

revista
NaDiR

Nº 63

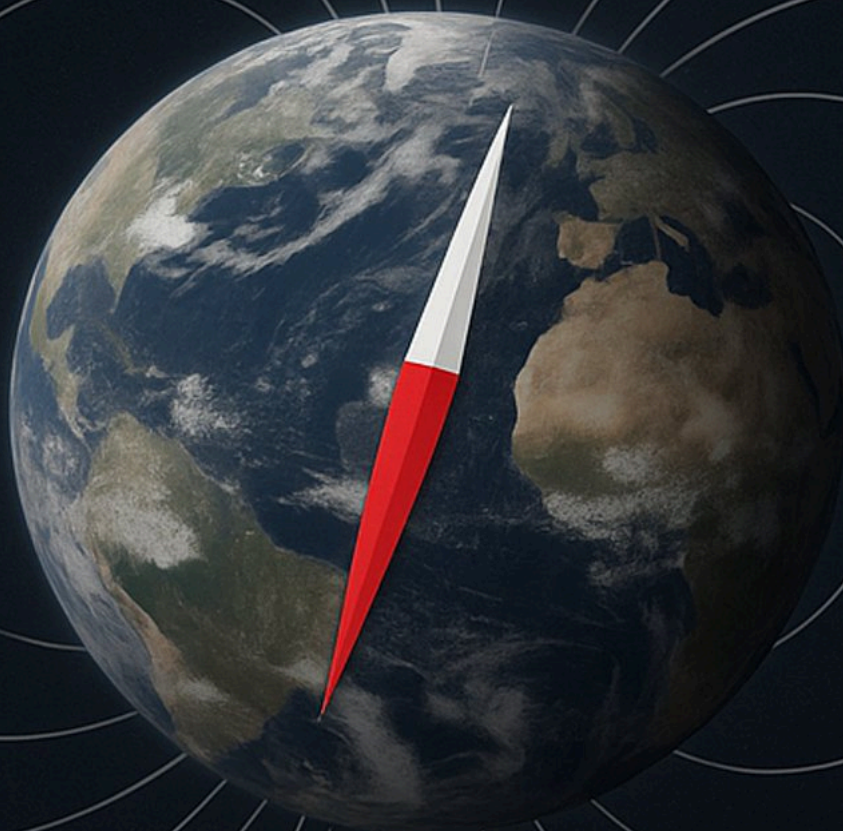
IX-2025

**NUESTROS ECLIPSES
Y SUS PERIODOS SAROS**

**CÓMO MEDIR EL CAMPO
MAGNÉTICO TERRESTRE
CON UNA CUERDA**

**ACTIVIDADES SOBRE
PLANETAS PARA NIÑOS**

**CRÓNICA DE LA
OBSERVACIÓN ApEA
23-25-MAYO DE 2025**



**REVISTA DE LA ASOCIACIÓN PARA LA
ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA (ApEA)**



**ASOCIACIÓN
PARA LA ENSEÑANZA
DE LA ASTRONOMÍA**

ApEA

NaDiR es una revista de la Asociación para la Enseñanza de la Astronomía (ApEA) www.afea.es

Presidente:

Carolina Clavijo Aumont

Vicepresidente:

Sebastián Cardenete García

Secretaria:

Azahara López Romero

Tesorera:

Azahara Rojas Roncero

Vocal de Publicaciones:

Ricardo Moreno Luquero

Vocal de la página web:

Eva Dominique Ibarra

Vocal FAAE:

Ángel Gómez Roldán

Vocales de Encuentros:

Antonio González Hernández

Joaquín Álvaro Contreras

Vocales:

Iñaki Ordóñez Etxeberria

Xristo Stoev

Edición de la revista Nadir: Ricardo Moreno Luquero, rmluquero@gmail.com

Comité de Redacción: Joaquín Álvaro, Sebastián Cardenete, Eduardo Zabala.

Depósito Legal: Z-2513-98

ISSN: 1575-7528, Septiembre 2025

Dibujo de portada: Campo magnético terrestre ©Tanguy

SUMARIO

ECLIPSES

NUESTROS ECLIPSES Y SUS PERIODOS SAROS

Esteban Esteban Peñalba

3

DIDÁCTICA

CÓMO MEDIR EL CAMPO MAGNÉTICO CON UNA CUERDA

Anicet Cosials

12

DIDÁCTICA

ACTIVIDADES SOBRE PLANETAS PARA NIÑOS

Rosa M. Ros y Ricardo Moreno

17

OBSERVACIÓN

CRÓNICA DE LA OBSERVACIÓN ApEA 23-25-MAYO DE 2025

Azahara Rojas

28

NaDiR no se hace responsable de las opiniones expresadas en los artículos. Si no se indica otra cosa, las imágenes son propiedad de los autores de los artículos.

