

Año 2011 Julio Agosto Septiembre - Nº 99

www.astroleon.org

ISSN: 1697-5170

Todos los nombres

El Sistema Solar, La Tierra y la Luna

Sky & Telescope

La tormenta solar perfecta

La ciencia en el Séptimo Arte

Especial Roland Emerich. Parte II

Relatividad especial

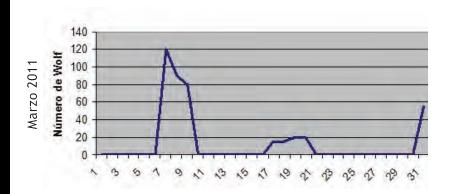
Relatividad general

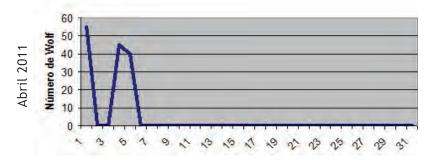


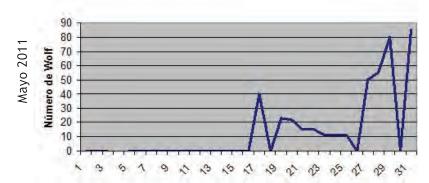
Las constelaciones y su historia

Osa Mayor y Osa Menor

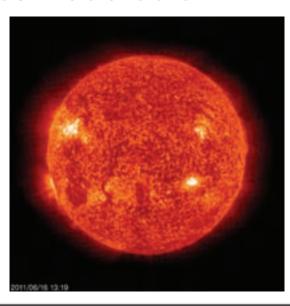








Actividad solar



El número de Wolf en los meses de Marzo, Abril y Mayo de 2011

urante los meses de referencia, el firmante de este artículo, por diversos motivos personales, no ha podido realizar la observación de las manchas solares con la asiduidad de épocas pasadas. Este defecto se manifiesta en la abundancia en los gráficos de tramos horizontales al nivel cero. Espero que estas circunstancias no se repitan en los meses venideros.

El comentario se reduce, pues, al mes de mayo, en cuya segunda quincena las observaciones tienen cierta continuidad.

Durante esos días, el número de manchas ha aumentado significativamente y los grupos presentan más variedad que en los meses anteriores. Al final del mes, un grupo de tipo E con dos manchas principales y varias más pequeñas, acompañadas de poros, ha animado el aspecto del disco solar.

En definitiva, parece afianzarse la tendencia hacia el nuevo máximo de actividad solar, que, según los científicos especialistas, se producirá en 2013.

A la izquierda una de las últimas imágenes recogidas por el telescopio espacial SOHO.

ASOCIACIÓN LEONESA DE ASTRONOMÍA

Presidente:

José Vicente Gavilanes

Vicepresidentes:

Javier Fuertes

Secretaria:

Beatriz Sánchez

Tesorero:

Alberto Pisabarro

Vocales:

Antonio Morán

Joaquín Pernia

José María Pérez

Edita:

Asociación Leonesa de Astronomía

Aptdo. de Correos 1236, 24080 León.

Imprime:

Celarayn S. L.

Revista de la Asociación Leonesa de Astronomía, Inscrita en el Registro Provincial de Asociaciones el día 7 de abril de 1986 con el nº 739.

ISSN: 1697-5170

Revista con depósito legal LE-

858-1990

La redacción no se hace responsable del contenido ni de la opinión de los artículos firmados.

Contacto:

Observatorio: 987.216.364 email: leo@astroleon.org www.astroleon.org



Tercer trimestre de 2011

Nº 99 Julio, Agosto y Septiembre

PORTADA

La luna en color. Javier Fuertes. Telescopio Celestron C8 S/C. Reductor de Focal Meade 0.63x y cámara Canon EOS 1000D.

Representación de la Osa Mayor y Osa Menor. Stellarium

SUMARIO	
Observación Solar	2
Carta del presidente	4
Noticias	4
Astronomía Quodlibetal	5
El Universo Messier	
M34 y M35	6
Todos los nombres	
El Sistema Solar. La Tierra y la Luna	8
Sky & Telescope	
La tormenta solar perfecta	11
Las constelaciones y su historia	
Osa Mayor y Osa Menor	17
Cosmogonía	
Pulsar	18
Relatividad especial	
Relatividad general	20
La ciencia en el séptimo arte	
Especial Roland Emerich. Parte II	25
Efemérides trimestrales	28

S LEYES DE MURPHY

Ley de la Gravitación Selectiva: Los objetos pequeños (p.e. tornillos de ajuste) aterrizarán en el lugar del cual sean más difíciles de recuperar; los objetos pesados (p.e. los contrapesos) aterrizarán donde causen el mayor dolor y/o daños posibles.

Ley de la Pérdida Temporal: Un objeto perdido (p.e. un filtro antipolucion) permanecerá perdido hasta que sea substituido o ya no sea necesario.

Enigma de la Luz Solar: Con la jornada.

Gravitación la unica excepcion de los eclipses solares totales, los diez acontecitornillos de mientos astronómicos más interesantes del año ocurrirán cuando el sol esté sobre su horizonte, a menos etos pesados que esté lloviendo.

Ley de la Vegetación Selectiva: El árbol del vecino se desplazara siempre hacia el lugar exacto necesario para ocultar el objeto que quiere ver.

Si está despejado durante todo el día, a la noche se nublará. Si durante el dia el cielo ha estado nublado, continuará así el resto de la jornada

COLICIAS

Querido socio:

as fiestas se conocen por las vísperas, dice el saber popular. Justo es, pues, que el próximo número de nuestra revista, que hará el número 100, se conozca por su víspera, por el que tienes en tus manos. Cien sólo es un número significativo para nuestro sistema decimal -que, por cierto, no es que sea de total aplicación en nuestra disciplina astronómica-, pero en todo caso es un buen pretexto para mirarnos el ombligo y felicitarnos por lo que ello entraña. La publicación de una revista periódica exige constancia y trabajo y revela vitalidad. Permítaseme poner un ejemplo, pequeño, pero significativo: nuestra compañera Beatriz Sánchez se compromete а mantener viva una nueva sección, Las constelaciones y su historia. El estudio de los mitos y leyendas que han configurado el cielo tal como lo conocemos lo completará con dibujos e ilustraciones originales, pues, además de émula de Hipatia, lo es también de los artistas del grabado y el dibujo.

Puesto que en el número 100 nos extenderemos en comentar su contenido, este es el momento de agradecer, reconocer mérito, alabar y recordar a tantos compañeros aficionados a esta disciplina científica. Aunque sobren las menciones personales, quizá no esté de más mentar a quien fundó nuestra agrupación y durante tantos años, más de veinte, ha mantenido y alentado la afición de cuantos han pasado o están ahora en la Asociación Leonesa de Astronomía: José María Pérez Gómez de Tejada. No es exagerado calificarle de alma mater -si se disculpa la licencia gramatical y un poco pedante-, porque a él se debe su nacimiento y de él se ha nutrido nuestra revista Leo. En reconocimiento a su labor y dedicación, en agradecimiento a cuantos han colaborado en su elaboración (también a ti, amable y paciente lector, pues a tu aportación se debe que la revista se siga publicando), hemos preparado un CD que se incluirá en el próximo número y en el que se recogerán todos los números publicados de Leo. Con él podrás pasear por las primeras páginas fotocopiadas, mecanografiadas con

Olivetti, los márgenes sin justificar, las ilustraciones dibujadas a mano, grapados los folios manualmente...; podrás disfrutar de las primeras imágenes en color, de fotografías al estilo tradicional, de otras de larga exposición y procesadas informáticamente; podrás degustar el sabor de antaño y compararlo con el de hogaño... Queremos que tengas un grato recuerdo de treinta años de una publicación modesta, callada y sin pretensiones, pero familiar y querida, porque es la tuya, la nuestra, de todos. A redactores, directores, lectores... de Leo: ¡gracias por hacer posible esta efeméride!

También con esta excusa queremos invitar a todos los socios a que acudan al Observatorio: el próximo día 6 de agosto, sábado, desde las 21.00 h., esperamos la visita de cuantos socios quieran acercarse hasta el Coto Escolar para pasear por las constelaciones, observar el cielo con el telescopio principal -que ha sufrido no pocas peripecias para estar operativo-, encontrarse con viejos y nuevos compañeros de afición, charlar de lo celestial y lo terrenal ...;Os esperamos con impaciencia!



VISITA COLEGIO NAVA-TEJERA

El día 2 de abril nos visitó el Colegio de Navatejera. Nos reunimos unas cincuenta personas, entre adultos y niños. Fueron dos horas de observación a simple vista y con telescopio, de comentario de imágenes y fotografías captadas por nuestros socios, de preguntas infantiles -de imposible respuestay de diversión astronómica.

ECLIPSE DE LUNA

El eclipse de Luna del día 15 de junio pasó, para nosotros, con más pena que gloria: al orto lunar el eclipse estaba en su máximo, por lo que no pudo ser observado desde el inicio, y además la fecha coincidía con la apretada agenda escolar de exámenes, por lo que no pareció conveniente organizar ninguna actividad pública.

CAMBIO DE LA CERRADURA DEL OBSERVATORIO

Por motivos de seguridad -últimamente se han producido algunos robos en el Coto, además de que la puerta de acceso al observatorio ha sido forzada-, se ha cambiado el bombín de dicha puerta. Quien lo desee deberá solicitar la nueva llave y será la Junta Directiva la que, como hasta ahora, decidirá sobre su uso.

SESIONES DE OBSERVACIÓN PARA LOS NIÑOS DEL COTO

Como ya se hizo el curso pasado, durante el verano, en las noches de los martes, la Asociación ofrece a los niños que están en el Coto una actividad astronómica, que consiste en un paseo por las constelaciones (configuración, identificación, leyendas, mitos...), observación telescópica de distintos objetos (Saturno, Luna, estrellas dobles, etc.) y proyección de un breve documental de elaboración propia, con fotografías e imágenes



captadas por nuestros socios. Resulta una actividad muy gratificante, tanto por lo astronómico (los niños son oyentes curiosos y voraces) como por lo organizativo (la exquisita colaboración entre dirección y los monitores del Coto con los compañeros de la Asociación resulta grata).

SESION DE OBSERVACIÓN PARA LOS SOCIOS

Como se advierte en la Carta del presidente, el día 6 de agosto, sábado, a partir de las 21.00 h., citamos a todos los socios que lo deseen en el observatorio del Coto, para disfrutar de una noche estelar, que contará con la presencia de la Luna en cuarto creciente y otros astros de notable renombre, con el permiso de la autoridad y si el tiempo lo permite.

Autores:

José Vicente Gavilanes Sergio Valbuena

¿Qué es la paralaje? Esta es la pregunta quodlibetal que está pendiente de contestación del nº anterior de Leo.

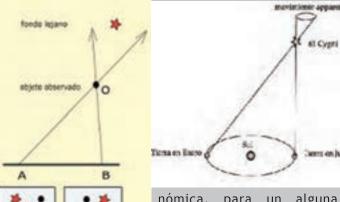
La etimología de paralaje (también llamada paralasis y paralaxi) es recta: del griego παρα [para], al lado de, más allá..., y αλασσω [allasso], cambiar, transformar, y su definición,

de diccionario, también: f. Astron. Diferencia entre posiciones aparentes que en la bóveda celeste tiene un astro, según el punto desde donde se supone observado. Ahí tiene el lector una imagen,

para que valga más que estas palabras.

Se trata de un fenómeno de experiencia diaria: la posición de un objeto parece desplazarse según el punto desde el que se observa. Compruébelo el lector: extienda el brazo y alce un dedo. Mírelo sólo con el ojo izquierdo y a continuación sólo con el derecho: el dedo parece moverse, pues se proyecta sobre puntos distintos del fondo

(una pared, por ejemplo). Esto se debe a que los ojos están separados entre sí una determinada distancia, por lo que cada ojo forma un ángulo diferente con respecto al fondo, de manera que al cambiar el ojo de visión, cambia del ángulo con respecto al fondo y se produce el efecto. Obviamente, la magnitud de este desplazamiento es mayor cuanto menor es la distancia desde la que se observa y como la distancia entre los ojos y el dedo es pequeña, la variación es notable. Es este cambio de posición aparente -y la medida del ángulo que se forma- lo que se denomina paralaje. En lo que se refiere a la observación astro-



nómica, para un observador en mo-

vimiento que tratara de situar un objeto fijo (una estrella) sobre un fondo lejano (la esfera estelar), dicho objeto realizaría aparentemente un desplazamiento angular o paralaje que sería tanto mayor cuanto menor fuera la distancia interpuesta. Si la Tierra se mueve, la paralaje ha de detectarse. Esto es, deberá producirse una diferencia en las posiciones aparentes de los astros como consecuencia de la variación del lugar desde el que

son observados (Cf. A. RIOJA- J. ORDÓÑEZ, *Teorías del universo*. Vol. I: *de los pitagóricos a Galileo*, Madrid (Síntesis) 1999, p. 181).

Naturalmente, la ausencia de paralaje estelar -las estrellas no cambian de posición vistas en verano o en invierno- es una prueba de que la Tierra no se mueve. En efecto, si la Tierra se trasladara alrededor del Solhipótesis sostenida por Aristarco de Samos (ca. 310aC- ca. 230aC) y Copérnico (1473-1543)-, la posición aparente de las estrellas no podría ser la misma en un punto de la órbita (verano) que en otro diametralmente

opuesto (invierno). Pero tal diferencia de posición (paralaje) no se observa, ergo el punto de observación no varía, es decir, la Tierra no se mueve. ¿Qué solución ofrece Copérnico? Pues a su teoría heliocéntrica añade una suposición gratuita, sin prueba

alguna, con el único propósito de hacer plausible su revolucionaria teoría del movimiento terrestre. En una palabra, se trata de una hipótesis ad hoc. El clérigo polaco supone que las estrellas se hallan enormemente alejadas del observador y, por tanto, del planeta más lejano, Saturno. Puesto que el efecto paraláctico disminuye con la distancia, sólo así, suponiendo que la distancia de las estrellas es inmensa, es posible afirmar simultáneamente que la Tierra se mueve y que la paralaje

no es detectable, ni siquiera con los refinados instrumentos y la portentosa pericia de un Tycho Brahe (1546-1601)¹.

