que la percepción de inseguridad bajó cinco puntos porcentuales en esos mismos años. Por su parte, el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública estima que la tasa de homicidios por cada 100 mil habitantes fue de 29 en 2018 y en 2023, de 24.

Otra encuesta del Inegi sobre seguridad pública aplicada en 92 ciudades (ENSU, 2023) registra variaciones similares: entre 2018 y 2023 bajó en 25 por ciento la sensación de inseguridad en espacios públicos (casa, trabajo, calles habitualmente usadas, escuelas, mercado, centro comercial, banco, cajero automático en vías públicas, transporte público, automóvil, carretera y parque recreativo); el atestiguación de delitos y conductas antisociales disminuyó 17.7 por ciento en esos años (vandalismo, consumo de alcohol en las calles, robo o asalto, pandillas, consumo o venta de drogas y disparo frecuente de armas); en 2018, de cada 100 ciudadanos, 51 cambiaron rutinas por la inseguridad, en 2023

• **Nuestra portada:** En el verano no solo cae la mitad del agua disponible en el año —lo que refresca esa calurosa temporada—, sino que se cosechan los ingredientes de clima templado necesario para confeccionar los deliciosos chiles en nogada, con o sin agregados de otras latitudes (plátano, pasas, jerez, aceite de oliva), siempre es un placer degustarlos en sus variadas elaboraciones y presentaciones y los pueblos falderos de don Goyo son una opción imperdible. Foto chile en nogada: **Esmagen**



fueron 37. En 2018, 39 por ciento de la ciudadanía fue víctima de algún tipo de robo o extorsión: el año pasado fueron 26 por ciento. En las áreas urbanas donde se realizó esta encuesta nacional, a la pregunta sobre el problema principal de la ciudad, 68 por ciento de los ciudadanos ubicó a la delincuencia (robo, extorsión, secuestro y fraude) en segundo lugar en 2018; el año pasado, 49 por ciento ubicó a la delincuencia en sexto lugar.

Aun atendiendo las causas que generan injusticia, inequidad y pobreza, se requerirán más de dos gestiones presidenciales probas y eficientes para revertir la situación actual de inseguridad. Hay una mayor confianza en las instituciones que la confrontan, así como una mejor valoración de su desempeño, pero hay entidades y ciudades disputadas por el crimen organizado que nos complican la vida: México, Ciudad de México, Querétaro, Morelos, Michoacán y Nuevo León. La situación actual de inseguridad pública es crítica, pero comparada con la de inicio de la gestión de AMLO hay avances significativos.

Pese al resultado electoral en el cual la candidata del partido gobernante venció a la opositora en una proporción de dos votos contra uno, el discurso de la estrategia fallida se refrenda, tanto por quienes la financian como por los medios de comunicación tradicionales. Las fuentes de información a través de las cuales los ciudadanos se enteran sobre seguridad pública, según el Inegi (ENSU, 2023), son las redes sociales (39.2 por ciento); los medios conservadores como la TV, la radio y los impresos (30.9 por ciento); la comunicación personal en el vecindario, escuela o trabajo (26.3 por ciento) y mensajería por teléfono celular (9.8 por ciento). Los medios tradicionales (por convicción, alineación o conveniencia) suelen ser adversos a proyectos políticos incluyentes y democráticos, por lo que la batalla por la audiencia de AMLO y la 4T se concentra en las redes sociales, que en los últimos seis años aumentó en 10 puntos porcentuales su participación.

S

SABERE SIENCIAS es un suplemento mensual auspiciado por *La Jornada de Oriente*

DIRECTORA GENERAL
Carmen Lira Saade

DIRECTOR
Aurelio Fernández Fuentes

CONSEJO EDITORIAL
Jaime Cid Monjaraz
Alberto Cordero
Sergio Cortés Sánchez
Julio Glockner
Raúl Mújica

COORDINACIÓN EDITORIAL
Sergio Cortés Sánchez

REVISIÓN
Aldo Bonanni

EDICIÓN
Denise S. Lucero Mosqueda

DISEÑO ORIGINAL Y FORMACIÓN
Elba Leticia Rojas Ruíz

Dirección postal:
Manuel Lobato 2109, Col. Bella Vista.
Puebla, Puebla. CP 72530
Tels: (222) 243 48 21
237 85 49 F: 2 37 83 00

www.lajornadadeoriente.com.mx
www.saberesyciencias.com.mx

AÑO XIII · No. 149 · agosto 2024

Las opiniones expresadas en las colaboraciones son responsabilidad del autor y de ninguna manera comprometen a las instituciones en que laboran.

Contenido

3

El Ícaro moderno
DIANA I. ROJAS CASTILLO

4

Partículas solares: la amenaza fantasma
ADOLFO GARZA SALAZAR, L. X. GONZÁLEZ,
E. ROMERO HERNÁNDEZ

5

El Sol y sus procesos eruptivos
EDUARDO TIRADO BUENO

6

REC-Mx: la Red de Espectrómetros Callisto de México para estudiar los estallidos de radio solares
ERNESTO AGUILAR RODRÍGUEZ

7

El radiotelescopio MEXART del Laboratorio Nacional de Clima Espacial
JULIO CÉSAR MEJÍA AMBRÍZ

8

El fenómeno de las fulguraciones solares
KASSANDRA PEÑA RAMOS,
E. ROMERO HERNÁNDEZ Y V. DE LA LUZ

9

Los cinturones de radiación
OCTAVIO GÓMEZ

10

El ciclo de actividad solar: acercándonos a otro máximo de actividad de nuestra estrella
NADIA GALLEGOS, ESMERALDA ROMERO

11 *Tekhne Iatriké*

El sol y la salud
JOSÉ GABRIEL ÁVILA-RIVERA

Épsilon

JAIME CID MONJARAZ

12 *Homo sum*

Desabasto de granos
SERGIO CORTÉS SÁNCHEZ

13 *Reseña (incompleta) de libros*

México antes de ser México
ALBERTO CORDERO

14 *Tras las huellas de la naturaleza*

Antes veneradas, hoy castigadas: las serpientes
TANIA SALDAÑA RIVERMAR Y CONSTANTINO VILLAR SALAZAR
ILUSTRACIÓN: DIEGO TOMASINI "EL DIBUJO"

15

París Pismis: la madre de la astronomía mexicana
RAÚL MÚJICA

Calendario astronómico agosto 2024

AGUSTÍN MÁRQUEZ Y JOSÉ RAMÓN VALDÉS

16

El chile en nogada, una tradición gastronómica viva en la Sierra Nevada de Puebla
PAULA CARRIZOSA

Diana I. Rojas Castillo*

El Ícaro moderno

Siendo parte de la mitología griega, la historia de Ícaro no podía dejar de ser una tragedia cuyo desenlace es la muerte de ese joven aventurero. Una muerte que, aunque provocada por su personalidad, no lo hacía portador de culpa alguna. Desmenucemos un poco más su historia comenzando con su padre: Dédalo, quien era un prominente arquitecto e inventor en la isla de Creta bajo la protección del rey Minos. Después de faltar a su palabra con Poseidón, en un acuerdo que lo haría quedar como un rey fuerte y poderoso, Minos sufre la venganza del dios de los mares que lo dejó envuelto en un drama marital y con un hijo ilegítimo. Venganza digna de un culebrón televisivo pues su hijo era ni más ni menos que Minotauro, esa criatura con cuerpo de hombre y cabeza de toro que era el símbolo de la humillación de Minos a manos de Poseidón. Semejante pasaje no podía ser conocido por el reino, por lo que Minos encargó a Dédalo la edificación de un encierro para Minotauro. Dédalo diseñó y construyó un laberinto imposible de resolver en cuyo centro se escondería a Minotauro; aquella persona que se aventurara a entrar para conocer lo que ahí se guardaba jamás podría salir; de modo que el escandaloso secreto del rey estaría a salvo. Y así fue, o al menos por un tiempo, hasta que apareció Teseo, que dio muerte a Minotauro y logró escapar del laberinto con ayuda de la mismísima hija de Minos, Ariadna, quien pidió a Dédalo idear un plan de salida del laberinto para luego compartirlo con Teseo.

El secreto mejor guardado fue revelado y el furioso rey debía castigar al responsable de su humillación pública. Por lo que Minos decide encerrar en el laberinto a Dédalo, el culpable directo de la fuga de Teseo. Pero eso no representaba suficiente castigo, por lo que lo encierra junto con su hijo: Ícaro. Los dos morirían atrapados en el laberinto por la traición del padre. Naturalmente, Dédalo no se cruzaría de brazos y maquinó una forma de escapar. Hacerlo por tierra o mar no era una opción, podrían ser fácilmente descubiertos por la vigilancia que el rey Minos mantenía, así que la única opción era el aire: el vasto cielo en el que volaban las aves. ¡Las aves, ahí estaba la clave! Dédalo pondría manos a la obra, recolectaría plumas de todos tamaños y usando cera para pegar una a una las plumas, construiría alas para él y su hijo. No todo estaba perdido, era un plan perfecto... o casi perfecto. El "casi" lo descubriría Ícaro de manera fatal.

Una vez terminadas las alas, Dédalo le enseñó a Ícaro a volar y le advirtió que no volara demasiado alto para que el calor del Sol no derritiera la cera que unía las plumas, ni demasiado bajo para que las alas no se mojaran en el mar. Una vez listos, padre e hijo se elevaron y volaron escapando del laberinto. Ya en el aire, Ícaro estaba fascinado. Joven al fin, disfrutaba el vuelo y se atrevía a ir más alto sin escuchar la advertencia de su padre. A medida que ascendía, la cera se derretía y en cada aleteo las plumas iban cayendo hasta que no quedó una sola e Ícaro cayó al mar donde murió. Si bien Ícaro no intentaba acercarse al Sol, sino sólo explorar el vuelo, al final esto le costaría la vida.

Tocar el Sol; sin duda aun en la mitología griega eso suena descabellado. Pero algo que los científicos compartimos con Dédalo es una gran imaginación; es justamente esa imaginación la que nos permite elaborar teorías para entender el funcionamiento de todo lo que está en el universo. Esas teorías tendrán que ser demostradas como ciertas a partir de un método científico, pero las ideas básicas del quehacer científico parten de la imaginación. Es así como es válido hacernos la siguiente pregunta: ¿podríamos volar como lo hizo Ícaro y alcanzar el Sol?

Imaginemos por un momento que ese viaje fuera posible; así como Dédalo lo hizo con sus alas, tendríamos que explorar los problemas a enfrentar y su solución. Entre los muchos problemas que tendría volar al Sol destacan dos: nuestra estrella es una bola de gas muy pero muy caliente donde la temperatura puede alcanzar los 2 millones de grados centígrados¹ y se encuentra muy lejos de nuestro planeta a una distancia de 150 millones de kilómetros². Unas alas de plumas y cera no harían el trabajo... ¡pero una máquina sí que lo haría!

La Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (mejor conocida como NASA) fungió en algo así como un Dédalo moderno y en 2018 lanzó al espacio la nave espacial Parker Solar Probe (PSP por sus siglas en inglés) cuyo lema es "una



misión para tocar el Sol". Esta nave tiene varios propósitos, entre los principales están estudiar el magnetismo de nuestra estrella y cómo se calienta su atmósfera.

El lector podría cuestionarse qué hay que saber del magnetismo solar, ha sido objeto de estudio por siglos, entonces qué podemos ignorar de él. Si pensamos en el Sol como un gran imán, todo se podría acotar a que tiene dos polos magnéticos y punto. Pero el magnetismo de nuestra estrella es bastante más complicado que eso pues su campo magnético es cambiante. Tanto, que por un corto tiempo puede tener globalmente solo dos polos, pero al cabo de algunos años puede cambiar y ser multipolar, lo que podríamos imaginar como cientos de pequeños imanes colocados al azar en la superficie del Sol. Por si esto no fuera poco, la polaridad global del Sol cambia cada 11 años, de manera que si comenzamos con un dipolo orientado Norte-Sur, en 11 años su orientación es Sur-Norte, y deberán pasar otros 11 años para volver a tener la orientación original. A este periodo de 22 años se le conoce como el ciclo de actividad solar y está basado en el comportamiento magnético del Sol.

Por otro lado, la experiencia nos dice que a medida que nos alejamos de una fuente de calor se tiene una sensación térmica menor. Cuando acampamos nos colocamos cerca de la fogata para recibir mayor calor, pero en cuanto nos alejamos comenzamos a sentir frío. El núcleo del Sol sería la fogata, al alejarnos de ahí el material de nuestra estrella tendría que ser más y más frío. Así el gas de la atmósfera solar sería mucho más frío que el centro de la estrella, ¡pero eso no sucede así! El gas se comienza a enfriar del centro de la estrella a su superficie, pero luego en la atmósfera comienza a calentarse y calentarse.

Estos dos aspectos del Sol, su magnetismo y atípico calentamiento atmosférico, no han sido entendidos en su totalidad por los científicos y son dos de las incógnitas más importantes de las Ciencias Espaciales que la misión Parker Solar Probe ayudará a resolver. Para ello la nave, similar en peso y tamaño a un auto compacto³, cuenta con cuatro experimentos a bordo, cada uno con varios sensores que deben operar en condiciones extremas de temperatura y radiación. Para protegerse de las altas temperaturas la nave cuenta con un escudo térmico, consistente de una placa de carbón de unos 11 centímetros de espesor que permitirá el correcto funcionamiento de todos los instrumentos.

La trayectoria de PSP hacia el Sol incluye siete vuelos de paso alrededor de Venus a lo largo de siete años, esto para ajustar la trayectoria e ir acortando su órbita alrededor del Sol. Una vez alrededor de la estrella, la nave realizará 24 órbitas para estudiar al astro rey y se espera que en junio de 2025 alcance su mayor acercamiento al Sol. ¿Será entonces que toque al Sol?