La distribución de NaDiR es gratuita entre los socios de ApEA, y se puede descargar de su web.

Se autoriza la difusión del contenido de la revista, citando la fuente.

NUESTROS ECLIPSES Y SUS PERIODOS SAROS



Esteban Esteban Peñalba

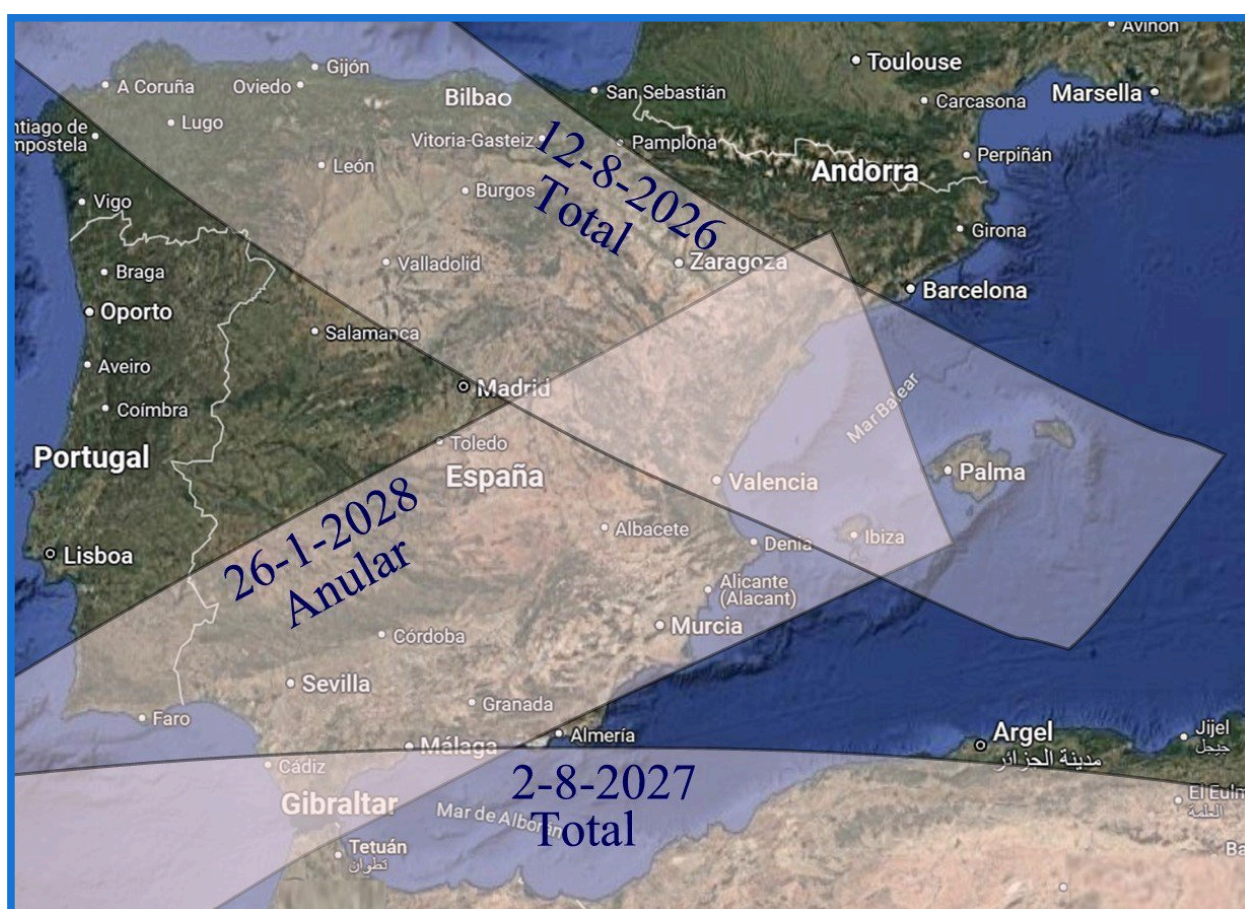


Fig. 1: Zonas de totalidad y anularidad de los tres eclipses.