No es de extrañar, pues, que Brahe reprochara a Copérnico haber agrandado el tamaño del cosmos de forma desmesurada e injustificada, únicamente para poder defender el movimiento terrestre. Para la mentalidad de la época, resultaba poco verosímil que el diámetro del universo fuera dos mil veces mayor que el establecido por Ptolomeo, toda vez que éste ya era de por sí bastante grande (veinte mil radios terrestres, esto es, unos doscientos millones

de kilómetros). Por ello, concluye Tycho, el diámetro del universo debería ser más bien reducido que ampliado. En todo caso, el hecho empírico y constatable era que la contemplación atenta de las estrellas -y Brahe ha sido, guizá, el más preciso observador del cielo sin telescopio- no permitía establecer la menor paralaje. Luego lo razonable no era introducir una hipótesis carente de cualquier prueba independiente, sino mantener a la Tierra en reposo. Si a ello se añade que eso es lo que parece respetar la letra de las Sagradas Escrituras, se llega a la única conclusión posible para el astrónomo danés: en contra de Copérnico, hay que afirmar que la

Tierra no se mueve.

La próxima entrega de "Astronomía quodlibetal" queda planteada en la nota final, lo que, aunque vaya contra la costumbre, obliga al paciente lector a mirar la letra pequeña.

1 Fue el astrónomo alemán F.W. Bessel, en 1838, el primero que logró determinar la paralaje de una estrella, 61 Cygni, (con telescopio, por supuesto). Entre otras tareas, Bessel estableció precisas tablas para corregir la aberración y la refracción atmosférica. Sea esta la próxima cuestión quodlibetal: ¿en qué consiste la aberración y qué efectos produce?

34 es un cúmulo abierto que encuentra en la constelación de Perseo, a medio camino entre las estrellas de Algol (β-Persei) y Almach (γ-Andromedae), fácilmente identificable con binoculares -teóricamente podría localizarse a simple vista-, que se encuentra a unos 1.400 años luz de nosotros. Su edad se estima cercana a los 180 millones de años.

Parece ser que este objeto pudo ser observado por el astrónomo italiano Giovanni Batista Hodierna con anterioridad a 1654, aunque Messier, con toda probabilidad, no supo de su descubrimiento.

Es un cúmulo que destaca por su concentración central, cuya apreciación sea quizá más sencilla con un telescopio pequeño y sin aplicar muchos aumentos.

El núcleo tiene unos 9' de diámetro, y contiene estrellas entre la magnitud 8,5 y la 9,5, ofreciendo un equilibrio de brillos que quizá sea el motivo de su belleza. Su extensión se extiende hasta unos 35' de diámetro.

Las estrellas son mayorita-

Foto: M34. Créditos: http://www.georion.gr.
M34 (NGC 1039). 2 h 42 m +42° 47′ (Perseo)
Mv 5,3. 35′. Cúmulo abierto. 1.400 años luz

25 agosto, 1764. 0 h 27 m 27 s, 41° 39′ 32″ boreal. 0° 15

Cúmulo de pequeñas estrellas entre la Cabeza de Medusa y el pie izquierdo de Andrómeda, casi sobre el paralelo de γ . Con un telescopio ordinario de tres pies se distinguen las estrellas. Su posición ha sido determinada por la β de la Cabeza de Medusa.

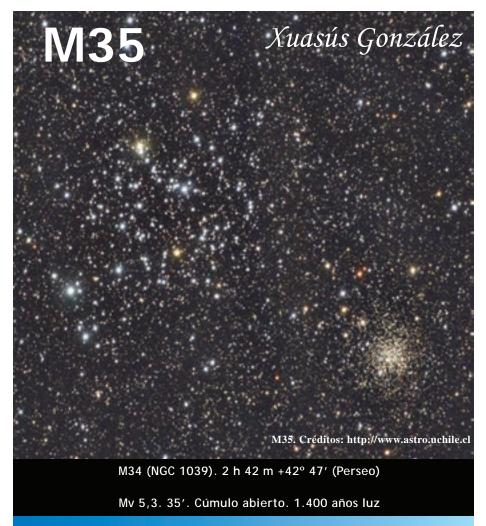
riamente blancoazuladas, y se cuentan en el cúmulo unas 100 componentes, algunas de las cuales son dobles, entre las que

cabe destacar, muy cerca del centro, una binaria óptica de octava magnitud (h 1123), que fue catalogada por John Herschel. I cúmulo abierto M35 se encuentra unos 2º al noroeste de la estrella η de la constelación de Géminis, y que en noches oscuras debería, al menos, intuirse a simple vista, y observarse con cierta comodidad a través de prismáticos. Su edad se estima entre 95 y 110 millones de años, y se calcula que se encuentra a unos 2.800 años luz de nosotros.

M35 fue descubierto, con anterioridad a Messier, por el astrónomo suizo Jean-Philippe Loys de Chéseaux en 1745, y redescubierto independientemente por el inglés John Bevis, que la catalogó en su obra Uranographia Britannica en 1750.

Es un objeto que ofrece una visión muy hermosa -a través de un pequeño telescopio- por su riqueza y brillo equilibrado a lo largo de todo el cúmulo, cuyo centro presenta una menor densidad estelar.

Cuenta el cúmulo con unas 200 componentes -que prácticamente se pueden observar con un telescopio de unos 20 cm. de aberturacuyas magnitudes oscilan entre la magnitud 8,5 -las estrellas más brillantes son gigantes rojas y azules- y la 12, y que se distribuyen en trayectorias curvilíneas.



30 agosto, 1764. 5 h 54 m 41 s, 24° 33′ 30″ boreal. 0° 20

Cúmulo de pequeñas estrellas, cerca del pie derecho de Cástor, a poca distancia de las estrellas μ y η de esta constelación. M. Messier ha marcado su posición en la carta del cometa de 1770. Memoria de la Academia, 1771, plancha VII. Transportada al Atlas inglés.



A Iñaki y Mª José, compañeros y amigos.

n el capítulo pasado... tractamos del Sol... como ■ más noble y principal luminar. En el capítulo presente tractaremos de la Luna que es el segundo luminar, aunque en orden de los cielos es a nos primero que todos los otros planetas y estrellas. La Luna es un cuerpo redondo de substancia celestial opaco que no tiene propia lumbre, mas es apta para la recibir". Sirvan estas

palabras de M. Cortés en su obra Breve compendio de la Sphera, fol. XXXIII, publicada en 1551, como justificación de la presente acta, que se ocupará de la Tierra y la Luna.

Verá usted, paciente lector: cediendo a la apabullante moda heliocéntrica. este pusilánime notario se ocupó en el acta anterior, del nombre del Sol y su familia; arrepentido ahora de aquella veleidad regresa a la disciplina geocéntrica, natural y razonable, que nunca debió abandonar. Por ello, se ocupa del nombre de la Tierra, centro inmóvil del universo, y del de la estrella planeta más cercana, la Luna. Registrará después las demás estrellas planetas por su orden (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno), dejando de lado al Sol, que ya tiene su acta, hasta llegar a las estrellas fijas, con su infinita corte de constelaciones, signos, nombres propios y comunes, apodos, apellidos y pseudónimos.

Si el registrador explica estas menudencias es por dar cumplida noticia al lector del porqué de este orden. En efecto, el universo de los antiguos se componía de dos regiones esféricas totalmente distintas, la terrestre -compuesta de los cuatro elementos-, sometida al cambio y a la corrupción, inmóvil y situada en el centro, y la celeste -de naturaleza perfecta, pura, incorruptible, hecha de un quinto elemento o esencia (de ahí quin-



taesencia): el éter-, dotada de un movimiento circular eterno e idéntico a sí mismo, sin principio ni fin. Este mundo celestial que envuelve a la Tierra se estructura en capas o esferas concéntricas, según el orden que Ptolomeo dejó establecido: Luna, Mercurio, Venus, Sol, Marte, Júpiter, Saturno (todas ellas estrellas planetas)1. Sabido es que nuestra imagen del universo es bien distinta: el sistema solar -un átomo mínimo del inmenso cosmos- está regido por el Sol, en torno al que orbitan aquellos cuerpos planetarios y en el mismo orden ptolemaico -intercambiando Sol y Tierra, con la Luna, sus posiciones-, como corresponde al heliocentrismo moderno. A la teoría heliocéntrica se debe haber desplazado a la Tierra de su lugar central e inmóvil y transformarla en un cuerpo errante -planeta-, como lo eran, para el geocentrismo, las estrellas planetas conocidas (Sol, Mercurio, Venus, Luna, etc.). ¡El orgulloso heliocentrismo pague su culpa y explique ahora por qué al Sol no lo llamamos planeta, sino estrella, vagando errante como lo hace por nuestra galaxia, y por qué sí lo es la Tierra, que será errante, pero no estrella!

Comencemos, pues, por la Tierra. En la cosmogonía que constituye el principio de la *Teogonía* de Hesíodo, se dice que primero existió Caos y, a continuación, la Tierra (Γαια ης [Gaia es]), de ancho regazo, asiento inconmovible de todas las cosas; ella engendró por sí misma al cielo estrellado (Urano), las altas montañas y el mar tempestuoso (Ponto). Refiere el poeta que Gea se unió a Urano y dio a luz varios hijos (los Titanes y las Titánides, los Cíclopes, los Hecantonquiros...). Relatos míticos aparte, γή ής [gé és] significa Tierra (y también tierra, como elemento). De este étimo proceden además de Gea y Gaia -personificaciones de la Tierra como ser vivo²-, todos los geo- castellanos: Geografía, descripción de la Tierra; Geología, estudio de la composición, formación y evolución del globo terrestre; Geometría, medida de la tierra, es decir, de la extensión, Geofísica, Geomorfología, geoda, geodesia... También de γή ής [gé és] proceden hipogeo [hypo], debajo), excavada en la tierra) e hipergeo (ύπερ [hyper], sobre, por encima, más allá), lugar al aire libre que antiguos cristianos destinaban a cementerio. Por supuesto, 🖭 lo relacionado con el trabajo en el campo (εργον ου [ergon ou], trabajo, por lo que el ergio es la unidad de trabajo, la ergonomía estudia las condiciones adecuadas para el trabajo...³) recibe el nombre de geórgica, de modo que Georgia es, literalmente, campo cultivado y Jorge será el agricultor.

No obstante esto y aunque nuestro planeta se defina como un geoide en rotación [literalmente, geoide significa "en forma de Tierra", lo cual no deja de ser redundante, como si dijéramos que nuestro planeta es un terroide], el origen del nombre Tierra es el latino terra, -ae, tierra, cuyos genes remiten al indoeuropeo *ters-, secar. Y, en efecto, "en un sentido propio explica S. ISIDORO-, a la tierra, para distinguirla del agua, se la designa con el calificativo de árida, como dice la Escritura (Gn 1,10): «Y Dios dio a la tierra el nombre de árida», pues la propiedad característica de la tierra es su sequedad" (Etim. XIV 1, 2). Que la **Tierra** se define por su seguedad ya lo sostenia Aristóteles, para quien lo térreo es frío y seco, frente a la humedad fría del agua, el calor seco del fuego y el calor húmedo del aire. Justamente porque el mundo terrestre, por debajo de la esfera de la Luna, que lo separa del mundo celeste, etéreo e inmutable, está compuesto por los cuatro elementos de Empédocles, es un mundo sujeto a todo tipo de cambios: al tener cualidades contrarias (los pares seco/húmedo y caliente/frío) puede generarse o corromperse, cambiar de cualidad o forma...4

Tornando a los nombres, el citado *ters-, secar, origina tierra y todos sus consanguíneos: terrenal, terrero, terreno, territorio, subterráneo, soterrar -sub, debajo-, terraplén -del latín plenus, -a, -um, lleno-, terracota (de coctus, cocido, por lo que bizcocho es lo cocido dos veces, de bis, dos) terrazo y terraza, terrón y territorio... Sí, también terráqueo es familia de tierra, pero a la vez de aqua, -ae, agua, por lo que el adjetivo significa "compuesto de tierra y agua" y se aplica únicamente al globo o esfera terrestre para referirnos a nuestro planeta.

De aquel mismo étimo proceden tostar y tórrido (del latín torreo, secar, tostar) y también -sorpréndase conmigo el lector- tarso y metatarso, a partir del griego ταρσος ou [tarsos ou], cañizo, zarzo para secar quesos, pues la hilera de huesos de los dedos del pie semejan estar entretejidos como aquellas esteras.

Tomando el rábano por las hojas de la anatomía, no es descabellado pasar del tarso al menisco y de éste a la Luna, nuestro satélite natural, pues ya quedó registrado que menisco significa literalmente lunita (*men, luna, lunación, de donde proceden mes, menstruación... Repase Vd., si le place, el nº 90 de Leo, abr.-jun. 2009, p.19). La Luna no se consideró satélite hasta el s. XVII, tras descubrir Galileo los astros mediceos, las lunas de Júpiter, y argumentar con ello a favor del copernicanismo: hasta entonces la *Luna* era un planeta más que orbitaba, como todos los astros, en torno a la Tierra. Con el triunfo del heliocentrismo, la Luna adquirió el grado de escolta, guardia personal, acompañante, que eso significa el latino satelles, -itis, raíz de la que deriva satélite, definido por nuestro diccionario como "cuerpo celeste opaco que solo brilla por la luz refleja del Sol y gira alrededor de un planeta primario". Su sinónimo griego, ακόλουθος ου [akólouthos ou], origina acólito5, que, además del monaguillo que acompaña y ayuda al sacerdote en los oficios religiosos, designa al astro menos luminoso de

los que constituyen un sistema de estrellas dobles o binarias.