Tocar y acercarse son ya cosas distintas, pero los científicos que estudian el Sol tienen incluso un concepto diferente de lo que sería "tocar el Sol". El 28 de abril de 2021 y por primera vez en la historia de la exploración espacial, la nave Parker Solar Probe cruzó la llamada superficie crítica donde el viento solar⁴ se acelera y pasa de tener velocidades subsónicas (por debajo de la velocidad del sonido en el medio) a velocidades supersónicas. Este cruce ocurrió a 13 millones de kilómetros de la superficie solar y es lo que los científicos consideran tocar el Sol. Si ya de por sí el diseño y construcción de esta misión representa un logro sin precedentes de la ciencia e ingeniería moderna, ese 28 de abril Parker Solar Probe realizó una hazaña: ¡tocó el Sol! A diferencia de Ícaro, Parker Solar Probe sí intentará acercarse lo más posible al Sol y su vida útil concluirá al hacerlo convirtiéndose así en el Ícaro moderno. ☺

* dianarc@igeofisica.unam.mx ✉

1 El agua hirviendo que añadimos a nuestro café en polvo en la mañana tiene alrededor de 100 °C.

2 La distancia en línea recta entre la ciudad de Puebla y la CDMX es de 107 km.

3 Sus dimensiones son de 2.3×3 metros y tiene un peso de 685 kilogramos.

4 Flujo continuo de partículas expulsadas de la atmósfera del Sol y que llena todo el Sistema Solar.

Adolfo Garza Salazar, L. X. González, E. Romero Hernández *

Partículas solares: la amenaza fantasma

¿Sabías de la existencia de la radiación cósmica? En el espacio existe una radiación provocada por las partículas que provienen de diversas fuentes, entre ellas el Sol y la Galaxia. Estas partículas son básicamente núcleos de átomos de elementos químicos sin sus electrones, a estos núcleos se les llama iones. Por ejemplo, los protones son partículas que llegan a la Tierra y son los núcleos de Hidrógeno sin su electrón; a saber, un átomo de Hidrógeno está compuesto de un electrón y un protón, también; por ejemplo, el elemento Helio está compuesto de dos protones y dos neutrones en el núcleo y dos electrones girando alrededor del núcleo. Estas partículas viajan por el espacio y tienen velocidades bajas hasta velocidades relativistas; es decir, cercanas a la velocidad de la luz en el vacío. Estas partículas viajan en todas direcciones y en todo el espacio, pero a veces llegan a la Tierra. A estas partículas se les llama rayos cósmicos primarios, y son lo que llamamos radiación (cósmica), porque es similar a aquella que se usa en los rayos X cuando nos hacemos una radiografía o también a la radiación gamma que se usa para desinfectar productos como alimentos deshidratados, materiales desechables de uso médico y quirúrgico, entre otras aplicaciones [1].

¿QUÉ PASA CUANDO LLEGAN ESTAS PARTÍCULAS A LA TIERRA?

Pues bien, esas partículas cuando se acercan a la Tierra son interceptadas por el campo magnético de la Tierra, que las desvía hacia los polos, produciendo las auroras boreales; sin embargo, algunas veces esas partículas logran infiltrarse a regiones más hacia el ecuador y más o menos a una altura de 40 a 45 Km de altura, pueden chocar con alguna molécula, ya sea de Nitrógeno, Oxígeno [2], o alguna otra molécula y dividirla, entregándole la energía que llevaba. Estas, a su vez, chocan con otras y las pueden dividir, y así sucesivamente, creando lo que se conoce como cascada de partículas, que es un tipo de radiación porque también consiste de núcleos ionizados, pero que es tan baja su magnitud que no hace daño a la vida. En pocas palabras, el campo magnético de la Tierra y la atmósfera nos protegen de esa radiación cósmica.

¿DE DÓNDE PROVIENE ESTA RADIACIÓN CÓSMICA?

Esa radiación o partículas relativistas pueden provenir del Sol o de la Galaxia (Ver figura 2 [3]). Por ejemplo, el viento solar está compuesto de protones y núcleos de partículas alfa (Helio sin sus electrones), y durante las tormentas solares, como las eyecciones de masa de la corona solar y las fulguraciones (liberación intensa de radiación electromagnética) esas partículas son aceleradas hacia el medio interplanetario y viajan en todas direcciones [4]. ¡A la atmósfera llegan cerca de mil partículas por metro cuadrado cada segundo!

Por otra parte están los rayos cósmicos galácticos que son producidos en la galaxia. Las partículas producidas ahí son aceleradas por diversos medios que siguen en estudio, como lo son campos magnéticos, frentes de choque de supernovas y en algunos casos por eventos energéticos como los pulsares, así como estrellas supermasivas o agujeros negros. Aquí en la Tierra la cantidad que llega es una partícula por metro cuadrado por segundo; es decir, son muy pocas las que interactúan con la Tierra. Existen otros tipos de rayos cósmicos mucho más energéticos (ver Figura 1) que son mucho más raros y no se sabe si son de origen extragaláctico. Estos aparecen una vez por kilómetro cuadrado por año.

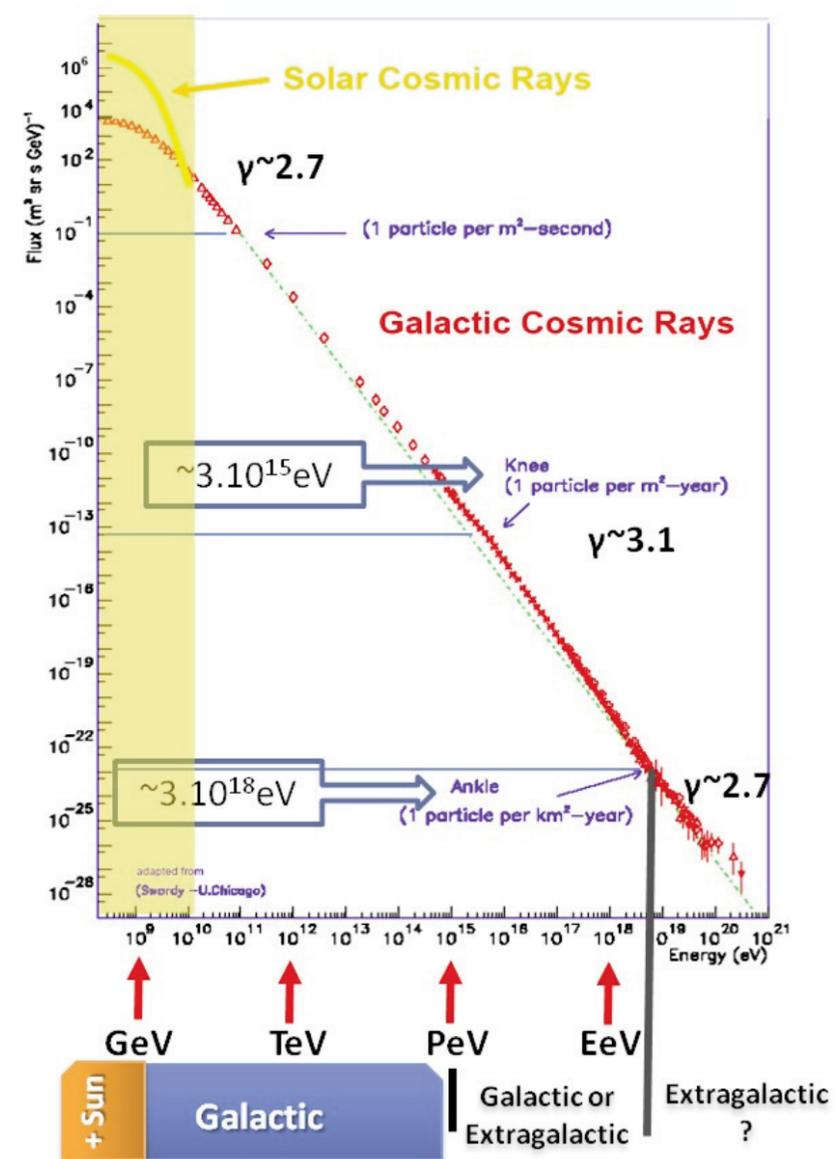
¿NOS HACEN DAÑO ESTOS RAYOS CÓSMICOS AQUÍ EN LA TIERRA?

Al ser partículas cargadas, la radiación cósmica es desviada por los campos magnéticos, y la Tierra posee uno. Sin embargo, las partículas pueden desviarse hacia los polos y entrar en contacto con la atmósfera terrestre, en donde pierden energía al

interaccionar con los átomos y moléculas que se encuentra a su paso. Esto genera un chubasco o cascada de partículas de menor energía cada vez, de tal manera que es mucho más dañina la radiación de los rayos X o gammas de los diversos dispositivos usados en la Tierra. En pocas palabras, no nos hacen daño, o al menos, a la fecha, no hay evidencia. Donde sí pueden causar daño es en los sistemas de cómputo alterando su funcionamiento. Ha habido dos casos muy sonados de esto en la época moderna. Una partícula en la cascada impacta un *bit* y cambia el proceso que se estaba ejecutando en ese momento. Uno de ellos fue el conteo exagerado de votos en elecciones digitalizadas en Bélgica dado que una partícula cambió un *bit* de cero a uno, convirtiendo un número decimal a otro mayor. Recordemos que las computadoras usan numeración binaria para manejar datos decimales. Otro caso sonado donde también hubo afectaciones fue el cambio de un *bit* en el sistema de navegación aéreo de un vuelo de Singapur, el cual cambió bruscamente de altitud porque se modificó un *bit*.

¿Y en el espacio? Los rayos cósmicos primarios tienen mucha energía, que como se ha mencionado, se pierde cuando hay contacto con la atmósfera. Sin embargo, en el espacio, arriba de los 100 km (donde orbitan nuestros satélites, o más allá) cuando los astronautas o los dispositivos interplanetarios viajan hasta

5



• **Figura 1:** Clasificación de los rayos cósmicos (RC) primarios. En la franja amarilla se muestran los RC solares, en la azul los galácticos y posteriormente los extragalácticos. Esta gráfica se llama espectro de energía de los RC y se ha obtenido por muchos experimentos a lo largo de la historia <https://blogs.egu.eu/divisions/st/2018/03/19/cosmic-rays-messengers-from-space/>

Referencias

- [1] <https://www.gob.mx/inin/articulos/las-ventajas-de-la-radiacion-gamma>
- [2] <https://concepto.de/atmosfera/>
- [3] <https://blogs.egu.eu/divisions/st/2018/03/19/cosmic-rays-messengers-from-space/>
- [4] Aschwanden, M. (2006), Physics of the solar corona, An introduction with problems and solutions, segunda edición, Springer, Chichester, UK.
- [5] <https://ciencia.nasa.gov/sistema-solar/el-cuerpo-humano-en-el-espacio/>

Eduardo Tirado Bueno *

El Sol y sus procesos eruptivos

El Sol es la estrella que se encuentra más próxima al planeta Tierra a una distancia aproximada de 150 millones de kilómetros (en astronomía a esta distancia se le conoce como 1 unidad astronómica), lo cual lo convierte en la fuente de la vida terrestre. Se sabe que es un astro típico de la secuencia principal con un tipo espectral G2V, con una edad que asciende a los 5 mil millones de años y está compuesto en su mayoría por hidrógeno y helio. Por tal razón, representa el laboratorio astrofísico idóneo para observar con una resolución espacial y temporal las condiciones físicas de otros cientos de estrellas.

De acuerdo con los modelos actuales de estructura solar se puede decir que el Sol se divide en el interior solar compuesto por un núcleo, la zona radiativa, y la zona convectiva, y la atmósfera solar la cual se compone de tres capas externas, que son accesibles a la observación debido a la radiación que emiten, las que se denominan fotosfera, cromosfera y la corona solar. A continuación describiré sus características de cada una de ellas con más detalle.

La fotosfera se considera como la superficie visible del Sol; tiene una gran relevancia a causa de que emite casi toda la radiación solar. Cabe mencionar que en esta capa ocurren las manchas solares, que son regiones más oscuras que el área circundante y se producen por campos magnéticos muy intensos, lo que provoca una disminución de temperatura, de esta forma emiten menos luz que el resto de la fotosfera. Asimismo, se observa la granulación que son burbujas convectivas de gas. La cromosfera o esfera de color se encuentra en la parte superior de la fotosfera, se puede observar como un anillo de luz roja que rodea al Sol, solo se puede ver durante los eclipses solares totales.

La capa más externa del Sol, que se extiende más allá de la órbita terrestre en forma de viento solar, se conoce como la corona; tiene una temperatura de un millón de grados Kelvin; por lo que es mucho más caliente que la capa superficial del Sol. El porqué sucede esto es un enigma que se ha tratado de resolver durante más de 50 años y aún no tiene una solución definitiva. La luz que emite la corona es muy débil en comparación con el disco solar, por lo tanto, la corona queda oculta y solo es visible durante un eclipse total. Gracias al astrónomo francés Bernard F. Lyot, quien en 1930 inventó el coronógrafo, ahora se puede observar la corona solar todo el tiempo desde el espacio generando eclipses artificiales.

Como la mayoría de las estrellas, el Sol posee en su interior corrientes eléctricas que fluyen a través de él; estas corrientes que a su vez se combinan con una alta conductividad forman lo que se denomina un dínamo, el cual es un generador eléctrico natural en el interior del Sol, el cual es el responsable de generar el campo magnético solar, que invierte su polaridad cada 11 años (ciclo de actividad solar) y regresa a su configuración inicial cada 22 años. Los detalles del funcionamiento de este mecanismo aún son controversiales, pero lo que se conoce bien es que el número de manchas solares y su periodicidad de 11 años son una manifestación directa del comportamiento de las líneas de campo magnético en la fotosfera.

El Sol no gira como un cuerpo rígido, posee una rotación diferencial, lo que significa que el ecuador solar gira más rápido que los polos; lo que provoca que las líneas de campo magnético se distorsionen y tergiversen con el tiempo. Este fenómeno se manifiesta en la fotosfera mediante la presencia de manchas solares. Durante los períodos de máxima actividad del ciclo se observan varios fenómenos eruptivos como las ráfagas solares, prominencias, filamentos y eyecciones de masa coronal.

De manera simple, una ráfaga se puede definir como una repentina y catastrófica liberación de energía, la cual se observa como un incremento de la radiación electromagnética en diferentes longitudes de onda. La mayoría de estos eventos ocurren en las vecindades de las manchas solares, su frecuencia de ocurrencia sigue el ciclo de 11 años, aunque con algunas diferencias. Las ráfagas fueron descubiertas por Carrington y Hodgson, el 1 de septiembre de 1859, a través de la observación de una ráfaga de luz blanca que se vislumbró como un brillo repentino en la capa fotosférica en las proximidades de un complejo grupo de manchas.

Las prominencias y los filamentos son el mismo fenómeno. La diferencia radica en esto: cuando las observamos en el borde del Sol se llama prominencia y cuando lo vemos en el disco solar recibe el nombre de filamento. Así, las prominencias son nubes gigantes de gas frío, que se encuentran en la superficie solar y tienen la forma de una lámina vertical. Después de un tiempo, las prominencias se desprenden de la superficie solar y pueden estar en asociación con el fenómeno que se conoce como eyección de masa coronal.

Para terminar voy a describir las eyecciones de masa coronal (CMEs por sus siglas en inglés) las cuales se observaron por vez primera en 1973 por la misión OSO-7 (Orbiting Solar Observatory - 7). Estas se pueden entender como estructuras magnéticas de gran escala, las cuales se expulsan del Sol, su masa está en el rango de 5×10^{12} a 5×10^{13} kilogramos que van desde 100 km/s hasta 3000 km/s, con una energía aproximada de 10^{32} ergios, esto se debe a procesos que involucran la interacción entre el plasma y el campo magnético.

Este material tarda alrededor de uno a cinco días en impactar a la Tierra, dependiendo de su velocidad. Para detectarlas se usan coronógrafos de luz blanca colocados en sondas espaciales. Las CMEs se encuentran en estrecha relación con las ráfagas y prominencias eruptivas; sin embargo, es más común asociarlas con las prominencias, ya que alrededor de 70 por ciento de estos eventos se les puede relacionar directamente con una prominencia o filamento.