Como es sabido, en los próximos años se producirán 3 extraordinarios eclipses de sol que serán visibles en territorio español. Sin duda debemos aprovecharlos para motivar a nuestro alumnado y, a pesar de que los tres ocurren en periodos vacacionales, quizás se puedan organizar observaciones con ellos o al menos dejarles unas indicaciones para que puedan verlos por su cuenta: el 12-8-2026 y el 2-8-2027 ocurrirán eclipses totales, y el de 26-1-2028 será anular.

Sin duda, el principal valor de la ocurrencia y la observación de un eclipse es la motivación. Hay ejemplos en los que ante un hecho tan sorprendente el niño o el adolescente además de sentirse fascinado se pregunta el por qué y se anima a investigar: En las biografías de Santiago Ramón y Cajal o el francés Camille Flammarion siempre se citan las sensaciones que sintieron cuando de niños observaron sendos eclipses, y aunque el primero de ellos no se dedicó luego a la astronomía, el eclipse fue lo que le orientó hacia la ciencia e investigación.

Cada año en el IES de Sestao, en la optativa de Astronomía se explicaba al alumnado la mecánica de los eclipses, pero sin duda quienes más se interesaron y aprendieron fueron aquellos que tuvieron la suerte de poder vivirlos.

En el logotipo del proyecto aparecen las trayectorias de los dos eclipses consecutivos que confluyeron en un punto del continente africano, pero en España por su latitud no ha ocurrido nunca, al menos en 5000 años que se han analizado.



Figura 2: Parte del alumnado que observó el eclipse anular en 2005 desde Getafe y en 2006 el total desde Turquía, gracias a la participación en el proyecto EUREK 05-06.

De todas formas, tiempo habrá de hablar sobre las circunstancias de observación y detalles de los 3 eclipses de estos próximos años. Pero antes de eso, y fomentando la expectación que ya puede generarse sobre

estos fenómenos, conviene remarcar el tema de las fechas: **la increíble excepcionalidad que vamos a vivir.**

Porque la casualidad de que puedan verse desde aquí estos tres eclipses es enorme: Por ejemplo, en los últimos 200 años desde la península ibérica solo se vieron 6 eclipses totales: en 1842, 1860, 1870, 1900, 1905 y 1912, y otro más desde alguna de las islas Canarias en 1959.

Aunque también hubo un eclipse anular en 2005 cuya línea de visibilidad atravesó la península de Galicia a Valencia, llevamos más de un siglo sin que ninguno total haya sido visible desde aquí.

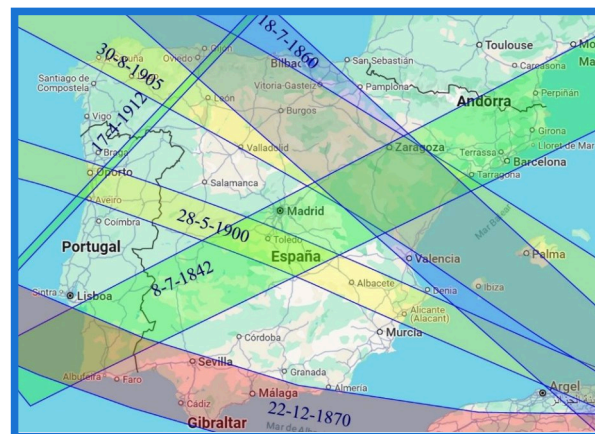


Figura 3: Trayectorias de la sombra en los eclipses totales de los últimos 2 siglos.

Y lo que es más sorprendente, en un periodo de al menos 5000 años de los que se han calculado datos (Fred Spennak y Jean Meeus de NASA), desde el año 2000 ac hasta el 3000 dc, solo en una ocasión ha habido dos eclipses totales en años consecutivos visibles en España, pero ocurrió hace ya más de 30 siglos: fueron el 9 de mayo de 1011 aC y el 29 de abril de 1010 aC, pero no hubo el tercero anular como ahora y además el de 1010 aC solo se vio en algunas de las islas Baleares y rozó levemente la costa de Valencia.