Εl nombre propio de nuestro satélite único procede del latín luna, -ae: "la luna -sentencia S. ISIDOROrecibe este nombre como si se dijera «Lucina», suprimiendo la sílaba central [...]. Tomó nombre haciéndolo derivar

de la luz del sol, ya que de él recibe el resplandor y, recibido, lo emite a su vez" (Etim. III 71, 2). Ciertamente, Lucina era la diosa romana de los alumbramientos, de los partos. Y así debe ser, pues la idea de luz, resplandor está contenida en el indoeuropeo *leuk-, que tiene ese significado. De él, a través del griego λευκός ή óv [leukós é ón], brillante, blanco, derivan leucocito, leucemia, leucopenia, leucoma..., y, a través de λύχνος ου [lychnos ou], lámpara, licnobio (persona que hace de la noche día, es decir, que vive con luz artificial, un golfo, vaya). El mismo étimo *leuk-, por vía latina, origina una nómina interminable: luz, lumbre, luminoso, lustro (cf. n° 91de Leo, jul.-sept. 2009, p. 21), lustrar, ilustrar, lucubrar (de lucubrare, trabajar de noche a la luz de la vela, pues lucerna, -ae significa lámpara, candil), lucir... y, por supuesto, Luna, la que resplandece. La parentela lunar no es tampoco corta, palabras astronómicas unas (lunación, novilunio, plenilunio, lunes -día de la Luna, cf. n° 93 de Leo, jul-sept. 2010, p. 15), y otras no tanto: lunar, lúnula, lunático... Las pequeñas manchas en la piel se llaman lunares6, "por ser efeto -explica COVARRUBIASde la luna, o porque se fixa en el rostro o en otra parte, como la luna en su orbe. Los fisionómicos juzgan destos lunares, especialmente los que están en el rostro, dándoles correspondencia a las demás partes del cuerpo. Todo es niñería y de poca consideración"; lúnula es el espacio blanquecino semilunar



La Tierra vista desde la Luna por la tripulación del Apollo XI

de la raíz de las uñas; lunático es quien padece locura, no continua, sino por intervalos. De lunático refiere COVARRUBIAS que "«Estar la luna sobre el horno» se dize del loco, quando está con furia, que ordinariamente es en luna llena, y allí se toma horno por la cabeça del hombre, que es como una hornaza, y entonces le hiere de lleno. Por esta razón se llamaron lunáticos los faltos de juyzio, que con los quartos de luna alteran su accidente" (Tesoro de la lengua...).

Quizá para evitar ambigüedades o para distinguir netamente significados tan dispares, lenguas latina y griega dejaron el indoeuropeo *me-, medida, para vocablos como medida, metro, mes, menisco (relacionados estos con la Luna, como ocurre en inglés -moon- o alemán -Mond-) y prefirieron personificaciones divinas para nuestro satélite: luna, -ae los latinos y σελήνη ης [seléne es] los griegos. De este étimo griego derivan *selenita*, supuesto habitante de la Luna, Selenogra*fía*, parte de la Astronomía que trata de su descripción, parselenio y paraselene, fenómeno meteorológico por el cual aparece la imagen de la Luna en una nube (es, pues, una falsa Luna, como ya se explicó a propósito de parhelio), periselino y aposelenio (puntos de la órbita lunar que alcanzan la menor y la mayor distancia a la Tierra, respectivamente).

supuesto, otras muchas palabras ajenas a la Astronomía tienen sus raíces en el nombre selenio, griego de la Luna: metaloide de color pardo rojizo y brillo metálico, como el resplandor de la Luna, selenetropismo, tropismo debido a la influencia de la Luna, etc. Pero permítame el lector terminar esta acta, que ya va cumplida, y aun colmada, con una mentira. El diccionario, en su tercera acepción, define mentira así: fig. y fam. manchita blanca que suele aparecer en las uñas (y no se trata de la raíz de la uña que, ya guedó dicho, se llama lúnula). Todos hemos oído aquello de que Luna es mentirosa, porque engaña en los cuartos: cuando parece una "C", no es creciente, sino menguante, y cuando la parte convexa mira hacia el lado contrario, como la panza de la "D", no es decreciente, sino creciente⁷. Pues bien, el término médico que designa esas manchitas blancas, de color blanco lechoso como la Luna que se observa de día, es selenosis, esto es, relacionado con Selene, la Luna. Puesto que la Luna es mentirosa, la selenosis puede llamarse, figurada y familiarmente, mentira.

De verdad se lo deseo: ¡feliz verano, paciente lector!

1 Disculpe el lector la falta de modestia si le remito al nº 97 de Leo, pp. 7s., en el que se habla de estas cuestiones, necesarias para hacerse idea cabal del origen de vocablos como planeta, éter, quintaesencia...

2 De todos es conocida la hipótesis Gaia, conjunto de modelos científicos de la biosfera, en el que se postula que la vida fomenta y mantiene unas condiciones adecuadas para sí misma, afectando al entorno. Es decir, la atmósfera y la parte superficial del planeta Tierra se comportan como un todo coherente –como si fuera un ser vivo- donde la vida se encarga de autorregular sus condiciones esenciales. Ideada por James Lovelock, la teoría sostiene que la Tierra (Gaia) se comporta como un sistema autorregulador, tendente, pues, al equilibrio.

3 Así, quirúrgico y cirugía dicen relación al trabajo manual (χειρ ρος [cheir ros], mano: quiróptero, quiroteca –estuche para las manos, es decir, ¡guantes!-), y un energúmeno es alguien "trabajado desde dentro" (εν [en], en, dentro), es decir, poseído por una fuerza interior o, lo que es lo mismo, endemoniado.

4 Esta es la base de la química aristotélica, que permite la transmutación de unos cuerpos en otros, porque los elementos son transmutables. Por eso, al tener cualidades contrarias, si la tierra (seca y fría) se calienta, produce fuego (seco y cálido), mientras que si se humedece produce agua (húmeda y fría), que si se calienta da el húmedo y cálido aire (Cf. C. SOLÍS-M. SELLÉS, Historia de la ciencia, Madrid (Espasa-Calpe) 2005, p. 103).

5 Por eso, la inconsecuencia en el régimen o en la construcción de una frase (falta de concordancia entre sujeto y verbo, por ejemplo) se denomina, en Gramática, anacoluto (av- [an-], privativo), pues las palabras no se acompañan adecuadamente, según las reglas sintácticas: no son pues, acólitas, sino an-acolutas.

6 Dice COROMINAS -y perdone el lector esta cita, luenga como barba de dómine- que "la explicación semántica no es evidente. Lo esencial en los lunares es el color diferente, y como no es raro que sean de forma más o menos redondeada se les pudo comparar con una luna llena, sobre todo si son de color más claro, lo que sucede a veces en las personas de tez morena... Sin embargo, es verdad que el lunar de color más oscuro es el más corriente, y es muy común que crezca pelo sobre los lunares; en estos casos la comparación con una luna llena es menos natural... Bien puede tener razón Bluteau, al desarrollar una idea va insinuada por Covarrubias [la que se recoge en el texto] y citar el pasaje de Suetonio en que dice que Augusto nació con varias manchas dispersas por el pecho y el vientre en la forma, orden y número de las estrellas de la constelación de la Osa. Luego pudo creerse que el lunar era debido a una acción de la luna sobre el niño dentro del gremio [sic] materno, así como es común atribuirlo a un deseo que tuvo la madre durante la gestación (en francés envie y en catalán desig significan lunar); el que haya lunares en forma y color de luna pudo dar pie a esta creencia, que luego sería generalizada y teorizada por los astrólogos". Quizá por eso algunas manchas de la piel reciben el nombre de antojos, cuya etimología remite a ante oculum (delante del ojo, como si dijéramos «culo veo, culo quiero»), expresión que origina anteojos, lentes para ver mejor, que en francés suena lunettes, lunitas, lo que nos lleva, cerrando el círculo, a luna con el significado de lámina grande de cristal o espejo. Me mareo, sr. notario. Y yo, amigo lector, pues no dejo de dar vueltas por qué se llama luna a esas láminas de cristal y a los cristales de las gafas.

7 Entre los métodos populares para distinguir la fase en que la Luna se halla, MARTÍN CORTÉS cita el siguiente, en su Breve compendio de la Sphera: cuernos a oriente, luna creciente; cuernos adelante, luna menguante.

n agosto y setiembre de 1859 se pudieron contemplar auroras polares espectaculares con exhibiciones celestes de notable brillo y colorido. Las auroras se vieron casi desde las zonas ecuatoriales, algo inusual. Incluso después de amanecer, cuando las auroras no eran ya visibles, las perturbaciones en el campo magnético de la Tierra fueron tan intensas que las gráficas magnetómetros salieron de su escala. Las redes telegráficas de todo el globo terrestre experimentaron importantes interrupciones, con

algunos aparatos totalmente fuera de uso durante casi 8 horas. En varias regiones, los operadores desconectaron sus sistemas de las baterías y enviaron mensajes usando sólo la corriente eléctrica inducida por las auroras. La Tierra había recibido del Sol un puñetazo en dos tiempos como no se recordaba antes.

La humanidad comenzaba entonces a desarrollar su dependencia de los sistemas de alta tecnología. El telégrafo era la maravilla de las maravillas. No había líneas eléctricas de alta potencia que atravesaran los continentes ni satélites que circundaran la Tierra. No había aún una dependencia de las comunicaciones instantáneas ni sensación de lejanía sobre la superficie terrestre. Ahora, cuando la actividad del Sol, en su ciclo 24, está creciendo, tendríamos que preguntarnos: ¿Qué le sucedería a nuestro mundo en el presente siglo XXI si una tormenta solar tan seria como las de 1859 nos golpeara?

LA CONEXIÓN SOL – TIERRA

Las auroras de 1859 fueron las manifestaciones visibles de dos intensas tormentas magnéticas que ocurrieron cerca del máximo del ciclo 10 de las manchas solares. El día anterior a la segunda de estas tormentas, el astrónomo aficionado inglés Richard Carrington observó en luz visible una llamarada en dos zonas de brillo intenso de un gran grupo de manchas cercano al centro del disco solar. La Ilamarada se mantuvo 5 minutos y también la observó Richard Hodgson



Daniel N. Baker y James L. Green, Sky and Telescope, febrero 2011. Alan MacRobert, Sky and Telescope, febrero 2011. Traducción y adaptación, José Mª Pérez. (jmpgtejada@gmail.com)

desde su observatorio casero cerca de Londres. Carrington notó que a la llamarada le siguió, al día siguiente, una tormenta geomagnética, pero evitó inferir una conexión causal entre los dos fenómenos.

Otros observadores contemporáneos, como el astrónomo americano Daniel Kirkwood, interpretaron los deslumbrantes efectos aurorales, las perturbaciones magnéticas y las interrupciones telegráficas como manifestaciones espectaculares de una misteriosa conexión entre las manchas solares y el magnetismo terrestre. Varios científicos habían propuesto tal conexión una década antes, basada en la correspondencia regular observada entre los cambios en el campo magnético terrestre y el número de manchas solares. A mediados de 1860, Hermann Fritz en Zurcí y Elias Loomis en la Universidad de Yale habían proporcionado pruebas convincentes de una relación entre las auroras y el ciclo solar.

Aunque la relación entre los fenómenos solares, geomagnéticos y aurorales fuera reconocida en 1859, su naturaleza no se comprendía. Las observaciones de las fulguraciones de Carrington y Hodgson proporcionaron una pista decisiva. Pero los científicos no supieron apreciar del todo su significado hasta bien entrado el siglo XX. Sólo entonces emergería una teoría completa del fenómeno que constituye la "meteorología espacial".

TORMENTAS DE GRAN INTENSI-DAD

En 1970 se logró un avance importante, al descubrirse las eyecciones de masa coronaria (CMEs, siglas inglesas). Los científicos reconocieron que las CMEs, y no las fulguraciones eruptivas, son la causa de las tormentas geomagnéticas no periódicas. Las fulguraciones solares son erupciones repentinas de radiación de alta energía de la superficie visible del Sol, que producen rayos X, radioemisiones y explosiones de partículas energéticas. En cambio, las CMEs son enormes erupciones de plasma y campos magnéticos de la corona, que pueden contener 1016 gramos (10 mil millones de toneladas) o más de gas coronario y viajar hasta a 3.000 k/s. La energía cinética equivalente es de casi 10.000 megatones de TNT.

Las fulguraciones y las CMEs ocurren con más frecuencia en torno a los máximos solares y resultan de la liberación de energía almacenada en el campo magnético del Sol. Las CMEs v las fulguraciones pueden ocurrir de forma independiente, pero ambos fenómenos se observan generalmente al comienzo de un fenómeno de la meteorología espacial que conduce a una gran tormenta magnética en la Tierra. Para inducir una tormenta magnética, una CMEs: (1), su trayectoria debe producir un impacto en el campo magnético terrestre; (2), su velocidad debe ser al menos de 1.000 km/s y debe ser masiva, para poseer gran energía cinética; y (3), debe tener un potente campo magnético cuya orientación sea opuesta a la del campo magnético terrestre.

tormenta magnética setiembre de 1859 no la causó la fulguración altamente energética en luz visible observada por Carrington y Hodgson sino que fue una rápida CME lanzada exactamente desde encima de la región gigante que produjo la fulguración. La CME rasgó una enorme sección próxima de la corona y se precipitó en el viento solar.

Si el observatorio solar y heliográfico de ESA/NASA (SOHO) hubiera sido una realidad en 1859, su coronógrafo espectrométrico y de gran campo (LASCO) habría detectado la CME quizá 20 minutos después del máximo del brillo de la fulguración. La CME se habría mostrado como un brillante halo de material envolviendo y ocultando el disco solar, señal de que se encaminaba directamente hacia la Tierra. Pasaron 17,6 horas entre la erupción de la fulguración y la CME y el comienzo de la tormenta magnética. Esto supone una velocidad de aproximadamente 2.300 km/h, la segunda más rápida registrada en una CME.

Las CMEs veloces se mueven mucho

más rápidamente que el medio circundante, creando ondas de choque que generan potentes fuerzas electromagnéticas que aceleran las partículas coronarias y del viento solar, lentas y de baja energía, hasta una fracción significativa de la velocidad de la luz. Estos extraordinarios fenómenos de partículas energéticas solares (SEPs) pueden incluir también partículas aceleradas por fulguraciones. Viajando tan rápidamente, las SEPs comienzan a llegar a la Tierra menos de una hora después de la erupción de la fulguración y la liberación de cualquier CME asociada. Las partículas son encauzadas en la alta atmósfera a lo largo de las líneas del campo magnético de nuestro planeta sobre los polos. Allí potencian la ionización de la baja atmósfera sobre la totalidad de las regiones polares. Esta secuencia de fenómenos a veces dura varios días.

La humanidad no disponía mediados del siglo XIX de medios para detectar las partículas solares y la tecnología más sofisticada no era afectada por ellas. Así, la tormenta de la radiación de partículas de 1859 prácticamente desapercibipasó da. Pero hay un registro natural de las tormentas. Los nitratos (NO3 -) producidos por el bombardeo de la atmósfera en los polos por la SEP se precipitan durante semanas después de una tormenta solar y el hielo los preserva. Así, concentraciones anormales de nitratos halladas en muestras de hielo polar indican que la tormenta de 1859 fue el mayor fenómeno SEP conocido, con niveles de flujos varias veces superiores al de agosto de 1972, que es el mayor registrado en la era espacial.