Estimaciones basadas en las observaciones de LASCO-SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) durante el ciclo solar 23 de actividad solar, muestran que las CMEs son un fenómeno muy común, con una tasa de ocurrencia de 0.8 eventos por día en el mínimo solar y de 3.5 eventos por día durante el máximo solar. e

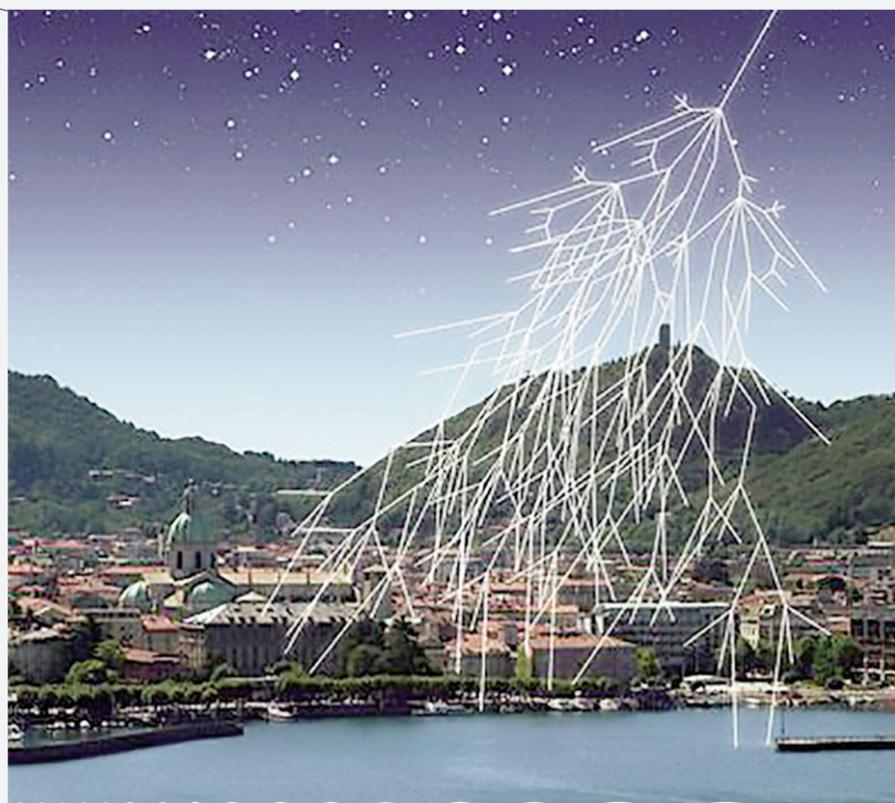
* etirado@inaoe.mx 4 

Partículas solares: la amenaza fantasma

esos lugares, sí puede haber afectaciones en la salud de los mismos astronautas si permanecen mucho tiempo ahí [5], como por ejemplo, aquellos que están en la estación espacial internacional (ISS por sus siglas en inglés) o los que viajarán a la Luna (proyecto Artemis de la NASA), cuya estancia fuera de la protección de la atmósfera los hace vulnerables. Más aun, puede haber afectaciones fuertes en los satélites y aviones, alterando su funcionamiento de tal forma que hasta podrían salirse de su órbita. e

* adolfo.garza@hotmail.com 

• **Figura 2:** Así se vería una cascada de partículas producida por un rayo cósmico primario, si se pudiera observar a simple vista, cada línea (blanca) es una trayectoria de una partícula secundaria. Estas cascadas pueden abarcar kilómetros, dependiendo de la energía de la partícula primaria. <http://www.arcarth.com/astrofísica.htm>



Ernesto Aguilar Rodríguez *



REC-Mx: la Red de Espectrómetros Callisto de México para estudiar los estallidos de radio solares

El Sol, nuestra estrella más cercana, no es solo la fuente de energía que permite que haya vida en nuestro planeta sino que también es un laboratorio natural en el que podemos estudiar una gran variedad de fenómenos que ocurren en él. La actividad solar es cambiante y se rige por periodos de muy poca o nula actividad y periodos en los que se encuentra muy activo. Esto se ve reflejado con la ocurrencia de fenómenos explosivos que pueden liberar grandes cantidades de energía al medio interplanetario. Además, es común que dejen una huella característica, algo que los diferencia de otros, en particular, en la banda de radio del espectro electromagnético. Es por esto que, a la firma en radio de algún fenómeno que ocurre en el Sol se le acuñe el nombre de estallido de radio. Una forma simple de definirlo es pensarlo como una señal que sobresale de otras durante cierto periodo de tiempo. Los estallidos de radio solares se dividen, principalmente, en cinco tipos y están relacionados con fenómenos que ocurren en el Sol. Algunos de estos fenómenos son explosivos y otros tienen una naturaleza menos energética, siendo el resultado de tormentas de ruido superpuestas sobre un continuo de radiación. Los estallidos Tipo I están asociados con las regiones activas (conjuntos de manchas solares) que existen en el Sol. Los Tipo II son la firma en radio de ondas de choque que se producen debido a explosiones solares. Los Tipo III se relacionan con haces de electrones que viajan a velocidades relativistas debido a la ocurrencia de una fulguración solar. Los tipo IV se asocian con la emisión de partículas que quedan atrapadas en explosiones solares o bien, otros se relacionan con fulguraciones solares. Finalmente, los Tipo V ocurren siempre acompañando a los estallidos Tipo III. Para detectar a los estallidos de radio solares se utilizan antenas. Estas pueden estar situadas en nuestro planeta, o bien montadas en alguna nave espacial. Esto depende mucho de las frecuencias que se desean observar. Por ejemplo, si queremos estudiar estallidos de radio en frecuencias bajas, nuestra ionósfera impone una barrera que no permite el paso de señales con frecuencias de algunos mega-hercios (MHz). Esto hace que construyamos antenas para ser montadas en naves espaciales y, una vez que están fuera de nuestro planeta, puedan detectar emisiones de radio de baja frecuencia. Por el contrario, para frecuencias altas (de varias decenas de MHz en adelante) basta con instalar las antenas en tierra.

El estudio de estallidos de radio solares en México se ha venido realizando desde hace unos tres decenios aproximadamente. Los análisis se han hecho con observaciones obtenidas tanto de naves espaciales como de instrumentación en tierra. Sin embargo, estas observaciones no son propias en su mayoría, por lo que

se ha tenido una dependencia de observaciones con el exterior. Recientemente se han hecho esfuerzos destinados a desarrollar la infraestructura que permita contar con observaciones de estallidos de radio solares propias. Uno de estos ha sido formar parte de la red mundial de espectrómetros solares e-Callisto. La red está formada por estaciones en los cinco continentes, y surgió como una iniciativa de C. Monstein, del Tecnológico de Zurich, en Suiza, en el marco del Año Geofísico Internacional 2007, y de la iniciativa internacional de clima espacial (ISWI, por sus siglas en inglés). Actualmente, la red cuenta con alrededor de 136 estaciones. Sus objetivos principales son la observación de estallidos de radio solares para realizar estudios científicos, la educación, la divulgación y la ciencia ciudadana, así como el monitoreo de interferencias de radio frecuencia. En México contamos con cuatro estaciones conocidas como MEXART, MEXICO-FCFM-UANL, MEXICO-LANCE-A y MEXICO-LANCE-B, que en su conjunto forman la Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx). La REC-Mx pertenece al Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE), y las estaciones se localizan en los estados de Michoacán y Nuevo León. El LANCE es un consorcio entre la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma de Nuevo León. Uno de los planes a futuro es instalar dos estaciones más: una en la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), en la Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, y la otra en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) en el Campus de Ensenada.

La importancia de desarrollar infraestructura destinada a contar con una red de instrumentación, en este caso para el estudio de estallido de radios solares, no sólo radica en contar con observaciones propias sino que también incide en la creación de colaboraciones con grupos de investigación en otros estados del país. Esto permite el intercambio y formación de recursos humanos especializados, el desarrollo de investigaciones conjuntas, la creación de bases de datos de acceso público en repositorios nacionales, la divulgación de la ciencia en la población, entre otros. ☺

• **Imagen:** REC-Mx: MEXART y MEXICO-LANCE-A/B, en el municipio de Coeneo, Michoacán; MEXICO-FCFM-UANL, en la Sierra de Iturbide, Nuevo León.

* ernesto@igeofisica.unam.mx ✉

Julio César Mejía Ambríz *



EL MEXART

En el norte de Michoacán, a unos 90 km de su capital, Morelia, se encuentra el radiotelescopio conocido mundialmente como Mexican Array Radio Telescope o MEXART. El instrumento pertenece al Instituto de Geofísica de la UNAM y forma parte del Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE). Tiene una antena compuesta por 4 mil 96 alambres de cobre o dipolos, con cada dipolo de 2.14 m de longitud cubre un total de 9 mil 800 m². La antena apunta siempre al meridiano local, de esta manera puede registrar la bóveda celeste en un día al aprovechar la rotación de la Tierra. Ubicado en una ciénega y rodeado por montañas (como se muestra en las dos fotografías de abajo), el MEXART está aislado de grandes zonas urbanas, lo que permite menor ruido electromagnético y poder ver mejor el cielo en radio. Así como cuando en el campo es fácil ver las estrellas por la poca luz que nos rodea, también si queremos ver objetos en el cielo en ondas de radio con un radiotelescopio, es conveniente estar alejados de fuentes radioemisoras que hay en las ciudades. Actualmente MEXART es único en su tipo en el continente americano y su principal función es la detección del viento solar y tormentas solares.

EL SOL Y EL CLIMA ESPACIAL

El Sol emite continuamente un flujo de partículas cargadas eléctricamente permeando todo el medio interplanetario, esto es, todo lo que está entre los planetas del sistema solar. Con velocidades de 300 a 700 km/s, este flujo es conocido como viento solar, compuesto en su mayoría por protones y electrones que al llegar a la Tierra son desviados por un escudo protector, el campo magnético terrestre, de no tener este campo geomagnético, no hubiese sido posible la vida en el planeta. En ocasiones el Sol libera grandes cantidades de material mediante explosiones en su atmósfera, conocidas comúnmente como tormentas solares, donde grandes nubes de partículas que contienen miles de millones de toneladas pueden llegar a la Tierra, alterando tanto el campo geomagnético como la ionosfera. Estos eventos pueden ocasionar inofensivas auroras boreales, aunque los eventos más intensos incluso llegan a afectar nuestra tecnología aérea y terrestre como satélites, telecomunicaciones, así como sistemas de geoposicionamiento global, sobrecargar redes de energía eléctrica a gran escala propiciando apagones, entre otros. Al estado de estas condiciones del espacio, derivadas de la actividad solar, le llamamos clima espacial. Un propósito primordial del LANCE es el estudio y seguimiento de estos eventos mediante instrumentación propia, en particular lo que puede ocurrir en territorio nacional. El papel del MEXART es aportar en el seguimiento de las tormentas solares entre el Sol y la Tierra mediante centelleo interplanetario.

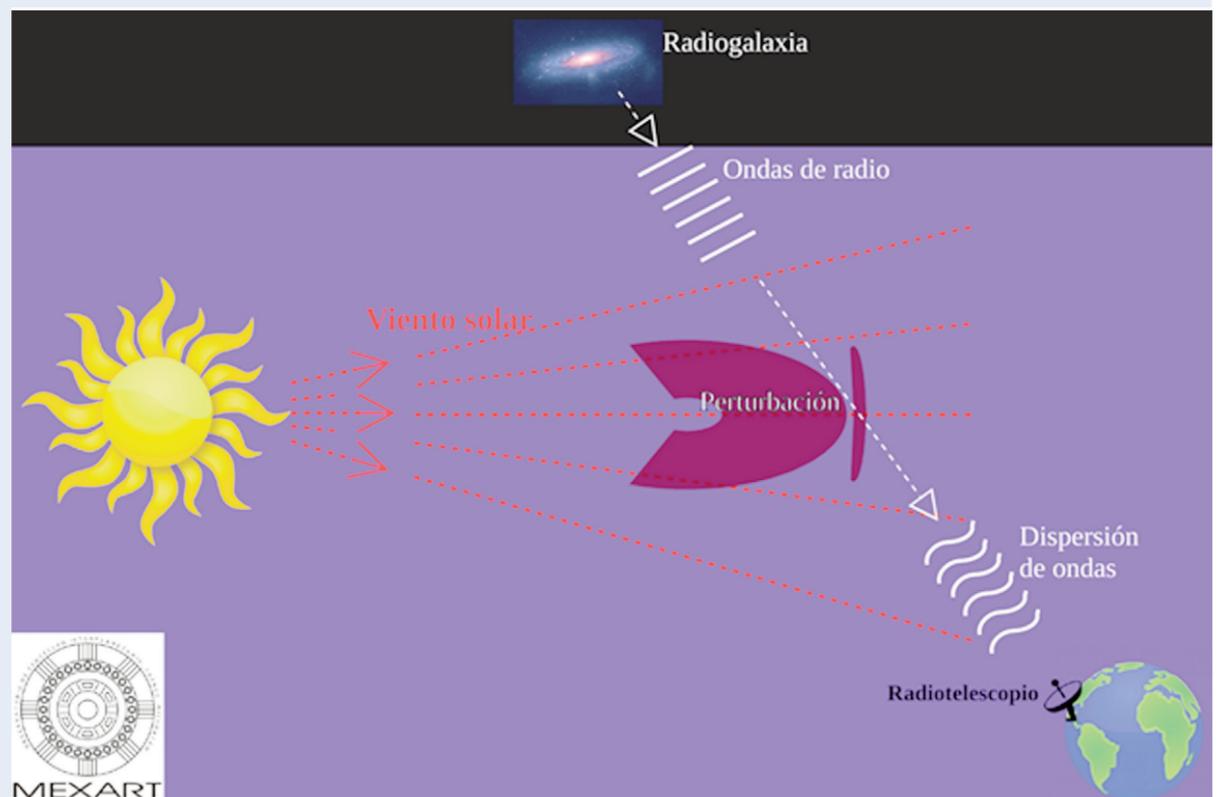
EL TITILAR DE LAS GALAXIAS EN RADIO: CENTELLEO INTERPLANETARIO

Cuando observamos las estrellas parecen apagarse y prenderse muy rápido, incluso cambiar de posición como si temblaran. Este efecto lo conocemos como titilar o centelleo y se debe al fenómeno de refracción de las ondas de luz, la desviación de la luz al pasar de un medio a otro. Así, la luz proveniente de las estrellas es dispersada por la atmósfera terrestre y es por ello que las vemos titilar. Las ondas de radio,

El radiotelescopio MEXART del Laboratorio Nacional de Clima Espacial

provenientes de objetos como por ejemplo los núcleos activos de galaxias o cuásares, son desviadas en cambio por el viento solar y tormentas solares. Con radiotelescopios es posible captar el viento solar y estas tormentas al analizar el titilar de objetos en radio (como en la figura de abajo), fenómeno conocido como centelleo interplanetario. Existen algunos radiotelescopios en el mundo para monitoreo de tormentas solares que utilizan ese titilar. MEXART se suma a estos instrumentos para tener una mejor cobertura entre todos ellos y coadyuvar a un esfuerzo mundial por entender y pronosticar de mejor manera el clima espacial, que es un tema que cada vez toma mayor importancia dada la dependencia creciente que el ser humano tiene de la tecnología. ◀

* jcmejia@geofisica.unam.mx ✉



• Ilustración del centelleo interplanetario captado por un radiotelescopio al recibir la señal de una galaxia cuyas ondas interactúan con una tormenta solar, mostrada aquí como una perturbación en el viento solar. En la izquierda abajo el logo del MEXART.