Tampoco ha habido nunca aquí, en estos 5000 años, uno total y otro anular con 6 meses de diferencia como ocurrirá en 2027 y 2028. Por tanto, desde que se han recogido y

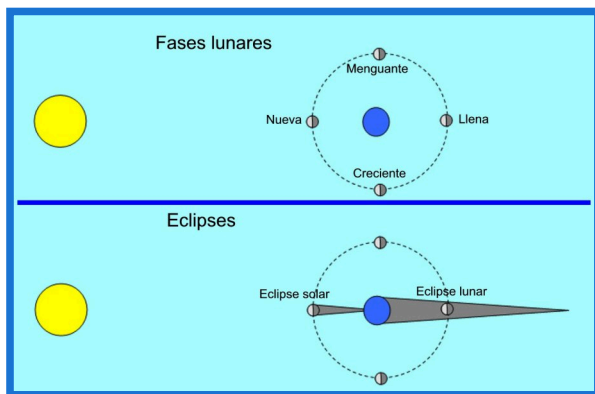


Fig. 4.

estudiado datos, nunca se han producido las actuales circunstancias en nuestro país.

Para tratar de aproximarnos a esta situación conviene empezar por los conceptos básicos:

Para que un eclipse de Sol se produzca es necesario que haya luna nueva, momento en que se alinearán los tres astros, y teóricamente la Luna se interpondría entre la Tierra y el Sol (Fig. 4).

Pero al estar la órbita de la Luna inclinada respecto a la eclíptica, solo la veremos delante del Sol cuando esa luna nueva se encuentre en uno de los nodos (puntos de corte de la órbita lunar con el plano orbital terrestre) o muy próxima a él. En caso contrario la Luna nueva pasaría por el Norte o por el Sur del Sol sin eclipsarlo.

De todas formas no es necesario que la Luna esté justamente en el nodo. Si lo está, el eclipse se vería en las proximidades del ecuador siendo total o anular, pero si por ejemplo está un poco al norte de la eclíptica, debido al paralaje su sombra se proyectará sobre una zona del hemisferio norte, y análogamente si está hacia el Sur; e incluso que el eclipse será parcial. Por ello hay un margen de aproximadamente 16.5° en que podría estar separada del nodo y aún así producirse el eclipse. Ese número puede variar ligeramente debido a la excentricidad de las órbitas terrestre y lunar que hace que cambie la distancia entre ambos astros.