La onda de choque responsable de la tormenta de 1859 golpeó la magnetosfera de la Tierra y comprimió drásticamente el campo magnético terrestre, provocando un aumento de brillo casi instantáneo de todo el óvalo auroral. El campo magnético terrestre tardó varios días en recobrar normalidad. Balfour Stewart, el director del Observatorio Kew, próximo a Londres, relató entonces que las propiedades magnéticas de la Tierra quedaron en una situación de considerable perturbación durante varios días, antes de recuperar su estado normal.

EFECTOS EN LA METEOROLO-GÍA ESPACIAL

Los observadores de la época calificaron las auroras de 1859 y las tormentas magnéticas como sucesos extraordinarios. Pero. dado el estado de la tecnología, el impacto social se limitó a interrupciones del servicio telegráfico, la merma de ingresos de las compañías de telégrafos y los efectos sobre el comercio y el control del tráfico ferroviario.

Hoy, la historia hubiera sido muy diferente. La sociedad moderna depende fuertemente de una variedad de tecnologías que son vulnerables a los efectos de las intensas tormentas magnéticas y los fenómenos SEP. Hemos convertido la superficie de la Tierra, los océanos, la atmósfera y el espacio próximo a la Tierra en una compleja telaraña de tecnologías interconectadas. La inutilización de un componente básico tal como una central eléctrica puede propagarse como la caída de unas fichas de dominó en hilera, provocando interrupciones de corta y larga duración...

Las fuertes corrientes aurorales, que se cebaron con las redes telegráficas en 1859, podrían inutilizar nuestros modernos transformadores eléctricos y las redes de energía. La energía eléctrica es en nuestra sociedad la piedra angular de la tecnología de la que depende virtualmente todo lo demás. Aunque la probabilidad a corto plazo de un apagón general producido por un evento repentino de la meteorología espacial pueda ser muy baja, las consecuencias pueden ser muy elevadas (recuérdese los efectos en cascada debido a la dependencia entre sistemas en el caso del Katrina).

Un apagón de la red eléctrica en Québec el 13 de marzo de 1989, y la consiguiente sobrecarga de tensión en el nordeste de los Estados Unidos han mostrado lo que puede ocurrir ante un cambio severo de la meteorología espacial en la industria de la energía eléctrica. Según un completo estudio de la Corporación Metatech, si ocurriera 🖭

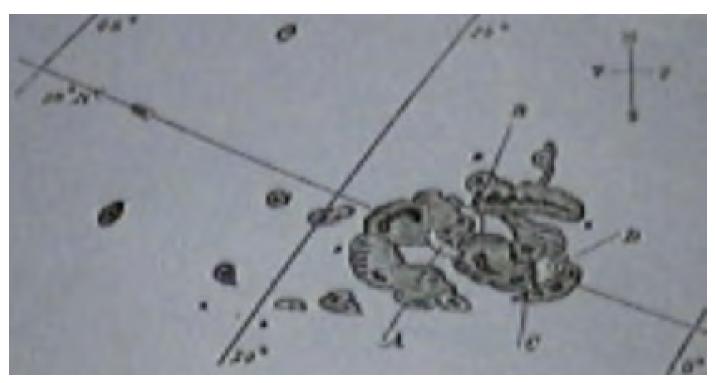


Figura 1.Grupo de manchas solares

hoy un suceso como la tormenta solar de mayo de 1921 se produciría un enorme apagón que afectaría a más de 130 millones de americanos y expondría a más de 350 transformadores de voltaje extra (EHV) al riesgo de daños permanentes. Debido a la limitada capacidad de fabricación de transformadores EHV en Estados Unidos y el resto del mundo, grandes áreas de nuestra nación permanecerían sin electricidad durante meses o años, mientras las compañías eléctricas luchaban por conseguir y remplazar el material dañado.

Un largo apagón de energía interrumpiría los transportes, las comunicaciones, el funcionamiento de los bancos, los cuidados médicos, los sistemas financieros y los servicios institucionales. La distribución de agua potable quedaría inutilizada debido al fallo de las estaciones de bombeo y sufriríamos la falta de los alimentos perecederos y las medicinas, ante la falta de refrigeración. La consiguiente falta de servicios durante semanas, meses o años, incluso en una región del país, tendría enormes repercusiones nacionales e internacionales.

Las tormentas severas pueden incluso afectar a diversas industrias. Las perturbaciones ionosféricas mantenidas por tormentas magnéticas interfieren en las radiocomunicaciones y las señales GPS para la navegación. La incidencia de la radiación puede degradar o anular totalmente las radiocomunicaciones de alta frecuencia a lo largo de las rutas aéreas transpolares, obligando a derivar a las aeronaves por latitudes más bajas y/o menores altitudes, lo que aumenta el gasto de las aerolíneas y produce inconvenientes a los pasajeros. Las sondas espaciales expuestas a fenómenos SEP pueden sufrir temporalmente anomalías, daños en componentes electrónicos esenciales, la degradación de los paneles solares y la ceguera de las cámaras y la pérdida de las estrellas de referencia. Fenómenos SEP intensos plantean un peligro de radiación excesiva a los astronautas de la Estación Espacial Internacional durante los segmentos de alta latitud de su órbita, y las partículas energéticas podrían amenazar las vidas de los astronautas situados fuera de la protección de la magnetosfera terrestre.

La industria ha respondido a los peligros del clima espacial mejorando procedimientos tecnologías. Alertados por inminente tormenta geomagnética por el Centro de Predicción del clima espacial de NOAA y controlando las corrientes superficiales

en tiempo real, los operadores de la red eléctrica pueden tomar medidas defensivas. Por ejemplo, pueden temporalmente derivar el flujo de energía de partes de la red más expuestas para proteger la red entera contra las corrientes inducidas geomagnéticamente.

Advertidos de una tormenta de nivel geomagnético como la de 1859, los operadores podrían desconectar unos cuantos transformadores EHV para evitar que se guemen. Pero esto concentraría flujos peligrosos de energía en los restantes transformadores. Nadie tiene la autoridad para desconectar la red eléctrica del país entero. Pero incluso si alguien lo hiciera, el consiguiente apagón general costaría decenas de miles de millones de dólares y podría resultar una falsa alarma. Según Metatech, hacer resistente la red nacional contra los efectos de una tormenta severa sería mucho más barato que ocasionar una simple falsa alarma o apagón forzoso.

Como en otras industrias, los funcionarios de la Agencia Espacial pueden retrasar un lanzamiento y los operadores de satélites pueden retrasar operaciones críticas. La industria aeroespacial ha diseñado satélites para operar bajo condiciones extremas. La modernización 🖭 del GPS mediante la adición de dos nuevos códigos y señales de navegación ayudará a disminuir los efectos de la meteorología espacial.

PRELUDIO A UNA TORMENTA SOLAR.

El astrónomo aficionado británico Richard Carrington dibujó este enorme grupo de manchas solares el 1 de setiembre de 1859. Durante sus observaciones, se fijó en dos brillantes puntos de luz sobre las manchas, que desaparacieron en cuestión de 5 minutos. Al día siguiente, varias auroras se vieron casi desde el Ecuador y los sistemas enmudecieron telegráficos todo el mundo. Carrington había observado la que es, hasta ahora, la mayor fulguración registrada. (Figura1)

VULNERABILIDADES FUTURAS

Las perturbaciones extremas de la meteorología espacial son sucesos de escasa frecuencia pero graves consecuencias (LF/HC). Las instituciones públicas y privadas requieren diferentes presupuestos y capacidades de maniobra para tratar los efectos colaterales de tales fenómenos. La meteorología espacial desafía las bases de las políticas convencionales y las estrategias de control de riesgo, que normalmente asumen condiciones constantes o fiables. Es difícil comprender y mucho menos predecir las consecuencias de futuros sucesos LF/HC. La aportación de material y planes para enfrentarse a ellos en los años futuros será crucial. Sin ser demasiado alarmistas, instamos a los programadores a tratar la meteorología espacial como un suceso LF/HC de vital importancia para nuestra sociedad.

Nuestra comprensión de la vulnerabilidad de las infraestructuras modernas ante una situación de meteorología espacial severa y las medidas desarrolladas para mitigar estas vulnerabilidades se basan mavormente en la experiencia adquirida durante episodios tales como las tormentas geomagnéticas de marzo de 1989 y octubrenoviembre de 2003. Las de 1859 y 1921 sugieren que tales fenómenos extremos, aunque raros, ocurrirán casi con certeza en el futuro. Es importante reconocer que la gran fulguración y el CME de noviembre de 2003 ocurrieron en el limbo del disco solar y por consiguiente no estaban dirigidos hacia la Tierra. Si hubieran ocurrido en una longitud solar más central, probablemente hubiéramos experimentado fenómeno del nivel del de 1959. Así que figurativa y literalmente, la Tierra ha esquivado una enorme bala. Ahora, cuando se aproxima nuevo máximo solar, hacia 2013, un suceso gigante podría ocurrir durante el desarrollo de este ciclo.

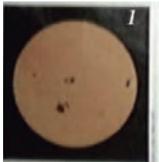
A pesar de las lecciones aprendidas desde 1989 y el éxito de su aplicación durante las tormentas de 2003, la red de energía eléctrica de los Estados Unidos se ha vuelto incluso más vulnerable en términos de grandes apagones y daños permanentes del equipamiento que requieren largos tiempos de reparación. Lo que se desprende de un estudio reciente de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos es que los expertos de la industria comprenden bien los efectos de una meteorología espacial moderadamente severa sobre tecnologías específicas. En muchos casos, saben lo que se requiere para mitigar sus efectos mediante la mejora de los

pronósticos y las capacidades de control, nuevas tecnologías y operaciones perfeccionadas. También se consiguió alguna información sobre los costes socioeconómicos de los apagones de energía: entre 4 y 6 miles de millones de dólares en el caso del apagón de 2003, que no fue causado por la meteorología espacial, y entre 1 y 2 billones de dólares sólo durante el primer año, para un escenario de una severa tormenta geomagnética, con tiempos de recuperación de la actividad normal de entre 4 y 10 años. Otras muchas naciones comparten vulnerabilidades similares.

Mientras nuestro reciente trabajo ha organizado mucho de lo que actualmente se conoce o se sospecha sobre impactos socioeconómicos, ha tenido más éxito al ilustrar el alcance de la miriada de cuestiones involucradas y lo que queda por explorar con mayor profundidad. Es difícil desentrañar cómo dañaría un suceso del nivel del de 1859 en el mundo de hoy. Nos debemos preparar mejor para esta posibilidad y ayudar a los estudiosos a comprender lo que puede y debiera hacerse para mitigar sus posibles efectos

EVOLUCIÓN DE UNA TORMENTA SOLAR.

De izquierda a derecha: Estas imágenes tomadas por el SOHO muestran la evolución de la potente tormenta solar del18 de octubre de 2003, que originó anomalías en los satélites artificiales e interrupciones en la red eléctrica del norte de Europa. 1. La cámara Michelson Doppler del SOHO (MDI) captura un gran grupo de manchas solares a las 6:24 TU. 2. A las 11:12 TU, la cámara telescópica para el ultravioleta extremo (EIT) captura una fulguración de rayos X que surge de ese grupo de manchas. Esta fulguración fue tan intensa que saturó el detector de la cámara. 3. Esta imagen del LASCO, tomada a las 11:30 TU, muestra una gran CME expandiéndose hacia fuera. Se advierte que la imagen de la CME no es concéntrica con el disco solar (oculto tras una máscara apropiada), lo que indica que no se dirige exactamente hacia la Tierra. (Figura2)



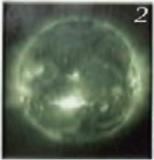




Figura 2.Imagenes del telescopio espacial SOHO



Beatriz Sánchez

niciamos una nueva sección en la revista en la que, como su título indica, se tratarán las constelaciones desde un punto de vista histórico y mitológico. En el transcurso de esta serie de artículos conoceremos la historia y las curiosidades de un total de 88 constelaciones de nuestro cielo nocturno.

Una constelación es una agrupación de estrellas cuya posición en el cielo nocturno es aparentemente tan cercana que las civilizaciones antiguas decidieron conectarlas mediante líneas imaginarias, trazando así figuras sobre la bóveda celeste.

En el espacio tridimensional, en cambio, las estrellas de una constelación no están, necesariamente, físicamente asociadas, incluso pueden encontrarse a cientos de años luz unas de otras.

SE DIVIDEN EN DOS GRUPOS:

- Constelaciones septentrionales, las ubicadas al norte del ecuador celeste
- Constelaciones australes, al sur.

Se cree que el interés de estos antiguos pueblos por la disposición de las estrellas tuvo motivos fundamentalmente prácticos como ayuda para medir el tiempo y las estaciones y para servir de orientación a navegantes y viajeros cuando tenían que hacer sus travesías durante la noche, ya fuese por mar o por el desierto. Así, formando figuras con las cuales relacionar los patrones de estrellas les sería más fácil y seguro recordar las rutas a seguir. Casi a la mitad de ellas le pusieron nombre los griegos.

Voy a iniciar esta serie de artículos hablando de las constelaciones del hemisferio norte, concretamente por las constelaciones circumpolares que son aquellas que giran alrededor de la Polar, que nunca bajan del horizonte y que son visibles a lo largo de la noche, es decir, que nunca se ponen.

LA OSA MAYOR Y LA OSA MENOR

Dice la mitología griega que la ninfa Calisto era una cazadora del cortejo de Artemisa, diosa de la caza, por lo que había hecho el obligatorio voto de castidad. Sin embargo Zeus se enamoró de ella y, para seducirla adoptó la forma de Artemisa y terminó quedando embarazada. Artemisa se dio cuenta del embarazo cuando estaban tomando un baño y notó su vientre crecido y la expulsó de su lado por haber incumplido el voto de castidad. Hera, la esposa de Zeus, se enteró de que Calisto había parido a Árcade y que era fruto de la unión con su esposo, se puso celosa y convirtió a Calisto en una osa.

Árcade gobernó Arcadia, dando nombre al país que hasta entonces se había llamado Pelasgia. Enseñó a sus súbditos las artes de hacer pan y tejer. Un día estaba cazando y de repente se encuentra con un oso del cual se asusta y apunta con el arco para matarlo, Zeus viendo esto, se lo impide y le explica que es su madre y acto seguido los coloca juntos en el cielo.

Hera se enfadó por este acto y se sumergió en el océano en busca de Thethys y Oceanos, a los que contó la historia y pidió un favor: que el oso (la constelación Ursa Major) nunca tocara el agua. Por eso, según la mitología, el Gran Oso nunca toca el horizonte.