Kassandra Peña Ramos, E. Romero Hernández y V. de la Luz *

El fenómeno de las fulguraciones solares

A lo largo de la historia, la humanidad ha sido testigo en primera fila del fenómeno de las explosiones solares y sus efectos en la Tierra. Un ejemplo destacado ocurrió el 2 de septiembre de 1859, cuando personas en Europa y América del Norte se despertaron confundidas en medio de la noche, pensando que era de día debido a una intensa claridad exterior. Sin embargo, al mirar por las ventanas, se encontraron con un espectáculo impresionante: el cielo iluminado por auroras rojas, verdes y moradas tan brillantes que permitían la lectura como si fuera plena tarde. Estas auroras se avistaron incluso en lugares poco comunes como Cuba, las Bahamas, Jamaica y Hawái. Sin embargo, los efectos no solo fueron visuales, sino que también la tecnología de la época se vio afectada. Los cables telegráficos en Europa y Estados Unidos hicieron cortocircuito, y muchos trabajadores recibieron descargas eléctricas. Todo este caos provocó gran pánico y confusión en la población, ya que nunca habían presenciado ni experimentado algo similar. En ese momento, solo unos pocos entendían que el Sol era el responsable de esos sucesos, entre ellos el astrónomo inglés Richard Carrington. Un día antes de la perturbación, el 1 de septiembre, Carrington había estado observando las manchas solares a través de su telescopio, cuando notó la aparición de dos manchas de luz blanca intensa, tan brillantes como la luz solar directa. Este evento hoy en día se conoce como fulguración solar, pero ese momento, el astrónomo no sabía todo lo que ese fenómeno desencadena sobre la Tierra.

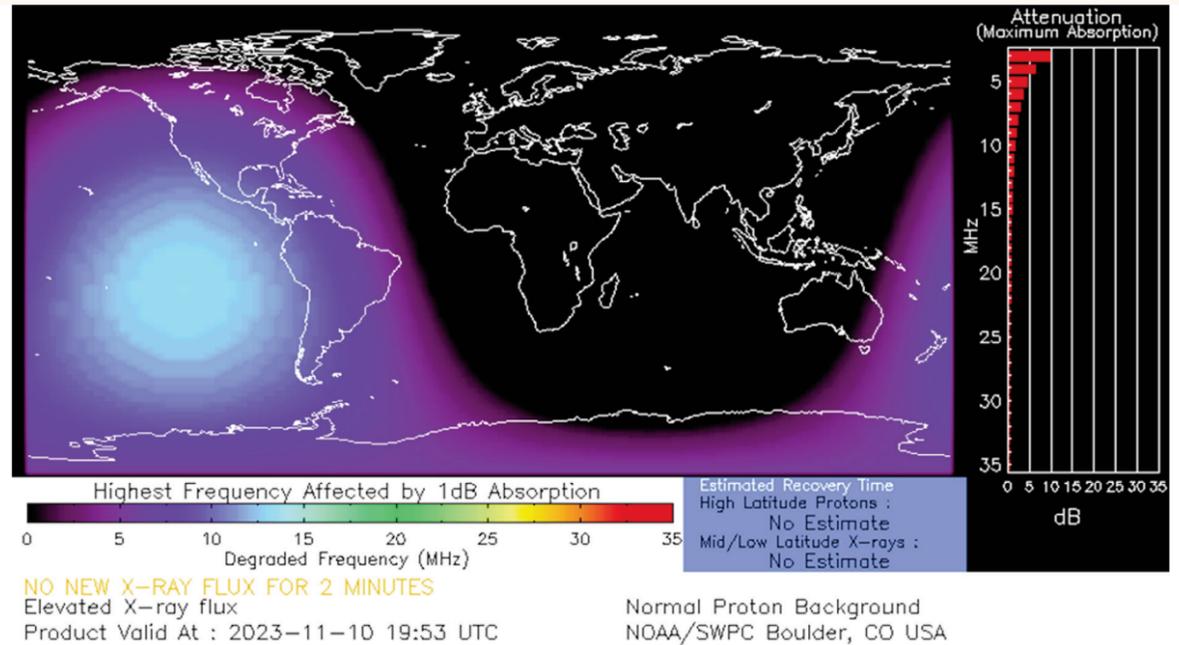
Años después, al analizar los hechos, se comprendió que el Sol había experimentado una épica explosión o tormenta solar, enviando una serie de partículas cargadas que chocaron contra la atmósfera de la Tierra. El campo magnético del planeta no pudo detener completamente estas partículas, lo que resultó en una tormenta que afectó a la Tierra de manera significativa.

¿POR QUÉ SUCEDEN ESTOS EVENTOS?

Eventos como este son desencadenados por la relación que existe entre el Sol, la Tierra y el medio interplanetario, específicamente, por la dinámica que existe en el Sol, ya que al ser un gas muy caliente (plasma), se encuentra en movimiento constante tanto en su interior como en su superficie. Además, las manchas solares, aquellas regiones más oscuras en la fotosfera, como las que describió Richard Carrington en 1859, son una manifestación de campos magnéticos intensos que pueden desencadenar otros fenómenos conocidos como fulguraciones solares. Las fulguraciones son abrambramientos o destellos de luz observados en todo el espectro electromagnético, pero cuya emisión predomina en rayos X. A menudo se acompañan de eyecciones de masa coronal, unas burbujas gigantes de gas ionizado que alcanzan velocidades de más de 500 kilómetros por segundo.

Una fulguración solar puede emitir miles de millones de partículas cargadas, también son increíblemente calientes con temperaturas que alcanzan varios millones de grados centígrados, libera una gran cantidad de energía en diversas formas, como luz visible, rayos X y partículas cargadas. Estos eventos tienen lugar en la atmósfera solar, específicamente en las regiones conocidas como la cromosfera y la corona solar, ocurren cuando el campo magnético del Sol se tuerce en algunas regiones, en un momento se libera toda la energía reprimida. Así, la estrella emite luz y partículas principalmente electrones y protones, la mayoría duran minutos, pero algunas continúan durante horas, son uno de los fenómenos de mayor liberación de energía en el sistema solar que pueden desprender una cantidad de energía comparable a la de miles de millones de bombas nucleares en un corto período de tiempo. Durante una fulguración solar también se produce una emisión intensa de luz en distintas longitudes de onda (visible, rayos X, UV, etcétera).

La energía liberada durante la fulguración es absorbida por la ionósfera terrestre, y genera un incremento abrupto de su tasa de ionización. En consecuencia, la transmisión de ondas de radio en diferentes frecuencias puede verse afectada, dificultando así las radiocomunicaciones. El nivel de afectación depende básicamente de tres factores: 1) intensidad de la fulguración; 2) horario de ocurrencia, y 3) posición geográfica. La intensidad de las fulguraciones puede clasificarse de acuerdo



• **Figura 1.** Modelo de DRAP de la NOAA. Los colores muestran las principales bandas de frecuencia afectadas, en donde el rojo indica la región con la máxima afectación.

con su brillo en rayos-X en tres tipos principales: C, M y X, siendo las de clase X las más energéticas. Además, cada letra tiene asociada una escala numérica del 1 al 9, para poder diferenciar subclases.

Es importante tratar de comprender que no es posible evitar que ocurran estos eventos en el Sol, pero es necesario buscar herramientas o modelos que nos ayuden a pronosticar el nivel de afectación que pueden desencadenar en la Tierra. Por ejemplo, organismos como la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) se han dado a la tarea de ingresar este campo de investigación para poder recolectar la información a través de misiones espaciales, instrumentos de observación, modelos y demás esfuerzos.

¿CÓMO PODEMOS PREDECIR LAS AFECTACIONES EN LA TIERRA POR ESTOS EVENTOS?

Como se dijo antes, los eventos de fulguración afectan las radiocomunicaciones porque cambian la densidad electrónica de la ionosfera, que actúa como reflector de las ondas de radio. La base de la ionosfera, la capa D, es la más afectada por los rayos X, esta región presenta variaciones sistemáticas de la densidad electrónica como son: variaciones del día y la noche, mensuales, anuales, estacionales, etcétera. Estas variaciones afectan moderadamente a las radiocomunicaciones en alta frecuencia; sin embargo, las perturbaciones esporádicas asociadas a tormentas solares, como lo son las fulguraciones, pueden causar un bloqueo total de algunas señales.

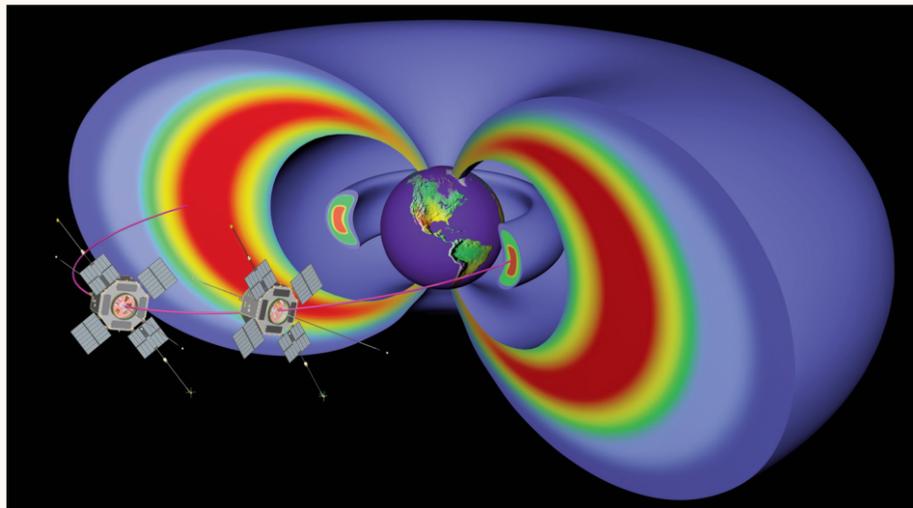
Por lo tanto, para poder minimizar o prevenir las afectaciones a las radiocomunicaciones por eventos de fulguraciones solares, se desarrollan modelos que pronostiquen las bandas de radio que van a ser afectadas, así como el nivel de atenuación de las señales. Por ejemplo, la NOAA tiene un modelo denominado DRAP (D-Region Absorption Prediction) que estima el nivel de impacto que sufren las distintas frecuencias de la banda de radio. En este modelo, la máxima frecuencia afectada es aquella que sufre una atenuación de 1 decibel (dB) durante su propagación a través de la atmósfera (troposfera, mesosfera y la termosfera). La máxima frecuencia afectada por los rayos X se da en el punto subsolar, que es donde la energía del Sol se concentra. En este cálculo se compara la pérdida de energía de las señales de radio transmitidas a diferentes frecuencias en el momento que ocurrieron las fulguraciones. Con estos cálculos se pueden generar mapas en donde con un simple vistazo se identifica el rango de afectación.

Estos mapas son guardados en una base histórica que puede ser utilizada en diversos análisis que alimenten modelos complementarios para pronosticar las afectaciones en diferentes latitudes de la Tierra, y con ello contribuir con la generación de alertas para las empresas e instituciones que utilicen las radiocomunicaciones y la infraestructura tecnológica en general. ☺

* kassandra.penara@uanl.edu.mx ✉

Octavio Gómez *

Los cinturones de radiación



• **Figura 1.** Cinturones de Van Allen o de Radiación y esquematización de las sondas gemelas de la misión espacial "Van Allen Probes".

El Sol genera las condiciones para toda la vida en la Tierra, provee de energía a los distintos sistemas en el planeta, regulando su temperatura y manteniendo los distintos procesos físicos, químicos y biológicos. Sin embargo, sin nuestro campo magnético nuestro planeta sería un objeto rocoso inerte carente de vida, debido a toda la radiación proveniente del Sol.

El campo magnético de la Tierra actúa como un escudo que desvía las partículas más energéticas. De esta manera se evita que la radiación más dañina proveniente del Sol afecte la biósfera terrestre, permitiendo así un ambiente adecuado para la vida. Sin embargo, las partículas cargadas más energéticas que conforman la radiación son forzadas a realizar movimientos alrededor de la Tierra, quedando confinadas. Esto produce una región en forma de dona en la que quedan atrapadas durante un tiempo estas partículas, generando unas estructuras que se conocen como cinturones de Van Allen o de radiación. La forma de dona, también llamada toroide, se debe a que el campo magnético de la Tierra se aproxima a un dipolo magnético y las partículas cargadas giran alrededor de las líneas del campo magnético, trazando una trayectoria helicoidal.

Los cinturones de radiación pueden representar un riesgo tanto para los satélites como para los astronautas debido a la gran energía que las partículas poseen en dichas regiones.

Tanto en la Tierra como en un dipolo, el campo magnético varía a lo largo de las líneas de campo magnético; es decir, el campo tiene un gradiente. Además, las partículas que se encuentran dentro de un campo magnético con un gradiente pueden reflejarse (en lo que se conoce como espejo magnético) e invertir la dirección de su desplazamiento. Cuando el campo magnético produce espejos magnéticos en ambos extremos las partículas cargadas pueden quedar atrapadas, por lo que se le llama trampa magnética. También, por la forma en que tiene dicho campo, se le llama botella magnética, en la que las partículas quedan confinadas y no pueden escaparse.

En un campo dipolar sucede una situación similar, de tal manera que las partículas que se reflejan quedan confinadas siguiendo las líneas de campo magnético. En la magnetósfera terrestre (estructura que se forma por la interacción del viento solar con el campo magnético terrestre) se forman dos cinturones principales: uno interno y otro externo. El cinturón interno se localiza cerca de la Tierra, a una distancia (medida sobre el ecuador) de 1.1 a 2.5 radios terrestres desde el centro del dipolo en el interior del planeta. Este cinturón se caracteriza por estar compuesto principalmente de protones muy energéticos y electrones poco energéticos.

El cinturón interno tiende a ser muy estable y poco variable ante la presencia de una tormenta magnética producto de la actividad solar. Al encontrarse cerca de la Tierra, esta se ve fuertemente influenciada por el campo magnético terrestre generado en el interior del planeta. El cinturón externo, por otro lado, se ubica entre 3.5 a 7 radios terrestres desde el centro del dipolo y se compone

principalmente de electrones muy energéticos. Este al encontrarse a una distancia considerable del planeta, las partículas de esta zona son fácilmente influenciadas por la actividad solar, por lo que las distancias que abarca el cinturón externo son muy variables.