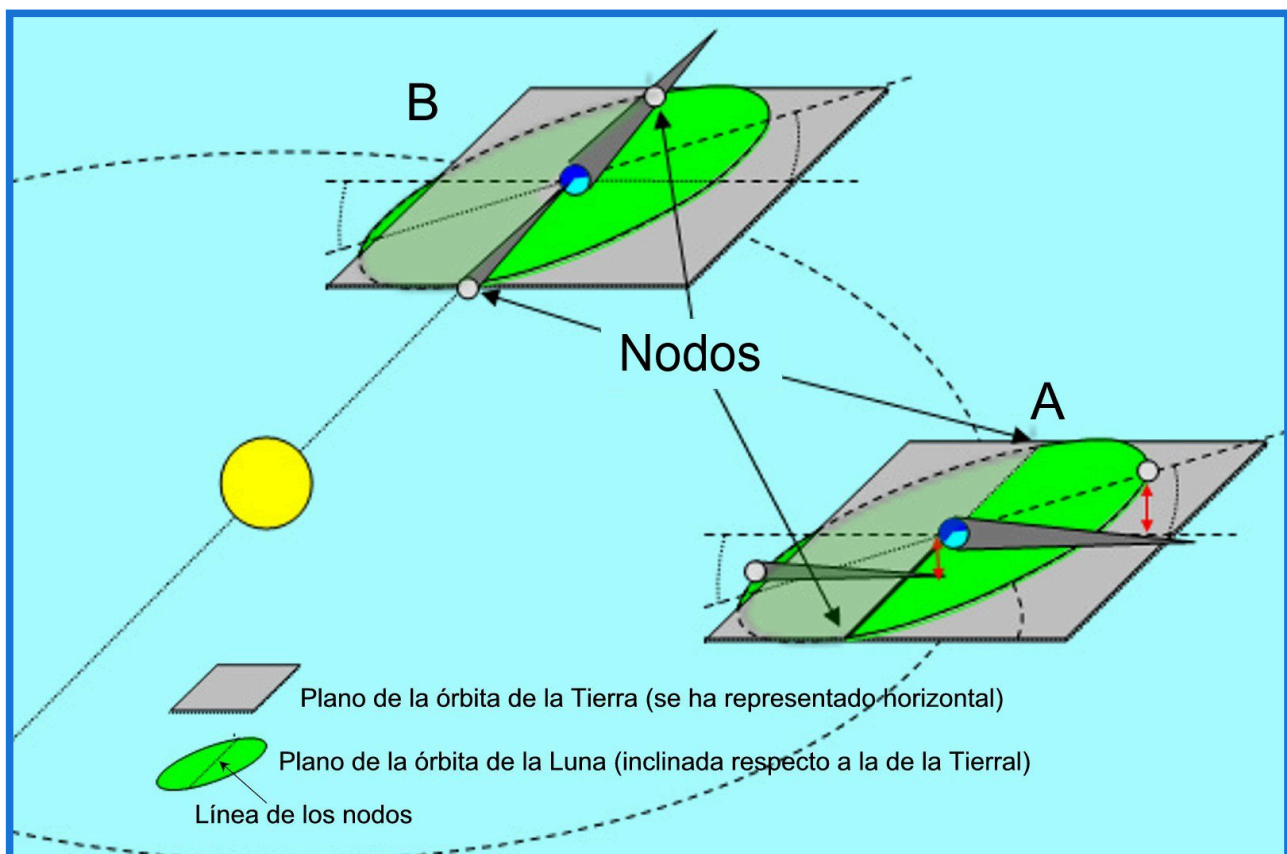


Figura 5: Eclipses de sol y de luna. En la posición A no hay eclipse, pero sí lo hay en B.

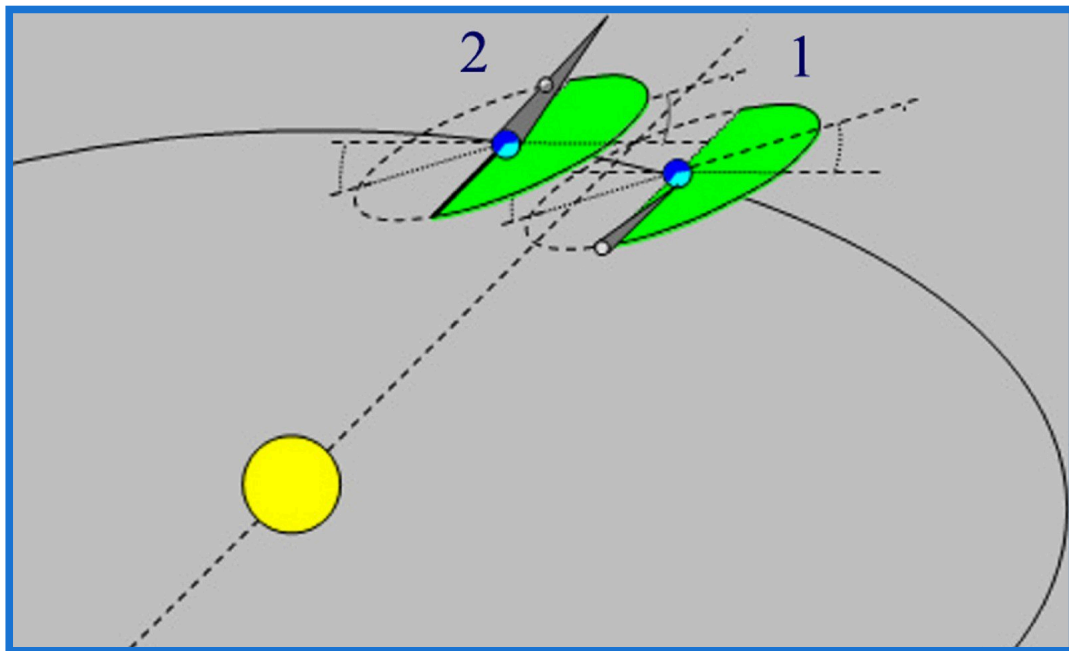


Figura 6

Debido a este margen siempre hay tiempo (en lo que se llama “temporada de eclipses”) a que se produzcan dos eclipses, uno de luna y otro de sol separados por 15 días (media lunación), uno antes del paso de la Luna por el nodo y otro después, como se representa en la Figura 6.

Pero en ocasiones pueden ser tres porque si uno coincide casi exactamente en el nodo

(por ejemplo el de Luna), 15 días antes y después ocurren sendos eclipses de Sol, pero serán siempre parciales por la gran distancia de la Luna al nodo que hará que el centro de la sombra de uno de ellos quede por encima del polo norte y el otro por debajo de polo sur.

Si los nodos estuviesen en una posición fija, cada medio año habría dos temporadas de eclipses: en las proximidades de los puntos 1 y 3 de la Figura 7.