SISTEMA SOLAR





ESPACIO PROFUNDO

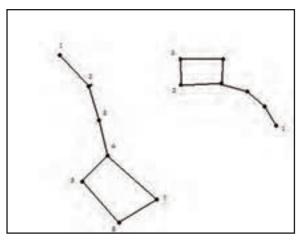


NEBULOSA DEL ÁGUILA(M16) Alberto Pisabarro

30 tomas de 30s cada una. Telescopio TSA 102. Cámara Canon 1000D modificada. Realizada desde el Observatorio Pedro Duque.



M27 Dumbbell (Nebulosa planetaria) Alberto Pisabarro 130 tomas de 30s. Telescopio TSA 102. Cámara Canon 1000D Modificada. Realizada desde el observatorio Pedro Duque.



A continuación voy a nombrar las estrellas más significativas de las dos constelaciones, el número que les pongo es para que veáis donde se encuentran en el dibujo más adelante representado.

OSA MAYOR

- 1- Alkaid
- 2- Mizar y Alcor (estrella doble)
- 3- Alioth
- 4- Megrez

- 5- Phecda
- 6- Mera
- 7- Dobhe

OSA MENOR

- 1- Polaris (estrella polar)
- 2- Kochab
- 3- Pherkab

Mizar, es una de las más interesantes estrellas dobles que existen. Tiene una compañera visible a simple vista llamada

Alcor. En algunas culturas amerindias, poder distinguir estas dos estrellas era requisito para ser nombrado responsable de la guardia personal del jefe de la tribu.

Decir también que en los tiempos en que los ejércitos árabes dominaban una gran parte del mundo por entonces conocido, se hacía la prueba del arquero, era importante una selección

adecuada de sus arqueros, pues el código de honor de la batalla exigía ser cuidadoso con los caballos enemigos, y se hacía necesario afinar el tiro para acertar a darle sólo al jinete. Los aspirantes eran sometidos a la prueba de poder distinguir entre Mizar y Alcor y es por eso que eran conocidas como el caballo y el jinete. La costumbre se extendió a los tiempos en que Carlos V creó el cuerpo de Arqueros de la cuchilla, precedente de los Guardias de Corps.

Las dos estrellas Merak y Dobhe sirven para localizar a la estrella polar, prolongando cinco veces su distancia en la dirección que tienen en el cielo.

En la zona de la Osa mayor también se puede observar con telescopio un gran número de galaxias y algunas nebulosas destacando:

M81, M82, M97, M101, M108, NGC2841, NGC307

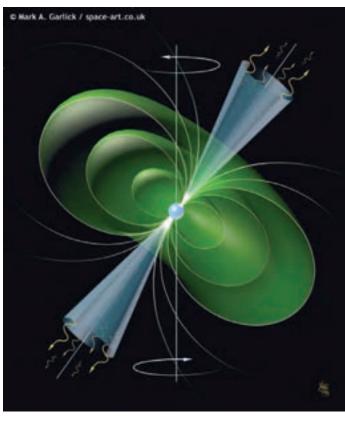
n **pulsar** (Pulsed Stellar Radio Source) es una estrella de neutrones en rotación con un gran campo magnético que emiten radiación electromagnética. Esta radiación es emitida mediante haces por los polos de la estrella por lo que esta radiación sólamente es visible si estos haces apuntan directamente a la Tierra. Esto se conoce como efecto faro dado que los haces están muy focalizados y la rápida rotación de estas estrellas les confiere un efecto pulsante. Estas estrellas pueden girar sobre

sí mismas hasta varios cientos de veces por segundo; un punto de su superficie puede estar moviéndose a velocidades de hasta 70.000 km/s. Los pulsares tiene un tamaño que ronda los 10 y un peso de unas tres masas solares lo que genera una elevada gravedad que impide que la estrellas se desgarre por las elevadas fuerzas centrífugas generadas por la elevada velocidad de rotación. Debido a su pequeño tamaño, el periodo de rotación de los pulsares resulta altamente

PULSAR Fotografía: Nebulosa del cangrejo. Créditos: NASA. Telescopio Chandra Antonio Morán

preciso llegando en algunos casos a ser tan preciso como un reloj atómico. Los periodos medidos para los pulsos oscilan entre los 1.4 milisegundos y los 8.5 segundos.

Dado que un pulsar no deja de ser una estrella de neutrones en rotación 🖭



Estructura de un pulsar.

En la imagen se muestra una representación artística de la posible estructura de un pulsar en rotación. El eje de giro sería completamente vertical, mientras que el campo magnético (verde) presenta una inclinación con respecto al eje anterior. La radiación (azul) que puede ser gamma, rayos X u ondas de radio, sale por los polos magnéticos en forma de haces, que generarían el efecto faro por rotación.

estos se generan de la misma forma, tras la muerte de una estrella masiva y su compresión durante una supernova. Las estrellas masivas al dejar de generar energía por fusión empiezan a colapasar toda la materia que no ha sido expulsada durante la supernova comprimiendose hasta tal punto que los electrones se fusionan con los protones convirtiendose toda la materia en neutrones (ver LEO 81). Durante el proceso de implosión el momento angular se conserva al reducirse tanto el radio del objeto resultante por lo que posee una elevada velocidad de rotación. Un haz de radiación es emitido a lo largo del eje magnético, el cual gira junto con la rotación de la estrella de neutrones. Al igual que pasa con los planetas el eje del campo magnético no siempre está alineado con el eje de giro (si estos ejes estuviesen alineados no se produciría el efecto faro). Los haces se originan debido a la energía generada por la rotación de la estrella de neutrones, que arrastra el campo magnético cual se ha sido generado durante el proceso de colapso y ha quedado atrapado por la estrella de neutrones. Estos campos funcionan como una gigantesca dinamo acelerando los portones y electrones que quedan en la superficie de la estrella genrando radiación electromágnetica que emerge por los polos.

A lo largo de la vida del pulsar este va perdiendo energía a medida que se emite radiación electromágnetica. Cuando la velocidad de rotación del pulsar decae lo suficiente este se apaga debido a que ya no hay suficiente energía de rotación para que se genere el campo mágnetico que produce los haces. Normalamente la vida de un pulsar hasta que pierde esta cantidad de energía está en torno a los 10-100 millones de años lo que significa que sólo un 1% de todas las estrellas de neutrones existentes son un pulsar.

Existen tres clases diferentes de pulsar en función de cual sea la fuente de energía para la radiación electromágnetica:

- 1.- Pulsar de rotación: la rápida velocidad de rotación es la que genera el campo mágnetico.
- 2.- Pulsar de acreción: también se conocen como pulsares de rayos X. Son sistemas binarios en el que la estrella de neutrones captura material de su compañera todavía activa. Al "caer" este material hacia la estrella de neutrones genera suficiente energía como para que el pulsar se reactive convirtiendose en uno de periodo de milisegundos entre 1000-10000 veces más débil

que un pulsar de rotación. Dado que son mucho más débiles, tienen un periodo de vida mucho más largo. El pulsar de rayos X más famoso es el que se encuentra en la nebulosa del cangrejo, en la que fue documentada una supernova por astronomos chinos en el año 1054DC (Fotografía de la página anterior en rayos X por el telescopio Chandra).

3.- Magnetar: es una variedad de pulsar con campos mágneticos mucho más potentes que tienen una vida muy corta, en torno a 10.000 años. Son los responsables de las emisiones débiles de rayos gamma y de rayos X. No se conoce muy bien su funcionamiento debido a que no se conocen muchos objetos de este tipo pero se sabe que los campos magnéticos son 10¹⁴ veces el campo magnético de la tierra, lo cual es suficientemente potente como para que si la Luna fuese un magnetar desprogramaría las tarjetas de credito en la tierra.

El primer pulsar fue observado el 28 de Noviembre de 1967 por Jocelyn Bell Burnell y Antony Hewish por medio de un radiotelescopio. Inicialmente se llego a pensar que podría tratarse de una señal de extraterrestres por lo que se nombró como LMG-1 que significa "hombrecitos verdes" (little green men) porque su periodicidad resultaba demasiado precisa como para que se tratara de un objeto natural. En un breve periodo de tiempo se descubrieron otros 12 pulsares por lo que se desecho esta posibilidad.

El descubrimiento de los pulsars ha permitido a los astrónomos estudiar las estrellas de neutrones ya que la única forma de analizarlas es a través de estos astros ya que se puede determinar que efectos producen al no ser posible observarolos directamente. También los de periodo corto han permitido comprobar la validez de la teoría de la relatividad en condiciones de campos magnéticos intensos.

En los discos de las sondas Pioneer y Voyager se ha grabado la posición de la Tierra relativa a 14 pulsars identificados por su periodo para que civilizaciones extraterrestres puedan triangular nuestra posición.

Este artículo es continuación de los artículos de Relatividad Especial (LEO 91,92, 96, 97 y 98)

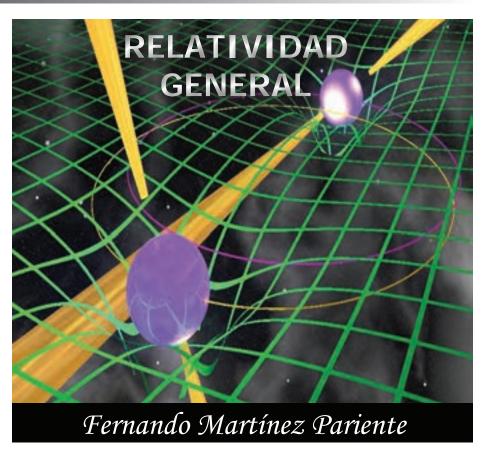
odemos decir que, en el mejor de los casos, casi entiendo, todo lo que he escrito hasta aquí, o cuando menos, lo intuyo. No podría decir lo mismo de la Relatividad General que, por lo que tengo entendido, la mayoría de los físicos, incluso en la actualidad, aún no comprende. En 1921, Einstein viajaba en barco hacia Estados Unidos con Chaim Weizmann, futuro primer presidente de Israel, que era químico. Más tarde, hablando de su viaje, Weizmann recordaba:

Einstein me explicaba su teoría cada día; al llegar, yo estaba plenamente convencido de que él la entendía.

Pero aunque no pueda hablar sobre ella, sería una pena no decir algo acerca de su historia.

Pese a que impresionó al director de Annalen der Physik, Max Planck, que era probablemente el físico más reputado del mundo, Einstein era aún un perfecto desconocido; la mayoría de los pocos que conocían su existencia no le comprendían. Debemos recordar que cuando publicó su Teoría Especial ni siquiera podía considerársele un científico.

Einstein había descrito con éxito situaciones que, sin embargo, raramente se dan en la Naturaleza. Pocas veces se encuentra el movimiento uniforme, lo normal es que los cuerpos aceleren y, por tanto, los postulados de la Relatividad Especial no son de aplicación a estas situaciones. Einstein no estaba satisfecho porque no podía describir casos del mundo real. La principal fuente de aceleración en la Naturaleza es la gravedad y la gravedad guedaba fuera del dominio de la Relatividad Especial. Newton no sabía cuál era la naturaleza de la gravedad, pensaba que era una fuerza que atraía a los objetos, pero Einstein tenía sus dudas al respecto. Un día,



trabajando en su oficina burocrática, miró por la ventana y se fijó en el tejado de enfrente. Imaginó qué ocurriría si un hombre caía desde ahí al vacío. No sentiría su propio peso durante la caída. Si bajara dentro de una cabina, como un ascensor cuyo cable se rompe y está en caída libre, "flotaría" dentro de él, no sentiría ningún tirón hacia abajo. Si la gravedad fuese una fuerza en el sentido ordinario del término, el infortunado debería sentir su influencia aún en plena caída. Por tanto no parecía entonces ser una fuerza continua. Consideraciones como esta, le llevaron a deducir que la gravedad no es, por tanto, una fuerza en el sentido estricto, sino que los cuerpos sujetos a ella siguen unos caminos predefinidos a través del espacio. Dedujo que esos caminos están determinados por la masa de lo que atrae a los cuerpos que circulan por ellos. La Tierra no siente la fuerza del Sol, simplemente es como un tren que se desplaza por una vía curva. Esa curvatura la crea el Sol con su masa. En ausencia del Sol, la vía sería recta y, en consecuencia, la Tierra seguiría una travectoria rectilínea.

Desde poco después de publicar su Teoría Especial, Einstein empezó a tratar de adaptar sus cálculos al dominio de la gravedad. Trabajó durante años y avanzaba despacio. Como hemos dicho, no era un mabrillante. temático Progresaba mediante la técnica de prueba y error. Necesitaba a menudo ayuda para la parte matemática de su trabajo, ayuda que, a menudo, se la proporcionaba su propia esposa Mileva. Por añadidura, la situación política no era alentadora. Se vivía una época turbulenta, sumergida en el militarismo y el nacionalismo. Cuando se atascaba, en ocasiones recurría a su violín. Otras veces creía haber dado con un resultado revolucionario y una semana después se daba cuenta de su error y tenía que desandar el camino recorrido.

Poco a poco, sin embargo, más físicos aceptaban sus puntos de vista y empezó a frecuentar círculos científicos, sus opiniones eran tenidas en cuenta, asistió a los Congresos de Solvay, reuniones más o menos informales, patrocinadas por el industrial belga y mecenas de la Ciencia Ernest Solvay, que eran punto de encuentro de las mentes científicas más lúcidas del mundo y que incluían un buen puñado de Nobel pasados y futuros, como el propio Max Planck, Marie Curie, Hendrik Lorentz, Henri Poincaré, Maurice de Broglie, Ernest Rutherford y otros.

En 1911 se encontraba en un punto avanzado de su trabajo. Necesitaba una demostración, y una óptima sería encontrar una masa lo suficientemente grande para que curvara el espacio a su alrededor y, con él, un rayo de luz rasante. La única masa lo suficientemente grande que había "a mano" para comprobar esto era el Sol, pero es imposible ver una estrella en las cercanías del Sol a no ser en un eclipse total. Consultó unas tablas y comprobó que el próximo eclipse total de Sol sería el 21 de agosto de 1914 y sería visible desde la península de Crimea, en territorio ruso. Pidió ayuda a los astrónomos pero, a pesar de tratarse de Einstein, ninguno respondió a su llamada. Sólo a uno le interesó su idea: Erwin Freundlich, a la sazón ayudante en el Observatorio de Berlín, que mantuvo una entusiasta correspondencia con Einstein. Finalmente se citaron en Zurich. Freundlich estaba de luna de miel y se presentó en Suiza con su esposa Katia. Se encontraron con Einstein en la estación y rápidamente congeniaron. Freundlich le ofreció su ayuda, pero cuando lo consultó con su jefe en el Observatorio de Berlín, que al fin y al cabo era el que decidía, éste descartó la idea. Freundlich no se desanimó, se puso en contacto con William Wallace Campbell, del Observatorio Lick, en California. Campbell era experto en fotografía astronómica y se sintió interesado por la propuesta. Era algo novedoso para él; hasta ese momento, los eclipses se observaban, no se fotografiaban.