Entre los cinturones de radiación existe una región en la cual la cantidad de partículas que se concentran es tan pequeña, que se considera un espacio vacío que funciona como barrera para diferenciar los cinturones interno y externo. Sin embargo, en esta zona se puede formar un tercer cinturón cuando se dan las condiciones necesarias para ello. Este tercer cinturón se genera cuando aumenta la actividad solar, lo cual hace que las partículas del cinturón externo se trasladen a esta región vacía. Una vez que la actividad solar disminuye, las partículas van regresando al cinturón externo. Este retorno de las partículas no ocurre de manera inmediata, es un proceso que puede durar horas o días, dependiendo de la intensidad de la actividad solar.

Se mencionó anteriormente que el campo magnético de la Tierra desvía las partículas más energéticas. Sin embargo, no todas las partículas desviadas quedan confinadas en los cinturones de radiación, algunas de estas partículas pueden no reflejarse y continuar su movimiento a lo largo de las líneas de campo magnético, precipitándose a la alta atmósfera del planeta. Esta precipitación de partículas cargadas es uno de los tópicos más interesantes dentro del estudio de la magnetósfera terrestre y está relacionado a varios procesos físicos que ocurren en la magnetósfera. Uno de los más conocidos son las auroras boreales, las cuales son producto de la interacción de estas partículas cargadas con los distintos componentes de la atmósfera terrestre, liberando energía en forma de luz visible que llamamos aurora. Este interesante y espectacular tipo de fenómeno ocurre entre latitudes geográficas de 50° y 75°, tanto en el hemisferio norte como en el sur. Es en estas zonas que tanto las líneas de campo magnético como las partículas que se precipitan ingresan a la atmósfera de la Tierra debido a un aumento de la cantidad de partículas cargadas que arriban a la Tierra procedentes del Sol.

Los colores que se observan en las auroras están relacionados con los gases de la atmósfera, por lo que da información acerca de su composición y, por supuesto, también son utilizadas como indicador de la actividad solar. Por ejemplo, en el caso de que la actividad solar sea más intensa, la región en la cual se pueden observar las auroras aumenta, permitiendo que pueda ser vista en latitudes menores. Por ejemplo, en 1859 ocurrió la tormenta magnética más intensa registrada. Esta tormenta, conocida como el evento Carrington, se debió a una eyección de masa coronal muy intensa que golpeó la Tierra de forma directa. Este fenómeno generó que auroras boreales fueran observadas en ciudades como Roma o Madrid, que se encuentran en latitudes mucho más cercanas al Ecuador. De igual manera fueron visualizadas en el sur de los Estados Unidos, en estados como Florida o Texas. Incluso existen registros de que fueron observadas en Colombia, un país que se localiza muy cerca del Ecuador terrestre.

Cuando sucedió el evento Carrington, la humanidad todavía no usaba ampliamente electricidad en los hogares y los trabajos y la tecnología que depende de ella estaba lejos del nivel que actualmente manejamos. Por lo que los científicos que estudian estos fenómenos creen que, si en la actualidad ocurriera un evento de tal magnitud, las consecuencias podrían ser fatales. Muchos satélites podrían resultar fuertemente afectados, además, las redes de distribución eléctrica se podrían ver afectadas como ocurrió en 1989 en Quebec, Canadá (cuando hubo un apagón que afectó a más de 6 millones de personas por casi un día). Ante un evento similar a ese, el mundo quedaría sumido en total oscuridad debido a que las redes eléctricas serían dañadas severamente, generando que países enteros se vieran paralizados tanto social como financieramente, generando pérdidas económicas sin precedentes. Todo esto y muchos otros fenómenos relacionados con la precipitación como la interacción onda-partícula, auroras pulsantes, acoplamiento magnetósfera-ionósfera, entre muchos otros procesos, han hecho del estudio de los cinturones un área muy interesante e importante de estudio. La última misión espacial que estudió esta zona consistió de dos sondas, llamadas Van Allen que dejaron de funcionar en 2019, pero que estuvieron recopilando información por siete años, la cual se sigue estudiando al día de hoy, por lo que en los siguientes años se realizarán nuevos descubrimientos acerca de lo que ocurre ahí y de cómo afecta al ambiente espacial cercano a la Tierra. Todavía hay mucho que entender acerca de estos interesantes cinturones de radiación. ☺

Nadia Gallegos, Esmeralda Romero *

El ciclo de actividad solar: acercándonos a otro máximo de actividad de nuestra estrella

¿Te has preguntado por qué cada vez son más frecuentes las tormentas solares?, y ¿cuál es su relación con las manchas solares?

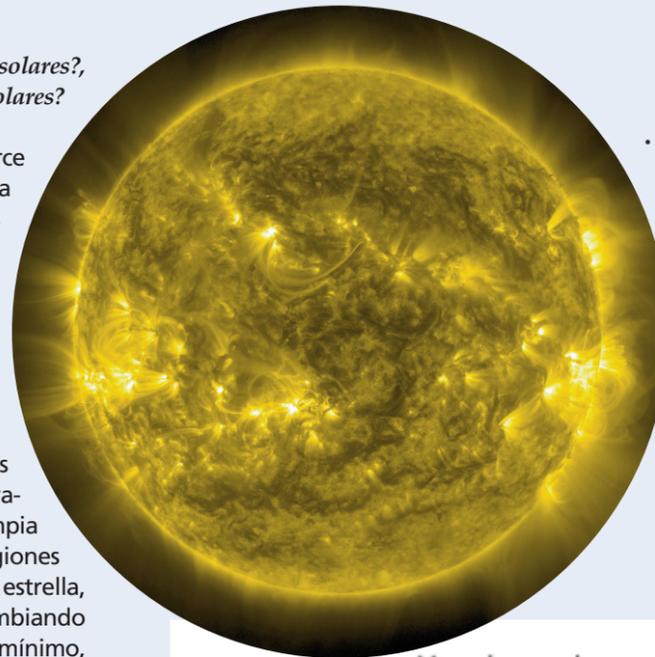
El Sol es una estrella con un campo magnético muy intenso que ejerce fuerza sobre todas las partículas cargadas que componen el plasma del que está hecho. Para que puedas visualizar este efecto, revisa las imágenes del Sol en la base de datos de la sonda espacial SDO (*Solar Dynamics Observatory*: <https://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>) de la NASA, y abre la que aparezca en color dorado (filtro en UVE a 171 angstroms) para que veas una de las regiones más calientes, la corona solar. ¿Distingues los arcos que se forman sobre la superficie?, ¿a qué te recuerdan? ¡Exacto! Es idéntico al campo magnético de un imán. Entonces, podemos pensar que la superficie del Sol está compuesta de varios imanes. No obstante, estos imanes aparecen y desaparecen con el transcurso de los años. Si analizamos las imágenes de SDO de los últimos 15 años, encontraremos que el Sol ha tenido periodos en los que su superficie está muy limpia (Sol quieto), y periodos en los que está más activo, con muchos arcos y regiones brillantes (Sol activo). Esta variación se asocia con el ciclo de actividad de la estrella, el cual tiene una duración de aproximadamente 11 años, y lo que está cambiando a lo largo de este ciclo es la configuración magnética del Sol. Durante el mínimo, el campo magnético solar se asemeja al de un imán (dipolo magnético), pero conforme la actividad aumenta, este campo empieza a tornarse caótico porque aparecen sobre su superficie pequeños imanes, que son las manchas solares.

Para saber en qué etapa del ciclo se encuentra el Sol, basta con revisar cuántas manchas hay sobre el disco solar. La idea es muy simple: entre más manchas hay sobre el disco solar, mayor es la actividad, y viceversa. En la gráfica de la Figura 1 puedes ver la variación del número de manchas que presentó el ciclo solar 24, que inició en el 2008, tuvo su fase ascendente del 2009 al 2012, y el máximo del ciclo ocurrió entre 2013 y 2014.

El conteo de las manchas solares se ha realizado desde hace muchos años, habiendo registros claros de la actividad solar desde el año 1750 (ciclo solar 1). Actualmente nos encontramos en el ciclo solar 25, el cual inició en el 2020 y alcanzará su máximo de actividad hacia el año 2025 (ver Figura 2). Pero todo esto ¿qué tiene que ver con la Tierra y con nosotros? Lo primero que tenemos que entender es que todo lo que acontece en el Sol nos afecta en mayor o menor medida. Una parte vistosa de la actividad solar son las auroras polares, un espectáculo de luces que es visible sólo en los lugares cercanos a los polos terrestres. Las auroras ocurren todos los días debido al viento solar, pero cuando hay tormentas solares, las auroras llegan a ser más intensas y pueden visualizarse hasta latitudes tan bajas como las de Canadá o el norte de Estados Unidos.

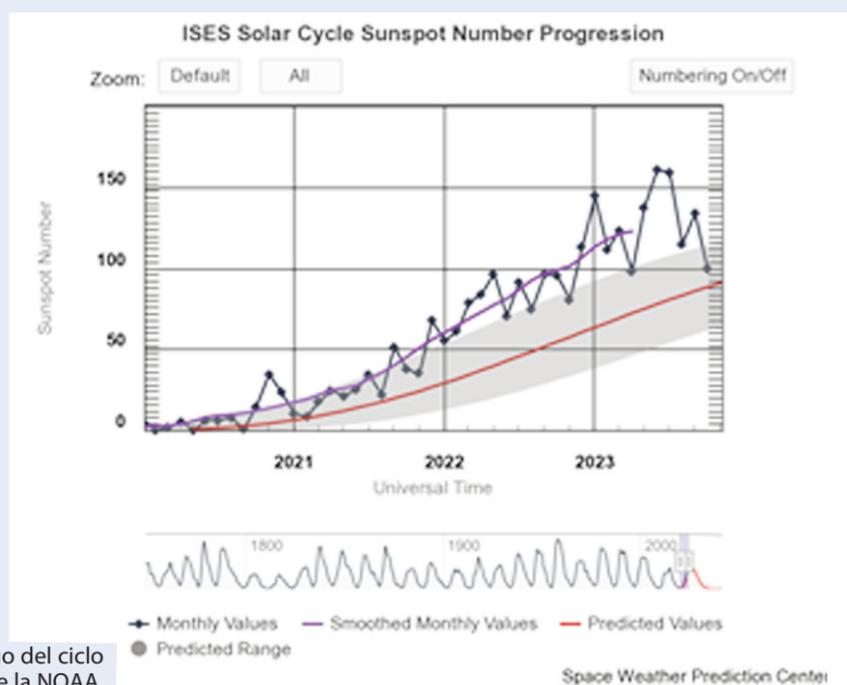
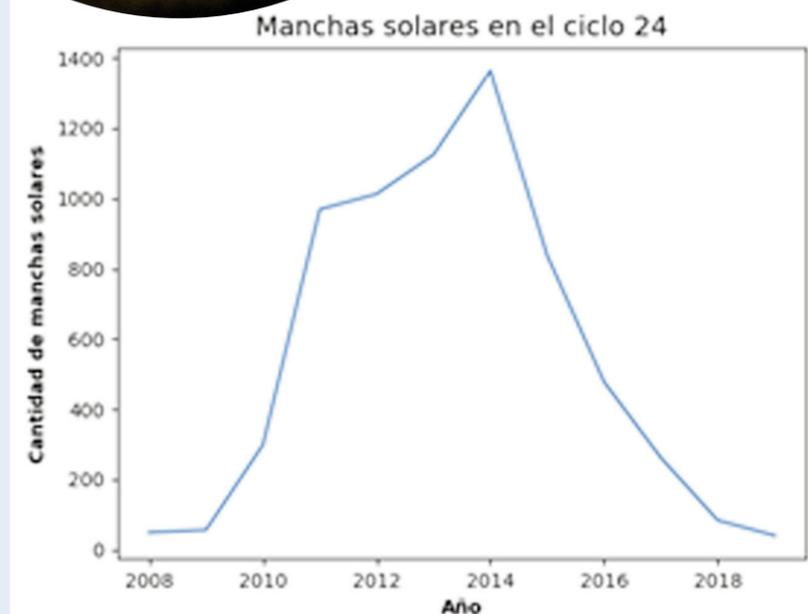
Este ciclo solar 25 está levantando alboroto en las redes, ya que la actividad solar se ha incrementado considerablemente en este año, y los medios nos están bombardeando con noticias alarmantes sobre si va a haber una tormenta solar gigante que nos borre del mapa. Pero tenemos que entender que las tormentas solares van a ser cada vez más frecuentes e intensas porque nos estamos acercando a la fase máxima del ciclo solar. Como civilización tecnológica, lo que más nos preocupa de las tormentas solares son las altas cantidades de radiación y partículas que pueden dañar los satélites y naves espaciales. Las partículas pueden llegar a dañar las celdas solares, sus componentes, o incluso inhibir la comunicación con el satélite. Para los satélites de telecomunicaciones, esto implicaría una interrupción en las señales de ciertas zonas del planeta al que estos den cobertura, así como fallas en los GPS de distintos dispositivos o medios de transporte. Además, las tormentas solares pueden tener consecuencias en la salud de los astronautas e incluso en los pasajeros a bordo de vuelos transpolares. Los pasajeros en este tipo de vuelos aún están protegidos debido a la atmósfera de la Tierra, pero de igual manera reciben más radiación que un humano en tierra firme. Para los astronautas la historia es distinta. Al estar en el espacio reciben de lleno la radiación de la tormenta. ☾

* nadia.gallegosrd@uanl.edu.mx, esmeralda.romerohdz@uanl.edu.mx ✉



• Imagen del Sol en el filtro UVE. Día 30 de noviembre de 2023. Foto sacada de la página del SDO.

• **Figura 1.** Cantidad de manchas solares por año a lo largo del ciclo solar 24.



• **Figura 2.** Cantidad de manchas solares por año a lo largo del ciclo solar 25 hasta noviembre 2023. Tomada de la página de la NOAA.

José Gabriel Ávila-Rivera *

El sol y la salud

El sol fue considerado una deidad en prácticamente todas las culturas a lo largo de la historia de la humanidad. Hablando en términos de nuestra civilización, el pueblo Mexica, que constituyó un verdadero imperio en Mesoamérica, tenía al sol como un dios central. Independientemente de la mitología, especialmente interesante desde el punto de vista artístico y cultural, este astro en su poderío no podía ser visto directamente, lo que le imprimía una supremacía que no podía compararse al lado de ninguna otra estrella en el cielo. En la alborada con un color rojo y al mediodía en una forma deslumbrante, seguramente condicionó un pensamiento relacionado con la sangre y la lucha; es decir, se comportaba igual que un guerrero en un combate constante que, herido, renacía invariablemente triunfal e inmutable.

Entre los años 1325 hasta 1521 de nuestra era, mientras florecía la cultura Mexica, en Europa ya eran comunes los tratamientos médicos que incluían exposiciones a la luz del día, con especificaciones precisas y condiciones concretas. Al aumentar la temperatura, se dilatan los vasos sanguíneos mejorando la circulación y provocando sudoración, con la idea incluso hoy aceptada de que este es un proceso de “desintoxicación”, que no necesariamente es válido. Con una acción sedante y relajante que todos hemos experimentado al tumbarnos en la playa, una alberca o en el mismo pasto, apreciamos un placer que tiene un efecto en el sistema nervioso central por el incremento en la producción de unas sustancias llamadas neurotransmisores, que generan un goce inefable. Exponer las articulaciones adoloridas al calor de la luz solar genera analgesia con una disminución de los dolores. El efecto directo destruye prácticamente a todos los gérmenes. Puede auxiliar en la regulación de la temperatura. Estimulante y antidepresivo, se le encuentran siempre una cantidad increíble de cualidades que hacen de la vida algo placentero.

En la actualidad existe la helioterapia, actinoterapia o fototerapia practicadas como una opción terapéutica válida. Los antecedentes científicos de esta opción de tratamiento médico son particularmente interesantes. Niels Ryberg Finsen (1860 - 1904) fue un médico danés. A la edad de 22 años estudió medicina en Copenhague obteniendo su título en 1890. Sin embargo, padeció una rara enfermedad de tipo genético denominada Síndrome de Niemann-Pick, caracterizada por la acumulación de cierto tipo de grasa a nivel celular en órganos distintos. Percibió que la luz le era benéfica y toda su vida la dedicó a estudiar con una particular atención el beneficio que podía brindar la exposición solar regulada, con múltiples experimentos científicos. Tenía una verdadera obsesión por esto hasta llegar a los excesos y a los extremos. Por citar un caso, durante su luna de miel, recién casado, expuso los pabellones auriculares de su joven esposa, después de presionarlos con dos placas de vidrio a las radiaciones del sol, para valorar el efecto en distintas latitudes. Esto lo hizo con el objetivo de informarse acerca de la relación existente entre la luz y la disminución de la circulación sanguínea de los tejidos periféricos. Tuvo la agudeza de publicar sus resultados, lo que le valió que le otorgaran el Premio Nobel de Medicina en 1903, galardón que no pudo recibir por lo avanzado de su enfermedad que iba a provocar su muerte, un año después; es decir, en 1904, en el mes de septiembre, a los 44 años de edad.

Pero los pasos ya estaban dados para establecer procedimientos de curación con una base seria, enfocados a aprovechar la luz. Hoy los niños recién nacidos que tienen un incremento en los niveles de pigmentos biliares y que se ponen “amarillos” (Ictericia del recién nacido), reciben como la mejor medida de tratamiento, luz ultravioleta, natural o artificial.

Es muy conocido que la fototerapia ayuda a que en la piel se forme vitamina D, que es un elemento determinante para que el calcio que ingerimos en la alimentación pueda fijarse en los huesos, con un impacto determinante de la salud en los dientes y en nuestra estructura ósea.

Pero como todos sabemos, el exceso de exposición a los rayos ultravioleta puede tener un impacto en el incremento de riesgo para padecer cáncer de piel. Se calcula que aproximadamente 3.5 millones de personas son diagnosticadas por año, lo que representa una cifra asombrosa. A lo largo de los años esta cifra se ha incrementado, probablemente porque han mejorado las técnicas de diagnóstico, hay un aumento sustancial en los años que vive una persona y la mayor exposición en tiempo a la luz ultravioleta del sol. Por esta razón es muy importante en la actualidad utilizar protectores solares.

Los productos para cuidarnos del sol tienen un número como referencia. Este se denomina Factor de Protección Solar o SPF (por las siglas inglesas de Sun Protector Factor), que nos marca la relación que hay entre el tiempo

CON UNA ACCIÓN SEDANTE Y RELAJANTE QUE TODOS HEMOS EXPERIMENTADO AL TUMBARNOS EN LA PLAYA, UNA ALBERCA O EN EL MISMO PASTO, APRECIAMOS UN PLACER QUE TIENE UN EFECTO EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL POR EL INCREMENTO EN LA PRODUCCIÓN DE UNAS SUSTANCIAS LLAMADAS NEUROTRANSMISORES, QUE GENERAN UN GOCE INEFABLE

necesario para que la piel se ponga de color rojo (eritema), con un protector y sin usarlo. En otras palabras, si con una exposición de 20 minutos aplicamos un protector solar de 10, se producirá el mismo eritema después de (10 por 20) 200 minutos; es decir, aproximadamente tres horas con 30 minutos. Es obvio que muchas variables van a afectar este resultado, pero se deben considerar como fundamentales la intensidad de rayos solares a la que nos exponemos y el denominado “fototipo” de un individuo; es decir, la cantidad de melanina o pigmento en la piel de cada persona.

Miguel de Cervantes Saavedra (1547-1616), en el *Ingenioso Hidalgo Don Quijote de la Mancha*, le expresa a Sancho Panza: “Sea moderado tu sueño, que el que no madruga con el sol, no goza del día”. En este pequeño fragmento, Don Quijote manifiesta la importancia de llevar a cabo las actividades cotidianas con el sol y si bien advierte sobre la necesidad de moderar el sueño, vale la pena considerar que en todo debe haber mesura y reserva. El exceso de sol puede provocar a la larga, graves problemas de salud y su goce con sobriedad, genera definitivamente, una vida mejor. s

* jgar.med@gmail.com ✉

Épsilon Jaime Cid

“El sol es el resorte que lo maneja todo. El sol preserva la vida humana y suministra toda la energía humana.”

Nikola Tesla (1856-1943) Ingeniero Eléctrico.

“Como sentado en un trono real, el sol gobierna la familia de planetas que giran alrededor suyo.”

Nicolás Copérnico (1473-1543) Astrónomo.

“La luz que decimos de la Luna, luz de Luna no es, más siempre, y únicamente luz del Sol.”

José Saramago (1922-2010) Escritor.

“El Sol es solo una esfera llena de hidrógeno, si te acercas demasiado, solo te quemarás.”

Hiromu Arakawa (1973 -) Mangaka.

Sergio Cortés Sánchez *

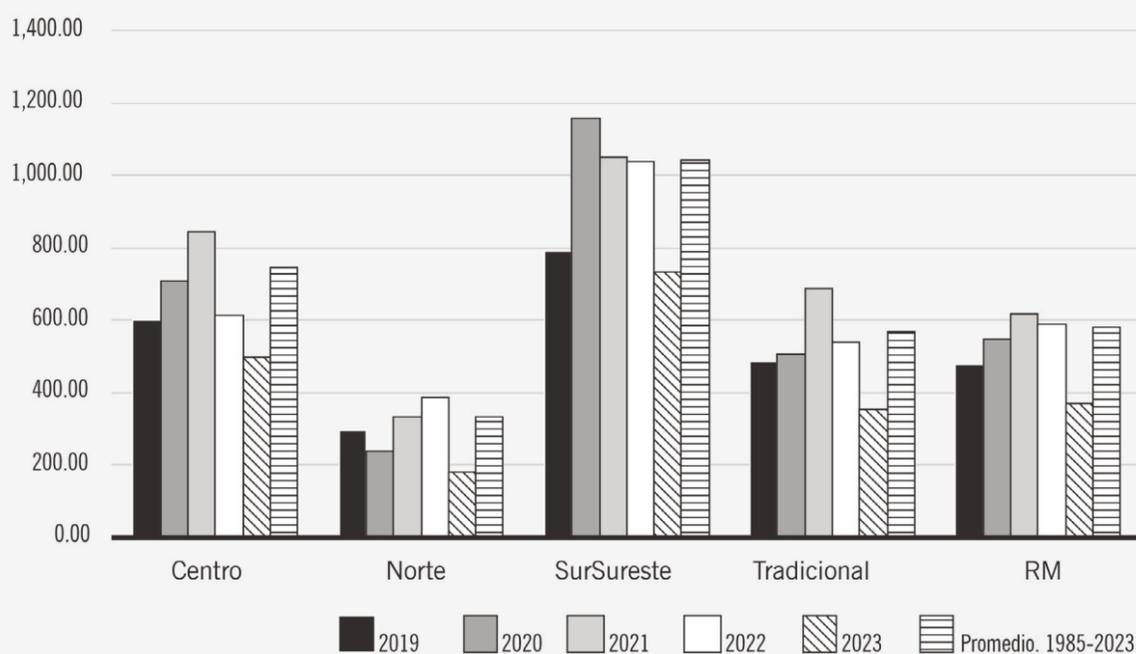
Desabasto de granos

La superficie cosechada en el año agrícola 2023 fue 1.9 millones de hectáreas (ha) menor a la de 2018, la sequía meteorológica, entre otras, fue la principal causal: de los cinco años de gestión de Andrés Manuel López Obrador (AMLO), en tres la precipitación de primavera-verano fue menor a la media histórica 1985-2023 respectiva, pero en 2023, esa variación fue de -35.9 por ciento y se manifestó con mayor vigor en Zacatecas (-50.3 por ciento), Durango (-42.6 por ciento), Chihuahua (-57.8 por ciento), Guanajuato (-46 por ciento), San Luis Potosí (-64.9 por ciento), Sinaloa (-20.6 por ciento), Querétaro (-52.6 por ciento), Coahuila (-51.9 por ciento) y Aguascalientes (-55.2 por ciento). En esas entidades los cultivos cíclicos cosechados fueron menores a los obtenidos cinco años antes en el guarismo referido.

En primavera-verano se cosechó el 69 por ciento del total del año agrícola 2023 y si en esas estaciones no se dispone de agua requerida para los cultivos, las siembras merman y los siniestros aumentan. Los granos básicos (maíz, frijol, trigo y arroz) cosechados en 2023 fueron 1.5 millones de ha menores a los de 2018; sin embargo, su producción aumentó 1.3 por ciento en esos años. El maíz grano y el frijol disminuyeron su cosecha en 686 mil ha y 835 mil ha, respectivamente entre 2023 y 2018, en el primer caso su producción aumentó en 1.4, pero en el segundo la merma en producción fue de 39.5 por ciento. La producción de granos básicos no crece con la misma intensidad que el consumo y la importación se ha incrementado: en 2023 el saldo en la balanza comercial de granos básicos fue de -8 mil 279 millones de dólares (md); el promedio anual de dicha balanza en la gestión de AMLO es de -6 mil 366 md y con Enrique Peña Nieto (EPN) el promedio fue de -3 mil 608 md.

De los diez principales cultivos cíclicos, el promedio anual de la superficie cosechada en la gestión de AMLO es 1.3 millones de ha menor al de EPN (-10.5 por ciento): en tres cultivos la superficie aumentó (arroz, algodón hueso y cebada) y en siete disminuyó (maíz, frijol, trigo, soya, ajonjolí, cártamo y sorgo grano). La producción de granos básicos aumentó en 0.3 por ciento en la gestión de AMLO respecto a la de EPN. Este año se pronostica una baja en la producción de granos y un incremento en las importaciones: el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera estima una merma en la producción de maíz, frijol, trigo, caña de azúcar y nuez e indica que las entidades más afectadas serán Sinaloa, Michoacán, Chihuahua, Sonora y Tamaulipas; por su parte, el Grupo Consultor de Mercados Agrícolas estima que el volumen importado de productos básicos será 7 por ciento superior a la del año pasado (*La Jornada*, 30/07/2024, página 18).

Producir alimentos para consumo animal; importarlos; promover prácticas de cultivo sustentables con el medio ambiente, exportar productos agropecuarios que requieren alto consumo de agua; regular el abasto de granos básicos; promover consumos sustentables de alimentos; aumentar subsidios para generar cereales y preservar los apoyos a campesinos ubicados en áreas de alta marginación y pobreza serán disyuntivas que la próxima gestión presidencial tendrá que plantearse y aplicar las políticas respectivas.

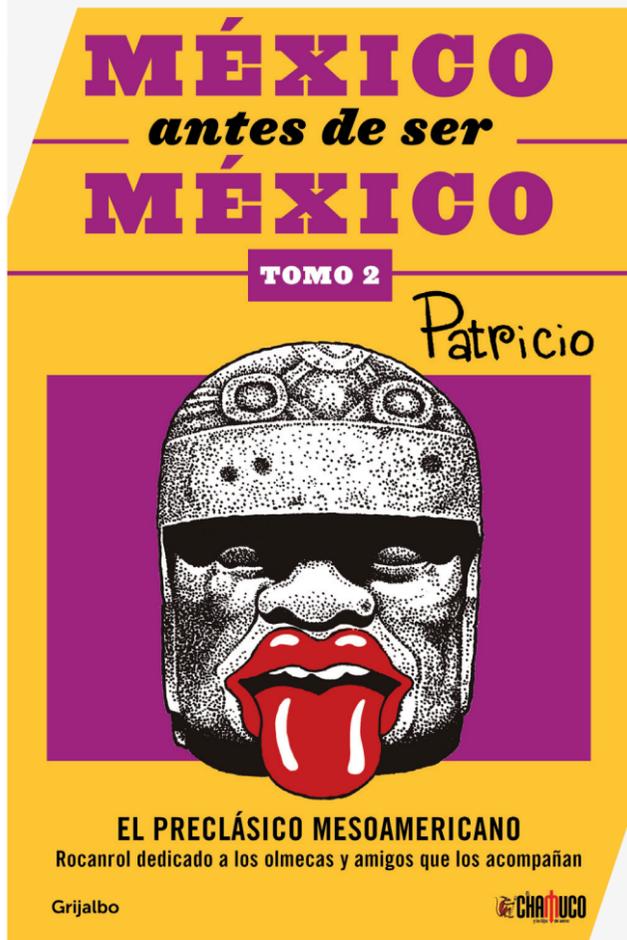
* sercorsan@hotmail.com ✉Litros por M² en primavera-verano. RegionesFuente: Elaborado con base en Conagua. Resúmenes mensuales de temperatura y lluvia. conagua.gob.mx

México. Cultivos cíclicos y perennes. Riego y Temporal. Años agrícolas 2018-2023

Entidad	Región	Superficie sembrada				Superficie cosechada			
		Hectáreas (ha)		Variación 2023-2018		Hectáreas (ha)		Variación 2023-2018	
		2018	2023	%	Absoluta (ha)	2018	2023	%	Absoluta (ha)
CdMx, Hgo, Mex, Mor, Pue, Qro, Tlax.	Centro	2,754,938	2,646,141	-3.9	-108,797	2,693,732	2,535,849	-5.9	-157,883
BC, BCS, Chih, Coa, NL, Sin, Son y Tams.	Norte	4,812,013	4,526,259	-5.9	-285,755	4,648,214	4,153,462	-10.6	-494,752
Cam, Chis, Gro, Oax, Qro, Tab, Ver y Yuc.	SurSureste	6,459,937	6,652,674	3.0	192,737	6,197,406	6,466,846	4.3	269,440
Ags, Col, Dgo, Gjto, Jal, Mich, Nay, SLP, Zac.	Tradicional	7,136,163	6,198,521	-13.1	-937,642	6,731,062	5,227,300	-22.3	-1,503,762
	R. M.	21,163,051	20,023,595	-5.4	-1,139,457	20,270,413	18,383,456	-9	-1,886,957

Fuente: Elaborado con base en SIAP. Cierre de producción agrícola. Años 2018-2023

Alberto Cordero *

México antes de ser México **

** Ortiz González, Patricio. (2020, marzo). *México antes de ser México. Tomo II.* México: Ed. Grijalbo, El Chamuco.



Además de las estelas de piedra volcánica, encontraron, enterrada, nada más y nada menos que... ¡otra cabeza colosal! Frans Blom y Oliver La Farge atribuyeron “esas ruinas a la civilización maya.