Mientras tanto, en Alemania se estaba gestando el Instituto Kaiser Wilhelm de Ciencias de Berlín, que aspiraba a reunir a los mejores científicos, y Planck recomendó a Einstein para ocupar plaza. Se lo propuso a él, pero este dudaba. Finalmente Planck y Walther Nernst se presentaron en Zurich para tratar de persuadirle. Nernst era otro físico que, sin embargo, obtendría el Nobel de Química en 1920 (otro Nobel; v van ...). Experimentó con el calor y anunció que la entropía de un sistema tiende a anularse cuando se acerca al cero absoluto. Debió ser curioso el encuentro entre Planck y Einstein, el primero "prusiano", con monóculo, muy

estirado e impecablemente vestido y el segundo, un individuo que había renunciado a peinarse y solía andar sin calcetines. Einstein no las tenía todas consigo, tal vez se resistía a dar una respuesta afirmativa porque disfrutaba con su nueva situación de ser el centro de atención de todos. Finalmente propuso a sus interlocutores que fueran a pasar el día de excursión a la montaña. Cuando volvieran, él los estaría esperando en la estación con un ramo de flores, si las flores eran rojas, la respuesta sería afirmativa, si eran blancas sería negativa. Todo muy melodramático. Así sucedió. Por su parte, Einstein dedicó el día a pasear, una de sus actividades preferidas cuando tenía que reflexionar. Cuando, a la caída de la tarde el tren entraba en la estación de Zurich, Einstein los estaba esperando ... con un ramo de flores rojas.

Einstein y Mileva se mudaron a Berlín. Se le dispensó de la docencia, simplemente podría dedicarse a investigar. En abril de 1914 se podía considerar en la cumbre de su carrera, ocupaba plaza en la prestigiosa institución y fue maravillosamente recibido por su director Fritz Haber, Mientras encontraban una vivienda apropiada, la pareja con sus hijos se alojaron en casa del propio Haber, Sin embargo, Berlín terminó de enrarecer su matrimonio con Mileva. Incluso ya viviendo en su propia casa, Mileva se marchó y se alojó de nuevo en casa de Haber, que trató de mediar entre los dos.

Finalmente, Einstein, en arranque de sinceridad y autoconfianza tan propios de él, le pidió a Mileva el divorcio y a cambio le prometió el importe en metálico que recibiría ... ¡¡¡cuando ganara el Premio Nobel de Física!!!, cosa que sabía iba a suceder no tardando mucho. Era una suma muy importante con la que ella podría comenzar de nuevo en Zurich. Mileva aceptó y volvió con sus hijos a Suiza. Pero el Nobel de Física no estaba tan cerca como Einstein preveía. En principio dependía del éxito de Freundlich y Campbell con el eclipse de Crimea. Poco tiempo después de la partida de Mileva, Einstein despidió en la estación a Freundlich y dos asistentes que partían con un sofisticado equipo hacia Rusia. Campbell, llevando su propio material desde California, se reuniría allí con ellos. Se desplazaban con meses de antelación -el eclipse sería en agostopues para empezar, los viajes no eran como en la actualidad y en segundo lugar, había que encontrar las localizaciones óptimas y montar y probar el equipo. Freundlich se instaló al sudeste de la península y Campbell hizo lo propio cerca de Kiev. Así, con dos puntos distintos y convenientemente separados de observación, las posibilidades de éxito aumentaban, pues si estaban los dos juntos y estaba nublado, lo estaría para los dos, sin embargo, en lugares distantes, uno podría tener suerte aunque el otro fracasara.

El 28 de junio de 1914, el Archidugue Francisco Fernando fue asesinado. El Magnicidio de Sarajevo dio origen a la Primera Guerra Mundial. Alemania declaró la guerra a Rusia, hecho que era lo peor que lo podía ocurrir a un alemán que estaba en Rusia observando un eclipse. En efecto en el campamento de Freundlich se presentaron soldados rusos que le requisaron el equipo y le detuvieron, considerándolo espía. Él y sus compañeros se convirtieron en prisioneros de guerra. Campbell, por su parte, era norteamericano, neutral, y los rusos le dejaron, en principio, hacer su trabajo. Sin embargo apenas consiguió nada pues el día del eclipse estuvo nublado. Obtuvo algunas placas pero el resultado, que habría que esperar para comprobar su validez, era más que dudoso. Además, poco tiempo después los rusos cambiaron de opinión y, si bien le dejaron marchar, también le requisaron el equipo.

Todo esto supuso un duro golpe para Einstein. Sin embargo sus colegas del Instituto estaban entusiasmados con la guerra y ofrecieron gustosos su colaboración al esfuerzo bélico. Por ejemplo, Haber, que era un químico afamado que había desarrollado un revolucionario fertilizante se ofreció al gobierno para crear, a base de cloro, un gas venenoso para utilizarlo en el frente. Todo el Instituto Kaiser Wilhelm estaba volcado con la causa alemana para ganar la guerra. Einstein, pacifista convencido, los consideraba a todos 🖭 locos, sin embargo, esta discrepancia absoluta en los ideales no afectaba a sus relaciones personales; él y Haber seguían siendo íntimos amigos, pero Einstein se dio cuenta de que, en ocasiones, hay cosas más importantes que la Física.

Afamados científicos y prohombres de Alemania habían firmado un documento en favor de la guerra; era conocido como el "Manifiesto de los 93". Por su parte Einstein, trato de reunir a gente con su misma sensibilidad para elaborar un contramanifiesto de condena de la situación, pero no tuvo éxito.

Para abstraerse del ambiente enloquecido que le rodeaba se sumergió más y más en sus cálculos y, gracias a ello descubrió un error en las ecuaciones: se había equivocado al calcular la magnitud de la desviación de la luz por obra de la masa del Sol. En el fondo, el fracaso de la expedición a Crimea le había salvado del ridículo.

En esto, llegamos a 1915. En plena guerra, la Academia Prusiana de Ciencias de Berlín ofreció a Einstein la oportunidad de pronunciar una conferencia sobre Relatividad. pero su investigación aún no estaba terminada, tenía lagunas y estaba pendiente de demostración. La Academia era, probablemente, la institución científica más prestigiosa del mundo, su auditorio sería la "crème de la crème" en lo que a Física se refiere; realmente se la jugaba, no obstante aceptó la invitación. Poco antes del día decisivo dio otra conferencia en la Universidad de Götingen. Entre el público se encontraba David Hilbert, probablemente el mejor matemático de la época. Hilbert escuchó con atención y se sintió intrigado por los planteamientos de Einstein. Se creyó a sí mismo capaz de completar el trabajo mejor que él. Pensaba que la Física era demasiado importante para dejársela a los físicos; estaba más segura en manos de los matemáticos. Así, los dos gigantes, el de la Física v el de las Matemáticas, emprendieron una singular carrera. A Einstein le preocupaba que Hilbert se le adelantara pues, a fin de cuentas, la teoría era suya; Hilbert, simplemente, podía ponerle la guinda al pastel, y si lo hacía antes que él, sería realmente injusto y frustrante: el pastel lo había cocinado Einstein.

Así las cosas, Einstein volvió un día a una idea que había seguido en 1912 y había abandonado por no encontrarle salida, pero ahora la vio de otra forma: la encontraba viable y continuó con ella. Finalmente pensó que lo había conseguido. Existía un problema desde hacía siglos que no encontraba solución: el perihelio de Mercurio desafiaba la mecánica de Newton. La órbita de Mercurio formaba una figura parecida a una margarita, el punto del perihelio se adelantaba unos segundos de arco en cada órbita. Se pensaba que se debía a una perturbación gravitatoria provocada por un planeta interior a Mercurio aún no descubierto. Algunos, incluso, "lo encontraron" v lo bautizaron con el nombre de Vulcano, pero la verdad es que no había tal planeta. Einstein pensaba que la anomalía podía ser debida a la curvatura del espacio creada por la gran masa del Sol en sus cercanías, aplicó sus cálculos al problema y vio que todo encajaba como un guante a medida. Lo había conseguido, y justo para su presentación en la Academia Prusiana.

Cuando llegó el momento, expuso sus conclusiones ante tan distin-

guido auditorio y cosechó un éxito absoluto. Hilbert se retiró educadamente reconociendo que el triunfo era de Einstein. A pesar de todo, estaba pendiente de demostración. La expedición de Crimea había sido un fracaso y la situación bélica del momento no parecía la óptima para conseguir resultados. Para empezar, había que esperar al próximo eclipse: el sábado 8 de junio de 1918. Einstein publicó su Teoría de la Relatividad General en 1916. La ansiedad de la espera y el bloqueo general producido por la guerra le hicieron enfermar; su prima Elsa, que residía en Berlín le cuidó solícitamente.

Mientras tanto, Willem de Sitter, el astrónomo holandés que afirmó que la velocidad de la luz no depende de la de la fuente emisora, había escrito al astrónomo inglés Arthur Eddington hablándole de Einstein y de su teoría. Aunque era ya conocido en el círculo de los físicos, se ve que aún no lo era en otros ámbitos. Eddington se quedó fascinado con lo que leyó. Aparte de sentirse atraído por los planteamientos científicos de Einstein, el hecho de que fuera un alemán antibelicista y opuesto a la guerra, como él mismo, le hizo interesarse aún más. Eddington, profesor en Cambridge, era cuáquero, pacifista convencido v se oponía firmemente al conflicto. Creía que los científicos, por encima de las banderas, debían colaborar por el bien de la Humanidad. Se puso en movimiento. El siguiente eclipse, para 1918, se vería desde Estados Unidos, justo al lado de donde vivía Campbell, del Observatorio Lick: en Goldendale, estado de Washington. Los científicos europeos estaban bloqueados por la guerra, Campbell, sin embargo, no tendría problema pero su equipo había quedado confiscado en Crimea. Pese a ello, reunió el











Figura 1. Max Planck, Arthur Eddington, William Wallace Campbell, Fritz Haber y David Hilbert.

material que pudo en Lick. Llegado el momento se dispuso para la observación, pero el cielo estaba nuevamente nublado. Sin embargo, en el momento justo del eclipse despejó y pudo obtener unas cuantas placas. Ahora quedaba analizar los resulta-

De nuevo en Lick, el ayudante de Campbell, Herbert T. Curtis se puso manos a la obra. Estudió con detenimiento las placas y las comparó con otras de la misma región del cielo tomadas en un momento anterior. Tendría que encontrar una minúscula diferencia de menos de un segundo de arco en la posición de algunas estrellas. Debían estar desplazadas en el sentido opuesto al Sol, "hacia afuera", incluso deberían poder verse algunas que estuvieran realmente detrás del Sol. Pero no descubrió variación alguna. Parecía que Einstein estaba equivocado, sin embargo, Campbell se resistía a publicar sus resultados negativos. Dudaba si realmente refutaban a Einstein o eran fruto de la utilización de un material deficiente -pues recordemos que había perdido su mejor equipo- o de las condiciones meteorológicas adversas, ya que el cielo solo se abrió en los últimos momentos y pudo tomar muy pocas fotografías.

Para zanjar la cuestión habría que esperar a un próximo eclipse. Ocurriría el 29 de mayo de 1919 y sería visible desde África occidental. El propio Eddington, ratón de biblioteca, se preparó para asistir personalmente al evento. Cuando llegó el momento, él y sus colaboradores llegaron a la isla Príncipe, frente a las costas de Guinea Occidental, en pleno ecuador, y se adentró en la selva. Como ya resultaba tradicional, el día del eclipse estaba nublado y al igual que había ocurrido anteriormente, despejó poco antes del evento astronómico. El equipo sacó fotografías, pero casi todas resultaron inservibles, no obstante algunas parecían válidas. Eddington regresó con las placas a Cambridge y se dispuso a examinar los resultados.

A su vez, Campbell estaba en Londres. Iba a presentar sus conclusiones del eclipse de Goldendale ante la Real Sociedad Astronómica,

y las noticias, como ya sabemos, no eran buenas para Einstein: los resultados de sus placas eran negativos. Pero durante su intervención, como en la mejor película de suspense, llegó un telegrama de Eddington asegurando lo contrario: los resultados de sus placas eran positivos. Ante ello, Campbell se puso rápidamente en contacto con su observatorio en California y ordenó que se aplazara la publicación de los resultados. Eddington se presentó ante la Sociedad en noviembre y anunció sus propias conclusiones: había medido una desviación de 1'75 segundos de arco. Parecía que esta era la definitiva: Einstein estaba en lo cierto.

A partir de este momento, Einstein se convirtió en una celebridad mundial. Toda la prensa se hizo eco de su teoría y se convirtió en el centro de atención de todos. Por fin tenía el reconocimiento que merecía. Terminada la guerra, sin embargo, teóricos del bando vencedor volvieron a fomentar la duda. Nuevamente, la Ciencia parecía al servicio de la política. Sugerían que Eddington no había sido imparcial. Algunos pensaban que su empatía personal con Einstein, basada en el hecho de que los dos eran pacifistas que creían que el entendimiento entre los científicos estaba por encima de las fronteras. había influido, aunque fuera inconscientemente, en el resultado de sus comprobaciones. Por otra parte, también podría considerarse que la presunta animadversión de Campbell hacia los alemanes podría haberle llevado a conclusiones opuestas. La duda estaba sembrada. Un nuevo eclipse, tal vez, resultara definitivo. El próximo ocurriría en septiembre de 1922 y sería visible desde el occidente de Australia.

Sin embargo, en 1921 Einstein recibió su Nobel de Física, aunque no por la Relatividad, sino por el Efecto Fotoeléctrico, el primer artículo que publicó en Annalen der Physik en 1905, su "año milagroso". Tal vez el motivo de no premiar su trabajo estrella era la falta de una demostración experimental definitiva. Como prometió, entregó el premio en metálico a Mileva, que compró varios edificios en Zurich. Por otra parte, Einstein ya estaba casado con

su prima Elsa desde 1919. Elsa era muy diferente a Mileva. Al contrario que esta, estaba encantada con que su marido fuera el centro de atención; y también al contrario que ella no entendía ni una palabra del trabajo de Albert. Einstein se embarcó en una gira de conferencias por Estados Unidos. Pese a ello, las dudas crecían en torno a los resultados del último eclipse; mientras, varias expediciones se preparaban para el próximo, en Australia.