Partiendo de los descubrimientos anteriores, Hermann Beyer, el primero en utilizar el término “olmeca” en referencia a los hallazgos de Veracruz y Tabasco; escribió que “Sobre el volcán de San Martín Pajapan se encuentra un ídolo... sobre la parte casi cúbica del monumento... aparece el rostro de una divinidad que pertenece a la civilización olmeca o totonaca...”

Beyer, que como hemos mencionado era un gran erudito, sabía que los mexicanos se referían a los habitantes de la costa oriental del Golfo de México como olmecas, o habitantes de Olman, el país de hule.

El caucho o hule (del náhuatl *olli*), es una savia que se extrae de un árbol selvático originario del sur de México y Centroamérica. Además de numerosos usos medicinales, con el hule se fabricaban las pelotas para el juego que tanto gustaba a nuestros antepasados.

No sabemos cómo se llamaban los pobladores de Los Tuxtlas y La Venta, pero sí sabemos que el término olmeca les fue atribuido muchos siglos después de que su cultura dejó de existir. Entonces ¿quiénes eran los susodichos olmecas, de dónde salieron y a qué se dedicaban?

Los descubrimientos de Blom y La Farge llamaron la atención de otros estudiosos e investigadores, como George Vaillant, que fue el primero en relacionar las piezas halladas en La Venta y Los Tuxtlas con otras que se encontraron en museos de Europa y Estados Unidos. Vaillant supuso que este nuevo estilo habría de haber sido desarrollado por una cultura aún desconocida, distinta a la cultura maya, que se habría asentado en la región comprendida entre Los Tuxtlas y La Venta.

Y fue esa cultura, de la que no se sabía casi nada, la que fue bautizada desde entonces como cultura olmeca.

Lo mero bueno, sin embargo, apenas estaba por venir. Por ahí del año 1936 Matthew Sterling, un arqueólogo de los Estados Unidos, realizó un descubrimiento sorprendente en el sitio de los Tres Zapotes, cercano a Hueyapan, en donde se había encontrado la primera cabeza olmeca.

Sterling desenterró el fragmento de una estela, en la que se podía leer una inscripción calendárica de cuenta larga, como las que se habían encontrado en los sitios mayas del periodo clásico. Una vez descifrada la inscripción, la fecha aludida correspondía al año 32 a. C.

Esto es... ¡tres siglos anterior al esplendor de la cultura maya del periodo Clásico!

¿Y eso qué quiere decir o qué? Pues porque en ese entonces, la inmensa mayoría de los arqueólogos y estudiosos daban por hecho que la maya era la más antigua de todas las culturas mesoamericanas y que los mayas había sido, por decirlo coloquialmente, los papás (y las mamás) de los pollitos.

Y por eso, los hallazgos de Matthew Sterling desataron una serie de apasionadas y divertidas polémicas científicas, entre los mayizantes y los olmequizantes. Entre estos últimos, además del mismo Sterling, se encontraban arqueólogos e investigadores mexicanos como Alfonso Caso, Miguel Covarrubias y muchos otros.

La polémica continuó durante un par de décadas más. Mientras tanto, investigaciones dirigidas por arqueólogos mexicanos y norteamericanos, encabezadas por Román Piña Chan y Philip Drucher, encontraron en La Venta más cabezas monumentales, tronos, estelas, estatuillas de jade, una pirámide, hachas votivas, espejos de magnetita (un mineral muy codiciado) y numerosas ofrendas. La Venta, pues, parecía ser el epicentro de la recién descubierta y recién bautizada cultura Olmeca. s

* acordero@fcfm.buap.mx ✉

LOS OLMECAS: HABITANTES DE LA REGIÓN DEL HULE

Corría el año de 1862, en un convulsionado México que recién salía de la guerra de Reforma e iniciaba la invasión francesa. Un humilde campesino veracruzano limpiaba su milpa cuando se topó, literalmente, con la historia enterrada de sus ancestros. La enorme roca que yacía debajo de la tierra, en la hacienda de Hueyapan, cerca de Tres Zapotes, Veracruz, resultó ser una colosal cabeza tallada en piedra. Otro veracruzano, no tan humilde, de nombre José María Melgar y Serrano, explorador de selvas y montañas, amante de la arqueología y, posiblemente —de acuerdo a investigaciones recientes— saqueador y comerciante de tesoros arqueológicos, se encontraba en San Andrés Tuxtla, Veracruz, cuando se enteró del reciente descubrimiento del gigantesco pedrón con forma de cabeza humana. Intrigado, Melgar decidió conocer dicha cabeza en persona, o más bien en piedra... Saqueador o arqueólogo aficionado, a José María Melgar y Serrano le debemos el primer dibujo de una cabeza olmeca.

En 1925, el arqueólogo danés Frans Blom y el arqueólogo y etnógrafo Oliver La Farge se internaron en las selvas de Los Tuxtlas, en el estado de Veracruz. En una isla encontraron una figura tallada en piedra, parecida a la cabeza de Hueyapan, pero lo más importante es que en la cima del volcán de San Martín Pajapan encontraron una verdadera obra de arte: el retrato escultórico de un personaje, con una barra cilíndrica en las manos, sentada a la entrada de un nicho o pequeña cueva. Dicha escultura, por cierto, se encuentra en el Museo de Antropología de Xalapa.

Siguiendo las indicaciones de los habitantes de la zona, Blom y La Farge llegaron hasta una isla llamada La Venta, ya en territorio de Tabasco, ahí encontraron estelas, monumentos, una pirámide de casi 25 metros de altura y monolitos parecidos al que habían encontrado en el volcán y a los que, por su superficie plana, decidieron llamar altares, pero que hoy se sabe en realidad eran tronos.

Tras las huellas de la naturaleza

Tania Saldaña Rivermar y Constantino Villar Salazar • Ilustración: Diego Tomasini "El Dibujo"

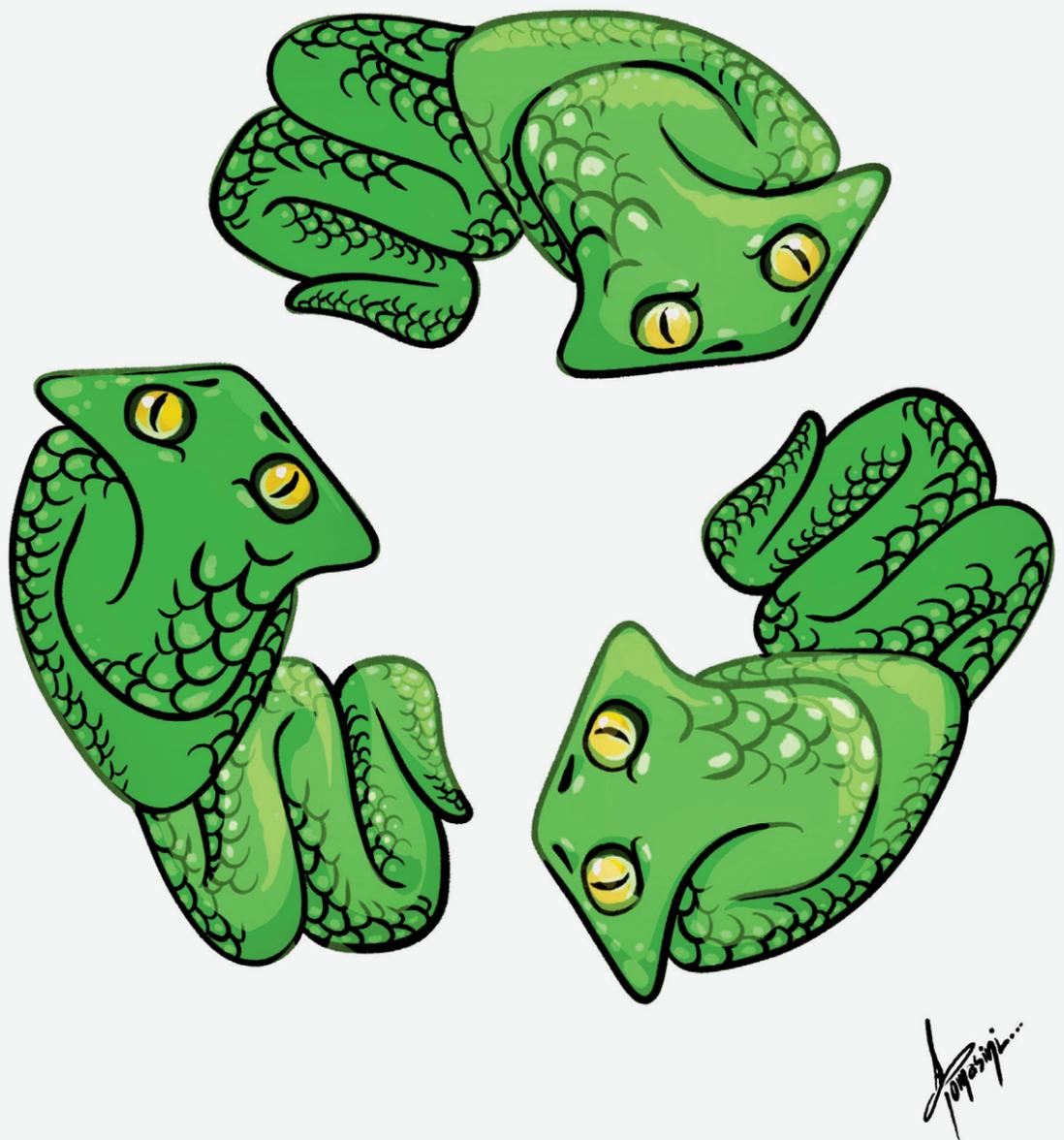
Antes veneradas, hoy castigadas: las serpientes

No hace muchos días se llevó a cabo el tercer festival de las serpientes, con el objetivo de generar conciencia, de incrementar el conocimiento y de compartir información y porque no, también saberes, sobre la importancia ecológica, biológica, etnobiológica y antropológica de este grupo de vertebrados. Todos o casi todos sabemos que históricamente estos reptiles han despertado fascinación, pero también han inspirado algunas de las historias más terroríficas para la humanidad, desde serpientes gigantes devora humanos hasta una de las evocaciones del demonio para el caso de algunas religiones, pero no todo ha sido malo, las serpientes también han dado origen a deidades en diferentes culturas, por recordar algunas y porque estamos en México mencionaremos al tan socorrido Quetzalcóatl para los mexicas y a Kukulcán para los Mayas, ambas advocaciones dadoras de vida y equilibrio en la naturaleza.

No cabe duda de que las serpientes son el mejor ejemplo de cómo la diversidad biológica moldea la cultura de los pueblos. Las serpientes son uno de los grupos de vertebrados con mayor éxito evolutivo y adaptación y, por qué no, aventurarnos a decirlo, con una resiliencia asombrosa, ya que han logrado adaptarse, con excepción de los polos, a todos los ecosistemas, desde los matorrales hasta los mares, desde los bosques hasta las selvas y ciudades, ocupan prácticamente todos los nichos, las hay arborícolas y acuáticas, semiacuáticas y enterradoras; por supuesto, las encontramos de diferentes tamaños, serpientes tan grandes como las anacondas o pitones, que sobrepasan los ocho metros de largo y algunas tan pequeñas que apenas son poco más grandes que el dedo meñique de una persona adulta, esto, claro está, hace que estos organismos depredadores ocupen varios eslabones de la cadena trófica, ya que son tanto depredadores excelentes como organismos depredados por otras especies, lo que los hace indispensables dentro del dinamismo ecológico, es impensable sinceramente imaginar un ecosistema sin estas especies clave, ya que son organismos que al paso del tiempo y bajo procesos específicos de especiación han logrado diversificarse no solo en el número de especies, que dicho sea de paso, aún no conocemos todas las que hay en el planeta y en nuestro país aún falta mucho trabajo para lograr responder a una pregunta tan básica como cuántas hay y en dónde viven, ya que se siguen descubriendo especies nuevas.

De su ecología ni hablar, pues lograron una diversidad en estrategias de alimentación y en sus presas mismas, existen algunas que son generalistas; es decir, sus presas son variadas y algunas que son especialistas, lo cual refiere a que se alimentan de organismos específicos. Las serpientes aparecieron hace unos mil millones de años; se cree que aparecieron en una de las primeras partes del súper continente Pangea, el cual se denomina Gondwana y a partir de ese momento inicia una carrera que más que evolutiva es una carrera por la supervivencia que termina por hacer de este grupo uno de los más exitosos, ya que recordemos que la supervivencia, en algunos casos, los más, garantiza la reproducción y si existe una reproducción exitosa y una descendencia genéticamente fuerte simplemente podemos decir "bienvenido a la gran maquinaria evolutiva".

Es así como podemos encontrar serpientes semivenenosas y venenosas, las que presentan un veneno hemotóxico y las que han desarrollado neurotoxinas (neurotóxicas) e incluso encontramos serpientes que se pueden clasificar por el tipo de dentición en opistoglifas, solenoglifas y aglifas, siendo estas últimas



las que no presentan colmillos, pero quizá la característica que más ha llamado la atención es la falta de extremidades ya que sabemos que son un grupo estrechamente emparentado a reptiles como las lagartijas, con un ancestro común, lo cual quiere decir que evolucionaron a partir de organismos con patas y que fueron perdiendo estos apéndices, prueba de ello es el registro fósil que se tiene de algunos organismos y algunas especies actuales que presentan pequeñas estructuras que nos recuerdan por qué están emparentadas a las lagartijas y clasificadas dentro de los squamata.

Ante la avasalladora pérdida de especies debido al cambio de uso de suelo, el calentamiento global, enfermedades emergentes y la cantidad de mitos que aún se encuentran profundamente arraigados en el pensamiento popular, lo cual, en conjunto, pone a muchas especies en riesgo; es imprescindible que se trabaje con proyectos de comunicación pública de la ciencia, programas de educación ambiental y en ese sentido el Tercer Festival de la Serpiente promete devolver a estos hermosos vertebrados al lugar que les corresponde culturalmente y ecológicamente hablando, lugar del cual nunca tenían que haber salido; es decir, como organismos que representan la vida y abundancia, y no lo contrario. Les invitamos a ser parte de este gran plan para la conservación y sumarse a la generación que hoy suma a la restauración de los ecosistemas para la conservación de las especies. Recuerda, somos parte de la naturaleza y no dueños de ella, sigamos dejando huella al natural. s

Tras las huellas

@helaheloderma

traslashuellasdelanaturaleza@hotmail.com

Raúl Mújica *



Paris Pismis: la madre de la astronomía mexicana

de Investigadores, y recibió el Premio Universidad Nacional en el área de Docencia en Ciencias Exactas, en 1989.