Figura 2. Elsa y Albert.

Llegado el gran día, allí estaba Campbell con un equipo de última generación. Como emplazamiento eligió la llamada Playa de las 90 Millas. También acudieron una expedición británica, Freundlich (lógicamente ya liberado por los rusos) al frente de un equipo alemán, John Evershed, un astrónomo británico que llegó desde la India, dos expediciones australianas y una canadiense. Los resultados fueron dispares: las nubes arruinaron los intentos de los británicos, los australianos tampoco consiguieron nada por deficiencias en su equipo, Evershed fracasó por dificultades técnicas ... Finalmente, Campbell obtuvo resultados perfectos: consiguió 92 fotografías. Realizadas las comprobaciones pertinentes, finalmente Campbell dio la razón a Einstein: no había duda de que las estrellas aparentaban cambiar su posición en las cercanías del Sol; era el triunfo definitivo y el último clavo en la tapa del ataúd de 🖭 la mecánica clásica newtoniana.

Tal vez sea exagerado afirmar esto último. Por supuesto Newton estaba atrapado en el siglo XVII y no tenía ninguna posibilidad de imaginar lo que vislumbró Einstein. A fin de cuentas, Einstein estaba sobre los hombros de Newton, y no al revés. La mecánica newtoniana es de total validez en nuestra vida diaria, en que las velocidades son moderadas. Únicamente falla a velocidades no despreciables si las comparamos con la de la luz.

En cuanto a la Relatividad, aunque veces parezca lo contrario, al dominio de lo no pertenece esotérico. Sus principios y sus consecuencias son de aplicación hoy día. Ya hemos hablado de algunas pruebas palpables de su veracidad como los muones, el perihelio de Mercurio y la curvatura del espacio en las cercanías del Sol que provoca un desplazamiento visual de las estrellas cercanas desde su posición habitual. Todas estas evidencias, no obstante, resultan lejanas e indiferentes para la mayoría de la gente, pero hay otras: el sistema de posicionamiento global o GPS, aplica los principios de la Relatividad a su funcionamiento. Sólo teniendo en cuenta la elasticidad del tiempo se pueden sincronizar perfectamente los satélites que proporcionan a nuestro receptor las coordenadas correctas. Otra verificación, aunque un tanto sofisticada, es el hecho de que se ha comprobado experimentalmente que el tiempo transcurre a diferente ritmo en el piso 100 de un rascacielos que en la planta baja. Por último, los aficionados a la Astronomía conocemos las lentes gravitacionales y sabemos que uno de los medios utilizados hoy día para la detección de planetas extrasolares son las microlentes que ocurren cuando uno de tales planetas cruza por delante de su estrella, produciendo un aumento súbito de la luminosidad de la misma.

En todo caso, a la mayoría de la gente no le afecta demasiado en su vida diaria la Teoría de la Relatividad y no se pretende que sea así. Einstein no pensaba que sus descubrimientos pudieran mejorar la vida de la gente, simplemente sintió una

inspiración y trató de darle forma; fue un reto a su curiosidad y a su inteligencia, y tras años de luchar contra las reglas ocultas de la Naturaleza logró revelarlas a nuestros ojos, cumpliendo su sueño de juventud: el orden oculto de la Naturaleza está ahí para ser descubierto, para eso tenemos un cerebro dentro de la cabeza. El placer -o deberíamos decir "la necesidad" - de descubrir es inherente al ser humano.

En 1932, poco antes de la llegada de Hitler al poder, Einstein -recordemos que era judío- se fue a vivir a Estados Unidos. Se instaló en Nueva Jersey e impartió docencia en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton. Además añadió la nacionalidad norteamericana a la suiza que ya tenía. En 1939, pocos como él podían prever lo que se avecinaba. Él lo sabía por partida doble: primero por su condición de judío que había vivido en Alemania en épocas convulsas y segundo por ser el que descubrió la relación entre materia y energía. Eran dos buenos motivos para imaginar lo que tramarían los nazis. Escribió al presidente Roosevelt, encareciéndole que iniciara un programa para hacerse con armas nucleares antes de que lo hiciera Hitler. Por lo que parece, Roosevelt debió tirar la carta a la papelera, aunque luego se viera obligado a sacarla de ella y rectificar, con las consecuencias que todos conocemos.

Después de la guerra, Einstein dedicó sus últimos años a encontrar la forma de unificar las cuatro fuerzas fundamentales de la Naturaleza: gravitatoria, electromagnética, nuclear fuerte y nuclear débil, objetivo que, aún hoy día, no ha sido alcanzado. En los primeros años 50, algunos físicos de nuevo cuño, sin dejar de considerarle una levenda viva, sin embargo ya le veían "amortizado". Le respetaban por lo que representaba pero le consideraban superado y creían que otros más dotados podían enfrentarse mejor que él al nuevo Santo Grial de la Física: las Teorías de la Unificación. El propio Einstein se quedaría sin habla si viera un libro de Física avanzada de hoy día, y así debe ser: el "show" tiene que continuar. Falleció el 18 de abril de 1955 en Princeton y su cuerpo fue

incinerado. No obstante, su cerebro se conservó para la Ciencia. Investigaciones posteriores revelaron que, en principio, su cerebro no se diferenciaba del de cualquier persona de su edad, pero descubrieron algunas particularidades: la región inferior parietal era mayor de lo normal, lo que hacía que su cerebro fuera un 15% más ancho que el de una persona corriente. Esa región es la que controla el pensamiento matemático y la capacidad cognitiva visual-espacial. Además, en esa zona tenía un largo surco que, según los neurólogos que lo han estudiado, propiciaba una mayor concentración de neuronas.

El cerebro supranormal, si es que lo era, tal vez fue necesario, pero no suficiente. Sin su curiosidad infinita por todo lo que veía, sin su ansia por aprender a toda costa, sin una necesidad como la que tenía de interpretar los indicios entrevelados que veía y sin una voluntad férrea y una capacidad de abstracción extraordinaria, Einstein hubiera sido otro simple oficinista (¡cuántos Einsteins desubicado potenciales y malogrados habrá habido!), por tanto no fue sólo su cerebro, sino la unión de éste con todos los demás factores la que produjo un individuo único que fue considerado por la revista Time como el personaje más relevante del siglo XX.

BIBLIOGRAFÍA:

- •Sobre la Teoría de la Relatividad y otras contribuciones científicas. Antoni Bosch editor, 1982.
- •Teodoro Gómez Cordero, Einstein relativamente fácil. Océano, 2001.
- •Delo E. Mook, Thomas Vargish, La Relatividad: espacio, tiempo y movimiento. McGraw-Hill, 1993.
- •Julian Schwinger, El legado de Einstein. Biblioteca Scientific American, 1987.
- •L. Landau, Y. Rumer, Qué es la Teoría de la Relatividad. Ricardo Aguilera editor, 7ª edición, 1974.
- •Roger Penrose, El camino de la realidad. Debate, 2006.

ontinuando con el artículo que iniciamos en el número anterior, vamos a dar paso a a las restantes películas destacables del taquillero director Roland Emerich. Y las elegidas son "2012", "El dia de mañana" e "Independence day".

Vamos a comenzar con la más actual de todas:

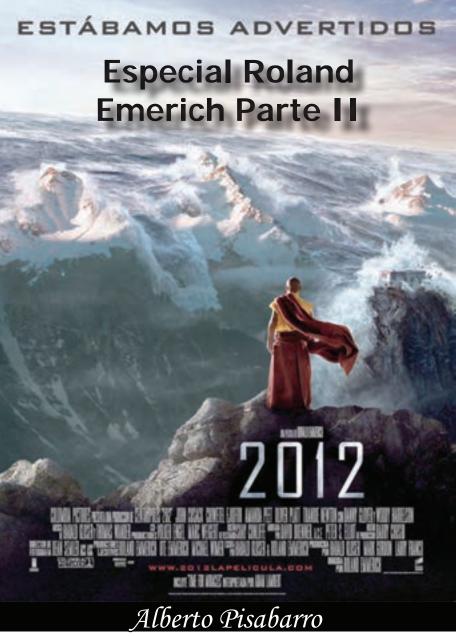
2012

La trama de la película da comienzo en el año 2009 cuando SE descube que debido a una gran cantidad de neutrinos se está produciendo el calentamiento de la tierra y de su corteza, sobre la que se encuentran todos los continentes. Las grandes potencias del mundo planifican en secreto un

plan de evacuación para preservar la especie, pero los acontecimientos no siguen el calendario estimado por los científicos, y todo se adelanta de forma dramática.

En la película afirman que la actividad solar está aumentando, por lo cual se crean más neutrinos que llegan a la Tierra. Este punto de la película es correcto. A esta distancia, nuestra fuente principal de neutrinos (partícula subatómica de tipo fermiónico, sin carga) es el Sol. Como ya sabemos en nuestra estrella tienen lugar procesos termonucleares donde se crean una gran cantidad de estas elusivas partículas, las cuales difícilmente interactúan con la materia. Para detectar a los neutrinos necesitaríamos de grandes cantidades de agua con minerales, en lo que podríamos llamar cámaras liquidas se pueden producir unos cuantas interacciones materia-neutrino y analizar los efectos físicos sobre la materia, estudios que en la película ni se mencionan simplemente muestran una imagen del sol y listo.

Según nos dicen en la película una gran producción de neutrinos causará un calentamiento en las capas de magma, lo que provocará un aumento de la actividad volcánica y del movimiento de las placas tectónicas.



Este punto de la película es falso, ya que aun llegándonos a la tierra una cantidad ingente de neutrinos, no pueden causar los efectos que se mencionan en la película. Más aun, para que una caldera en el subsuelo empiece a bullir a causa del calentamiento por neutrinos implicaría una interacción que nunca se ha visto, además por congruencia, esa actividad solar (que mencionan en el film) causaría campos magnéticos que destruirían gran parte de nuestras telecomunicaciones (satélites, trasmisiones, etc.) equipos informáticos (móviles, notebooks, etc...); estos efectos magnéticos que vienen ligados a este tipo de actividad solar, se les olvidó a los escritores de la película.

Una deriva continental se produce para liberar tensión, lo cual se

traduce en un terremoto, cuando éste se produce en la corteza cubierta por el agua, tenemos una discontinuidad, lo cual causa la gran ola de agua: tsunami. En condiciones muy extremas, esta ola podría ser tan alta como una montaña. Con lo cual podemos decir que este punto de la película es acertado.

Si llegara a erupcionar el súpervolcán del parque Yellowstone tal y como se nos muestra en la película, se produciría una onda de choque que derribaría a la gente, sin matarla cosa que es prácticamente imposible estando en primera fila como lo están los protagonistas de la película.

El parque de Yellowstone, efectivamente, cuenta con un súper-volcán, es una zona de alta actividad geotérmica. Pero en caso de explotar, la onda 🖭 de de choque tendría tal intensidad que derribaría todo a su alrededor y si te encuentras como el protagonista muy cerca del volcán, de entrada te dejaría sordo. A continuación una ola de gas alcanzaría a los supervivientes, los gases venenosos de esta nube oscura son mortalmente tóxicos. Hay varios casos que muestran que pueden ser el factor de muerte de una gran cantidad de vulcanólogos.

Una explosión volcánica puede producir un hongo tipo explosión nuclear como nos muestran en la película, pero más importante es que una erupción es un evento muy rápido que eleva la temperatura y desprende gran cantidad de gases en su mayoría venenosos, cuando los gases calientes chocan contra partes más frías de nuestra atmosfera se originarían tormentas eléctricas (dato omitido en la película).

¿En un año, la Tierra se puede recuperar de un cataclismo como el que se muestra en la película? Una explosión como la del Krakatoa dejo efectos climáticos en el globo por casi un año. Asi que tan solo con la erupción del súper-volcán de Yellowstone el cual es del doble de tamaño, causaría efectos que podrían durar más de 50 años. Por ello, sería imposible que la humanidad pudiera volver a poblar el planeta en tan solo 1 año.

La conclusión es que esta película incluso siendo una de las más fieles a la realidad y estando relativamente bien documentada en cuanto a datos científicos, sigue siendo muy exagerada ya que el proceso que se describe en la película, se ve explicado en varios documentales actuales y en todos dan la misma resolución, estos cambios se producen con el paso de cientos incluso miles de años.

EL DÍA DE MAÑANA.

Jack Hall el protagonista (Dennis Quaid) descubre que el calentamiento global podría desencadenar un repentino y catastrófico cambio climático de la Tierra. Las perforaciones realizadas en la Antártida demuestran que es algo que ya ha ocurrido hace diez mil años. Hall advierte a los dirigentes políticos de



la necesidad de adoptar inmediatamente medidas para evitarlo. Pero sus advertencias llegan demasiado tarde ya que como sucede también en el mundo real no se tienen en cuenta estas teorías hasta que es demasiado tarde.

Hay que decir que en cuanto a rigor científico esta película falla bastante, ya que incluso la NASA descarto de entrada que se pudiera producir un cambio climático de semejante magnitud en un periodo tan corto de tiempo.

Voy a destacar el fallo más importante de la película después del cual todo lo demás deja de tener sentido.

Para que fuera posible la trama de la película haría falta que la Antártida se deshelara completamente para inundar de esa forma la ciudad de Nueva York. Según la NASA, aunque

concentráramos todos los rayos del sol en el polo sur gracias a una lupa gigante, tardaría un par de años en derretirse por completo.

Desde este punto inicial la trama de la película se hace imposible, ya que si no se puede derretir la Antártida tan rápidamente, no podrían tener lugar los acontecimientos mencionados en la película, como el hecho de que aumente la cantidad de agua dulce en el mar, que daría lugar a que en Japón se originen tormentas de granizo del tamaño de pomelos, tornados en la ciudad de Los Angeles e incluso las tormentas de nieve en Nueva Delhi (India).

Con lo cual a los 20 minutos de película queda desbaratado por completo el argumento de la película.