Su labor como docente es igualmente destacada a la de investigadora, ya que prácticamente todos los astrónomos profesionales de México, de manera directa o indirecta, fueron sus alumnos. Este gran legado en la formación de una comunidad de astrónomos ha hecho que le recordemos con admiración, gratitud y afecto como la “madre de la astronomía mexicana”.

Hace 25 años, el 1 de agosto de 1999, la gran astrónoma Paris Pismis pasó a formar parte del firmamento, el mismo que la mayor parte de su vida estudió con tanta pasión.

Conocí a la doctora Pismis cuando llegué al INAOE a realizar mi tesis de licenciatura. Le estaba impartiendo un curso no formal de galaxias al aún pequeño grupo de estudiantes interesados en astronomía que se había formado luego de la llegada de algunos investigadores del IAUNAM, quienes invitaban a todos a sumarse. No la conocía, pero muy pronto me enteré de todo lo que había hecho, tanto en sus investigaciones como por la astronomía mexicana.

El apellido Pismis es de origen armenio y significa *persona muy hábil*, lo cual no sólo se reflejó en sus estudios, los que llevó a cabo, de licenciatura a doctorado en matemáticas y astronomía, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Estambul, sino también en la docencia y en la capacidad de despertar vocaciones científicas entre los jóvenes.

DE TURQUÍA A MÉXICO

La doctora Pismis llegó primero a Harvard a realizar una estancia posdoctoral, en 1939, pero permaneció hasta 1941, debido a la Segunda Guerra Mundial. Ahí conoció al matemático mexicano Felix Recillas con quien contrae nupcias. Y de ahí, afortunadamente llega ya México!

Su llegada a México se debe a que fue invitada a la inauguración del Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla (OANTon), el 17 de febrero de 1942, así como al congreso internacional que se organizó para la ocasión, y al que asistieron destacados astrónomos como H. Shapley, H. N. Russell, W. S. Adams, O. Struve, J. A. Pearce, D. Menzel, F. L. Whipple, Sergei y Cecilia Payne-Gaposchkin y B Bok, entre muchos otros.

Este fue el primer contacto de la doctora Pismis con México y lo dejó perfectamente plasmado en el capítulo titulado “El Amanecer de la Astrofísica en México”, que escribió para el libro *Historia de la astronomía en México*. Esta visita a Tonantzintla es probablemente el momento en que se convierte en la primera astrónoma profesional en México.

La doctora Paris trabajó poco tiempo en el OANTon, y luego de varias estancias en EU, en 1948 se instaló en la UNAM donde trabajó durante más de cincuenta años, hasta su muerte a la edad de 88 años.

Durante sus últimos años, cuando le conocí, solía realizar largas estancias en el cerro de Tonantzintla. Además de pasear por los jardines del IAUNAM y del INAOE platicando con los estudiantes, nos invitaba al famoso bungalow que lleva, creo que no oficialmente, su nombre, del lado del OAN del IAUNAM en Tonantzintla, para que le platicáramos sobre los avances de nuestros trabajos de tesis.

SU LEGADO

La doctora Pismis publicó más de un centenar de artículos sobre diferentes problemas astronómicos; sin embargo, su principal campo de interés fue la estructura galáctica. Descubrió tres cúmulos globulares y veinte cúmulos abiertos, varios de los cuales llevan su nombre. Con sus estudios de poblaciones estelares contribuyó en la explicación del origen de la estructura de las galaxias espirales mediante ondas de densidad. Introdujo la técnica observacional llamada interferometría Fabry-Perot en México, con la que se realizaron estudios de campos de velocidad de nebulosas galácticas. Al final de su carrera se interesó por galaxias moderadamente activas.

Participó activamente con la Unión Astronómica Internacional (UAI), dentro de la cual perteneció a las Comisiones de Galaxias, de Estructura y Dinámica de los Sistemas Galácticos y de Medio Interestelar.

Fue editora de la Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica durante 20 años y antes, de 1966 a 1973, del Boletín de los Observatorios de Tonantzintla y Tacubaya.

Recibió el grado de Doctor Honoris Causa por el INAOE, en 1997, y por la UNAM, en 1985. Fue reconocida como Investigadora Emérita por la UNAM, así como por el Sistema Nacional

Mayor información:

Pismis, P. y Cruz-González, G. 1998. Reminiscences in the Life of Paris Pismis: A Woman Astronomer. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Astronomía, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.

Moreno Corral, M.A. (Comp.). 2003. Historia de la Astronomía en México. FCE. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/04/html/astrono.html>

* rmujica@inaoep.mx ✉

Efemérides

Agustín Márquez y José Ramón Valdés *



Calendario astronómico agosto 2024

Las horas están expresadas en Tiempo Universal (UT)

Agosto 12. Lluvia de meteoros Perseidas. Actividad del 17 de julio al 24 de agosto, con un máximo el día 12. La tasa máxima observable será de 150 meteoros por hora. El cuerpo responsable de las Perseidas ha sido identificado como el cometa 109P/Swift-Tuttle. El mejor momento para verlas será en la madrugada del 12 de agosto, hacia la constelación de Perseo, en la parte noreste de la esfera celeste.

Agosto 14, 16:52. Conjunción de Júpiter y Marte. Júpiter estará a 0° 18' al sur de Marte, en dirección de la constelación de Tauro, hacia el este de la esfera celeste.

Agosto 21, 03:01. Conjunción de la Luna y Saturno, con la Luna a 0° 27' al norte de Saturno, en dirección de la constelación de Acuario, hacia la parte más alta de la esfera celeste.

Agosto 26, 03:38. Acercamiento de Luna y M 45. La Luna estará realizando un acercamiento al cúmulo abierto M 45 (las Pléyades), pasando a solo 0° 7,5', en dirección de la constelación de Tauro.

Agosto 27, 12:45. Conjunción de la Luna y Júpiter. La Luna estará 5° 40' al norte de Júpiter, en dirección de la constelación de Tauro, hacia el sureste de la esfera celeste.

Agosto 28, 00:23. Conjunción de la Luna y Marte. La Luna estará a 5° 16' al norte de Marte, en dirección de la constelación de Tauro, hacia la parte este de la esfera celeste.

Agosto 31. Lluvia de meteoros Aurígidas. Actividad del 28 de agosto al 5 de septiembre, con su máximo el 31 de agosto. La tasa máxima observable será de seis meteoros por hora. El cuerpo principal responsable de crear las Aurígidas es el cometa C/1911 N1 (Kiess). El mejor momento para verlas será en la madrugada del 31 de agosto, hacia la constelación de Auriga, al noreste de la esfera celeste.

Fases de la Luna

Nueva Agosto 4, 11:14	Cuarto Creciente Agosto 12, 15:19
Llena Agosto 19, 18:25	Cuarto Menguante Agosto 26, 09:26

* amarquez@inaoep.mx, jvaldes@inaoep.mx ✉

Paula Carrizosa *

El chile en nogada, una tradición gastronómica viva en la Sierra Nevada de Puebla



Los lustrosos manzanas panocheras, granadas que dejan ver sus granos rojos y brillantes, delicadas peras lecheras, jugosos duraznos y chiles criollos que destacan por su tamaño, olor y picor, que ven complementado su sabor con la nuez de Castilla cosechada para la temporada, hacen que el chile en nogada, una tradición gastronómica de Puebla, siga viva en su preparación, consumo y degustación.

Durante este mes, municipios ubicados en la Sierra Nevada presumen que son dueños de la receta y el “sabor criollo” de este platillo representativo de Puebla, que se nutre de una leyenda y es producto de las prácticas culinarias de varios siglos reconocido como Patrimonio cultural intangible del estado de Puebla.

Desde el 3 de agosto, la explanada principal, las calles y los patios de una veintena de casas ubicadas en Calpan, municipio ubicado a unos 40 minutos de la ciudad, han puesto la mesa para recibir a los miles de comensales que cada fin de semana llegan para probar este guiso que requiere una larga preparación, los mejores insumos y, por supuesto, sazón para resaltar cada sabor.

Doña Rosalinda Torres, desde su comedor instalado en la explanada principal del municipio, invita a comer el platillo. Sonriente, con su delantal bien puesto y su cuchara en mano, señala que es el sazón del picadillo y la nogada lo que distingue a cada una de las mujeres que, como ella, ofrecen el plato cuya creación se dice, a manera de leyenda, fue en los fogones de la cocina del convento de Santa Mónica, en la ciudad de Puebla.

Segura, da a probar de la nogada: aquella preparación blanca hecha con la nuez de Castilla, queso de cabra, una pizca de sal, leche y otro tanto de vino blanco que baña el chile poblano que ha sido capeado y relleno del guiso en el que se mezclan la pera lechera, la manzana panochera, el durazno, los trozos de almendra, el puñado de pasas y la carne de cerdo troceada. “Todo es al momento, se rellena para freír”, asevera doña Rosy mientras muestra cómo, paso a paso, es elaborada cada una de las piezas para su venta.

Por las calles aledañas a la explanada, y con el ex convento de San Francisco de Asís de fondo, un monumento histórico que forma parte de la ruta de monasterios del siglo XVI ubicados en las laderas del Popocatepetl, que forma parte de la Lista de Patrimonio Mundial de la Unesco desde 1994, está Esther Benito, vendedora de fruta cosechada en la región.

Contenta, exhibe y vende su olorosa cosecha de chile poblano, que ha encontrado con el chile poblano “chino” una competencia desleal. “Este es lustroso y trasciende”, dice segura mientras toma entre sus manos un ejemplar que frota y aspira para oler su característico picor.

“Cuando se tuesta trasciende y el otro no, este tiene sabor y el otro parece hierba. Este pica y el otro no”, confía Esther, quien señala, además, que este año la cosecha de chile poblano se retrasó por la escasez de lluvia, que también afectó en la producción. “Poco a poco se va saliendo, todo esto se cultiva en Calpan, junto con el durazno la manzana, la nuez”, muestra la agricultora, quien comparte su puesto con su hermana, ubicada unos metros delante al suyo.

También ubicada en la calle, Josefina Aguilar lleva su propia producción: peras lecheras, manzanas panocheras, membrillos, habas, frijoles, pinole, durazno criollo y en conserva, además de la nuez que “está empezando a salir”, todos ellos productos procurados y cosechados por su propia mano y la de su familia.

Señala que ferias como las del chile en nogada ayudan a su economía familiar, al trabajo que ponen en el campo, que incluye inversión y mano de obra. “Hay personas que piensan que el campo es fácil, y nos regatean mucho. Pero no, el campo lleva su proceso. Como productores de durazno tenemos que sembrar la almendra, para lograr el durazno criollo que no es injerto, que no tiene el sabor dulce”.

“Para los campesinos es duro trabajar: estamos bajo el rayo del sol, con escasez de agua, a veces demasiada que afecta nuestros cultivos, en donde no usamos plaguicidas, químicos que han afectado y han ido acabando con la producción de manzana panochera; mi abuela sacaba toneladas y ahora tenemos tres o cuatro arbolitos, y no se le saca mucho”, refiere detalladamente.

Además del regateo y los problemas provocados por el cambio climático, doña Josefina da cuenta, con angustia y preocupación, de una problemática que atraviesan los campesinos de Calpan y demás municipios de la Sierra Nevada: el robo que se da en sus parcelas, que despoja de manera directa y a plena luz del día parte de su producción, y que, pese a las denuncias, es un problema no resuelto por las autoridades locales y estatales.

“Como productores de durazno hemos visto que hay mucha gente que va y se lo roba, y si vamos y denunciamos y los traemos con la justicia, a veces hasta tenemos que pagarle al ratero. Nos da coraje porque es injusto pues roban el producto y lo venden a lo que se les pague”, cuenta la campesina.

Así, pese a la sequía y la lluvia tardía, la vendimia y la feria del chile en nogada, doña Josefina asegura que la feria del chile en nogada representa una oportunidad para vender, a precios justos, los productos que han recibido tanto empeño y dedicación.

En Calpan, como parte de la feria que será durante los fines de semana de agosto, reuniendo a agricultores de la cabecera municipal de Calpan y de las juntas auxiliares de San Mateo Ozolco y San Lucas Atzala que ofrecen sus productos, a la par de 37 locales establecidos en las calles aledañas al ex convento de San Francisco de Asís y las aproximadamente 50 familias que abrirán sus casas para que comensales locales y foráneos degusten este plato tradicional que ha sido declarado, por sus procesos de elaboración, como Patrimonio cultural intangible del estado de Puebla.

Lo mismo ocurrirá en San Nicolás de los Ranchos, en donde 35 mujeres de la cabecera municipal y la junta auxiliar ofrecerán a comensales el platillo de temporada, como parte del 23 festival internacional del chile en nogada que está programado para los próximos 10, 11, 17, 18, 24 y 31 de agosto y 1 de septiembre.

Ahí, lejos de las cocinas especializadas de los restaurantes que en la capital ofrecen el mismo platillo por un alto costo y semanas antes de la temporada, cocineras tradicionales compartirán el chile en nogada que se prepara en las comunidades aledañas al volcán Popocatepetl que consideran es el “original, el criollo”, pues guarda los sabores puros de los insumos que le dan forma.

Se sumarán las cocineras de la junta auxiliar de San Pedro Yancuitlalpan, quienes guisarán y ofrecerán el plato en el santuario de la Purísima Concepción, mejor conocido como el cerrito, como parte de la feria de la nuez de Castilla en las mismas fechas.

Ahí, además del platillo, el festival propone hacer la ruta del nogal que invita a ver los paisajes que ofrece la Sierra Nevada y convivir con quienes se dedican al cultivo de nuez, y la ruta sagrada del Teotón, un cerro místico en San Pedro Yancuitlalpan que ostenta un águila labrada en una piedra de más de 120 metros de altura, que propondrá la convivencia con productores de nuez, manzana y pera, a quienes se les podrá comprar su producto.

En Puebla capital, organizado por el Comité Libertad Cultural y con la participación de más de 10 cocineras, La Libertad organiza la octava Feria Cuexco Chile en nogada que será 24, 25 y 31 de agosto, así como 1, 7 y 8 de septiembre, en la explanada de la junta auxiliar.

Dicho festival se nutre de los insumos que se producen en municipios de la Sierra Nevada como lo son San Nicolás de los Ranchos y Calpan, que estarán representados en sus productos y a través del sazón de las cocineras tradicionales que participarán con chiles en nogada que irán de 110 a 300 pesos, un precio accesible si se compara con los que ofrecen restaurantes en la ciudad.

La feria, que toma su nombre precisamente del Cuexcomate, el volcán pequeño que se ubica en esta junta auxiliar, se acompañará de varios actos culturales y artísticos paralelos: el concurso del “chile en nogada gigante” que será el 7 de septiembre con la participación del chef Julio Silva. Asimismo, para el 25 de agosto se invitará a restaurantes, fondas, cocineras y público en general para que participen con su propio platillo, acto que se repetirá el 1 de septiembre para jóvenes emprendedores que quieran mostrar su talento, y el 8 del mismo mes, con un concurso interno de cocineras. ☺

* elmensaje@hotmail.com ✉