En conclusión, es posible que 🖭

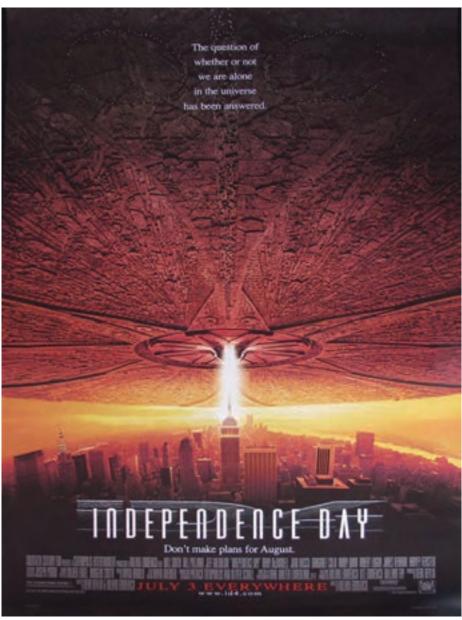
estemos en medio de un cambio climático, pero no se puede producir de un día para otro, ya que el proceso según estudios de la NASA llevaría años hasta llegar al punto que se nos muestra en la película .

INDEPENDENCE DAY

La película nos sitúa en el 2 de Julio justo 2 días antes de la fiesta nacional de los Estados Unidos de America (El Día de la Independencia, que da nombre a la película) y que casualidad que los alienígenas escogen esas fechas y no otras para invadirnos. A partir de aquí la película nos cuenta la historia vivida por los protagonistas. La película está bien cargada de efectos especiales y bastante acción.

Partiendo del hecho de que nos invaden los alienígenas, hecho un tanto improbable. Vamos a ver el fallo más destacado y además bien gordo ya que igual que sucede en "El día de mañana", después de este error científico deja de tener sentido la trama de la película. También he de admitir que en su día visioné muchas veces esta película ya que no deja de ser una película entretenida y con 12 años mucho más.

Justo al inicio de la película nos deslumbran con lo que se supone que es la Luna y dan paso a leer la placa que depositaron los astronautas americanos pertenecientes a la misión Apollo 11 (Neil Amstrong, Edwin E. Aldrin y Michael Collins) según acaban de leer la placa la Luna empieza a temblar, a partir de aquí se produce el gran error de esta película. Y es que si una nave interplanetaria de semejante tamaño y masa (1/4 del tamaño de nuestra luna según la película) se acercara tanto a la Tierra, el desequilibrio gravitacional sería tan alto que daría lugar a que los óceanos de la Tierra tuvieran un comportamiento extraño, no olvidemos que la Luna es la causante de las mareas. Si a la gravedad de la Luna le añadimos la de un cuerpo con una masa de 18 trillones de toneladas aproximadamente, los efectos ocasionados serían catastróficos y por lo tanto los alienígenas no hubieran necesitado usar sus rayos de antimateria para volar la Casa Blanca porque ya



estaría bajo el agua o algo mucho peor.

Aun no teniendo conexión con la ciencia me gustaría destacar algo que siempre me pareció muy extraño y gracioso.

Al final de la película somos capaces de derrotar a los alienígenas gracias a un simple virus informático creado con un ordenador de los años 90. Durante toda la película no paran de decirnos que la tecnología de los invasores es mucho más avanzada que la nuestra, pero aun así somos capaces de programar un virus para desactivar sus escudos de energía y de esta forma derrotarlos, pero cómo sabían que tendría efecto. Puede que la nave nodriza funcionara a base de ábacos o calculadoras Casio y me parece un tanto imposible que fueramos capaces de introducir un virus en sus "ordenadores".

En conclusión, si nos invaden los alienígenas no creo que tengamos la misma suerte que los protagonistas de la película, así que por si las moscas yo me haría un bunker.

Título: 2012 Duración: 163 min Director: Roland Emerich

País: USA Año: 2009

Título: El Día De Mañana Duración: 109 min Director: Roland Emerich

País: USA Año: 2004

Título: Independence Day Duración: 140 min Director: Roland Emerich

País: USA Año: 1996

JULIO 2011

EFEMÉRIDES DE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR PARA LEÓN JULIO 2011. HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)

EL SOL Y LOS PLANETAS

		Hora	Hora	Hora
	Astro	Salida	Culm.	Puesta
	Sol	4:47	12:25	20:05
	Mercurio	6:17	13:49	21:24
	Venus	3:53	11:30	19:09
a 1	Marte	2:39	10:07	17:37
Día 1	Júpiter	1:10	7:58	14:47
	Saturno	12:32	18:28	0:24
	Urano	23:57	6:04	12:12
	Neptuno	22:39	3:59	9:18
	G 1	1 ~ -	10.07	20.00

	Sol	4:56	12:27	20:00
	Mercurio	7:13	14:15	21:18
10	Venus	4:13	11:49	19:28
15	Marte	2:19	9:54	17:31
Día	Júpiter	0:20	7:11	14:03
Γ	Saturno	11:40	17:35	23:30
	Urano	23:02	5:09	11:17
	Neptuno	21:44	3:03	8:21

FASES DE LA LUNA

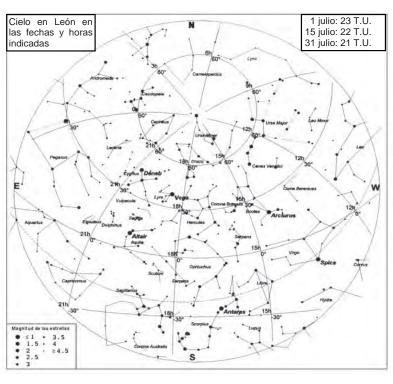
Día	Fase	Hora	Sale	Cul- mina.	Se pone
1	L. Nueva	8:54	04:50	12:34	20:10
8	C. Crec.	6:30	13:10	18:35	23:51
15	L. Llena	6:39	20:01	00:13	05:08
23	C. Meng.	5: 04	23:31	06:08	13:24
30	L. Nueva	18:40	04:49	12:11	19:22

DÍA JULIANO

Fecha	A medianoche	A mediodía
1-07-11	2 455 743,5	2.455.744
15-07-11	2 455 757,5	2.455.758

HORA SIDÉREA A MEDIANOCHE EN GREENWICH Y LEÓN

Fecha	En Greenwich	En León
1-07-11	18:34:48	18:13
15-07-11	19:30:00	19:09



HORAS DE VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS EL DÍA 15

	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08
Mercurio															
Venus															
Marte															
Júpiter															
Saturno															
Urano															
Neptuno															

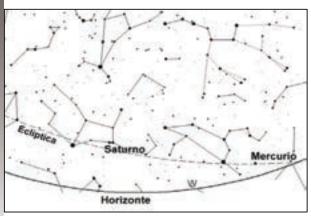
FENÓMENOS

 \mathbf{Dia} 5: Afelio de la Tierra (máxima distancia al Sol, 152.100.000 km) a las 11:50 T.U.

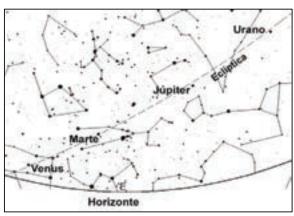
Día 20: Máxima elongación de Mercurio al Este del Sol

LOS PLANETAS EL 15 DE JULIO DE 2011

AL COMENZAR LA NOCHE



AL FINALIZAR LA NOCHE



José María Pérez jmpgtejada@gmail.com

AGOSTO 2011

EFEMÉRIDES DE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR PARA LEÓN AGOSTO 2011. HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)

EL SOL Y LOS PLANETAS

		Hora	Hora	Hora
	Astro	Salida	Culm.	Puesta
	Sol	5:12	12:27	19:44
	Mercurio	7:18	13:51	20:23
	Venus	4:49	12:11	19:36
a 1	Marte	1:58	9:37	17:18
Día 1	Júpiter	23:19	6:12	13:05
	Saturno	10:39	16:32	22:25
	Urano	21:55	4:02	10:09
	Neptuno	20:36	1:54	7:13
	Sol	5:27	12:26	19:26
	Mercurio	5:57	12:32	19:06
10	Venus	5:24	12:26	19:30
1;	Marte	1:44	9:22	17:03
Día 15	Júpiter	22:27	5:21	12:15
	Saturno	9:50	15:41	21:32
	Urano	20:59	3:06	9:12
	Neptuno	19:40	0:58	6:16

FASES DE LA LUNA

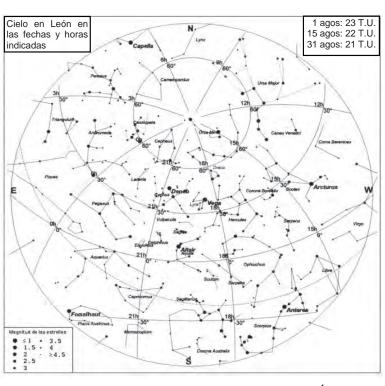
	Día	Fase	Hora	Sale	Cul- mina.	Se pone		
ı	6	C. Crec.	11:09	13:26	18:21	23:10		
ı	13	L. Llena	18:58	19:01		05:07		
ı	21	C. Meng.	21:57	22:42	05:34	13:11		
ı	29	L. Nueva	3:04	06:08	12:37	18:53		

DÍA JULIANO

Fecha	A medianoche	A mediodía
1-08-11	2.455.774,5	2.455.775
15-08-11	2 455.788,5	2 455.789

HORA SIDÉREA A MEDIANOCHE EN GREENWICH Y LEÓN

Fecha	En Greenwich	En León
1-08-11	20:37:01	20:16
15-08-11	21:32:13	21:11



HORAS DE VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS EL DÍA 15

	21-22	22-23	23-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08

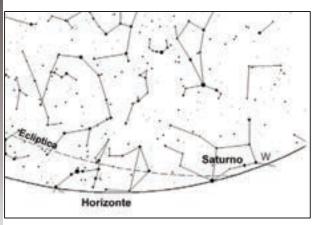
FENÓMENOS

Día 17: Conjunción inferior de Mercurio con el Sol **Día 16**: Conjunción superior de Venus cpn el Sol

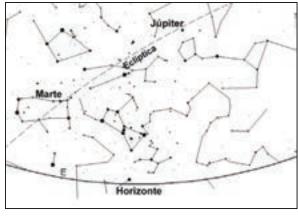
Día 23: Oposición de Neptuno con el Sol

LOS PLANETAS EL 15 DE AGOSTO DE 2011

AL COMENZAR LA NOCHE



AL FINALIZAR LA NOCHE



José María Pérez jmpgtejada@gmail.com

SEPTIEMBRE 2011

EFEMÉRIDES DE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR PARA LEÓN SETIEMBRE 2011. HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)

EL SOL Y LOS PLANETAS

		Hora	Hora	Hora
	Astro	Salida	Culm.	Puesta
	Sol	5:46	12:21	18:58
	Mercurio	4:16	11:12	18:10
	Venus	6:07	12:40	19:14
1	Marte	1:28	9:03	16:39
Día 1	Júpiter	21:21	4:16	11:10
	Saturno	8:52	14:40	20:29
	Urano	19:51	1:57	8:03
	Neptuno	18:28	23:45	5:02
Día 15	Sol	6:01	12:17	18:34
	Mercurio	4:57	11:35	18:16
	Venus	6:41	12:49	18:57
	Marte	1:17	8:46	16:15
	Júpiter	20:25	3:19	10:13
	Saturno	8:05	13:51	19:38

FASES DE LA LUNA

Urano

Neptuno

	Día	Fase	Hora	Sale	Cul- mina.	Se pone
ĺ	4	C. Crec.	17:40	13:31	18:10	22:48
ĺ	12	L. Llena	9:27	18:19		06:04
ĺ	20	C. Meng.	13:40	23:07	05:58	13:43
	27	L. Nueva	11:09	06:14	12:08	17:52

18:55

17:32

1:00 22:49 7:05

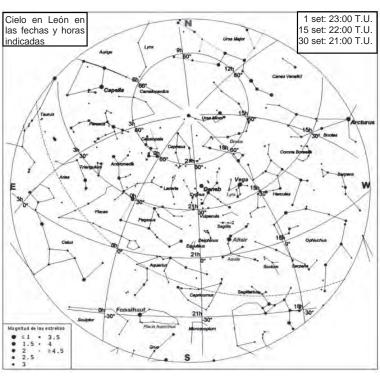
4:05

DÍA JULIANO

Fecha	A medianoche	A mediodía				
1-09-11	2 455.805,5	2.455.806				
15-09-11	2 455.819,5	2.455.820				

HORA SIDÉREA A MEDIANOCHE EN GREENWICH Y LEÓN

Fecha	En Greenwich	En León			
1-09-11	23:39:15	22:18			
15-09-11	23:34:26	23:13			



HORAS DE VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS EL DÍA 15

	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08
Mercurio															
Venus															
Marte															
Júpiter															
Saturno															
Urano															
Neptuno															

FENÓMENOS

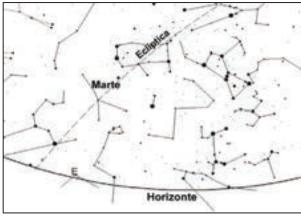
- Día 3: Máxima elongación de Mercurio al Oeste del Sol
- **Día 23**: Comienza el otoño en el hemisferio Norte (a las 9:03 T.U.).
- Día 26: Oposición de Urano con el Sol
- Día 29: Conjunción superior de Mercurio con el Sol

LOS PLANETAS EL 15 DE SETIEMBRE DE 2011

AL COMENZAR LA NOCHE

Saturno Horizonte

AL FINALIZAR LA NOCHE



José María Pérez jmpgtejada@gmail.com



ASOCIACIÓN LEONESA DE ASTRONOMÍA (A.L.A.)

Paseo del Parque, s/n Edificio C.H.F.

Dirección Postal: Apdo. de Correos 1236. 24080. León

www.astroleon.org – leo@astroleon.org – 987.216364

BOLETÍN DE INSCRIPCIÓN nº:.....

Nombre:		
Apellidos:		
D.N.I.:	Fecha de nacimien	to:
Teléfonos. Casa:	Trabajo:	Móvil:
Profesión:	Estudios:	
Dirección:		
E-mail:	Web:	
DATOS PARA LA DOMICILIA	ACIÓN DE LA CUENTA:	
Entidad bancaria:		Código:
		Código:
Dígitos de control de la cu	enta (D.C., dos cifras):	
Número de Cuenta (diez d	cifras):	
	Fecha:	

Firma

Este boletín deberá acompañarse de dos fotografías o fotocopias en color para la realización del carnet. Puede ser entragado en la sede social de la A.L.A. los lunes y viernes no festivos de las 20:30 h. en adelante.

Cuota anual: 40 €. Menores de 18 años: 25 €