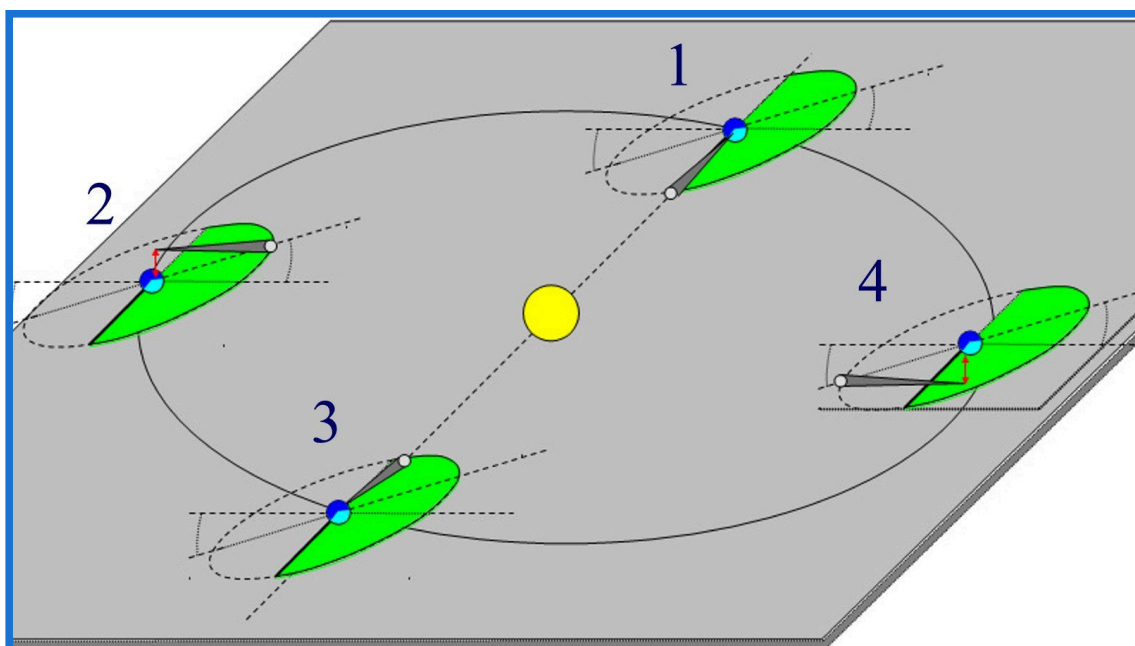


Figura 7.

Pero la inclinación de la órbita lunar va girando lentamente y los nodos se van desplazando ligeramente en sentido directo, haciendo el intervalo de separación de dos temporadas de eclipse algo menor de esos 6 meses, y si la primera temporada ocurre al principio de un año, puede haber una tercera al final del mismo.

Analicemos las fechas de nuestros 3 eclipses

Efectivamente, los dos primeros ocurren con una separación de algo menos de un año (dos temporadas de eclipses), y el tercero con poco menos de 6 meses (una temporada después del anterior). Teniendo en cuenta la separación entre 2 temporadas de eclipse, habrá otro entre nuestros dos primeros, es decir en febrero de 2027, pero ya sería demasiada casualidad que se viera también aquí, aunque... Efectivamente el 6-2-2027 habrá un eclipse que se verá anular en Sudamérica, y parcial aunque de poca magnitud y al final del día ¡desde Canarias y desde el sur de la península! Y ya más no puede haber. Es curioso que no se hable de éste, que queda ensombrecido por los otros 3, cuando de ir en solitario ya se habría anunciado.

Si consideramos eclipses totales, no se repetirán nunca al cabo de 6 meses, siendo lo más habitual el que se vayan alternando con los anulares y parciales. Esto es por el perigeo lunar que hace que cuando la Luna está en ese punto la veamos más grande y pueda tapar al Sol; pero si está en el apogeo sea imposible. Aunque en menor medida también hay que tener en cuenta la posición de la Tierra cerca del perihelio o del afelio que condiciona el tamaño aparente del Sol.

Los tamaños medios y extremos en que pueden producirse los eclipses de sol serían los que se recogen en la Figura 8.

Como el tamaño medio de ambos astros produce un eclipse anular, y además en el máximo anular las diferencias de tamaños son mayores que en el máximo total, está claro que los anulares serán más frecuentes que los totales

Tomando valores medios, vemos el Sol ligeramente más grande que la Luna ($31'58''$ frente a $31'5''$). Por ello nunca hay dos eclipses totales en dos temporadas contiguas, aunque dos anulares seguidos sí suele haberlos. De hecho la cantidad de anulares van aumentando a lo largo de los siglos a

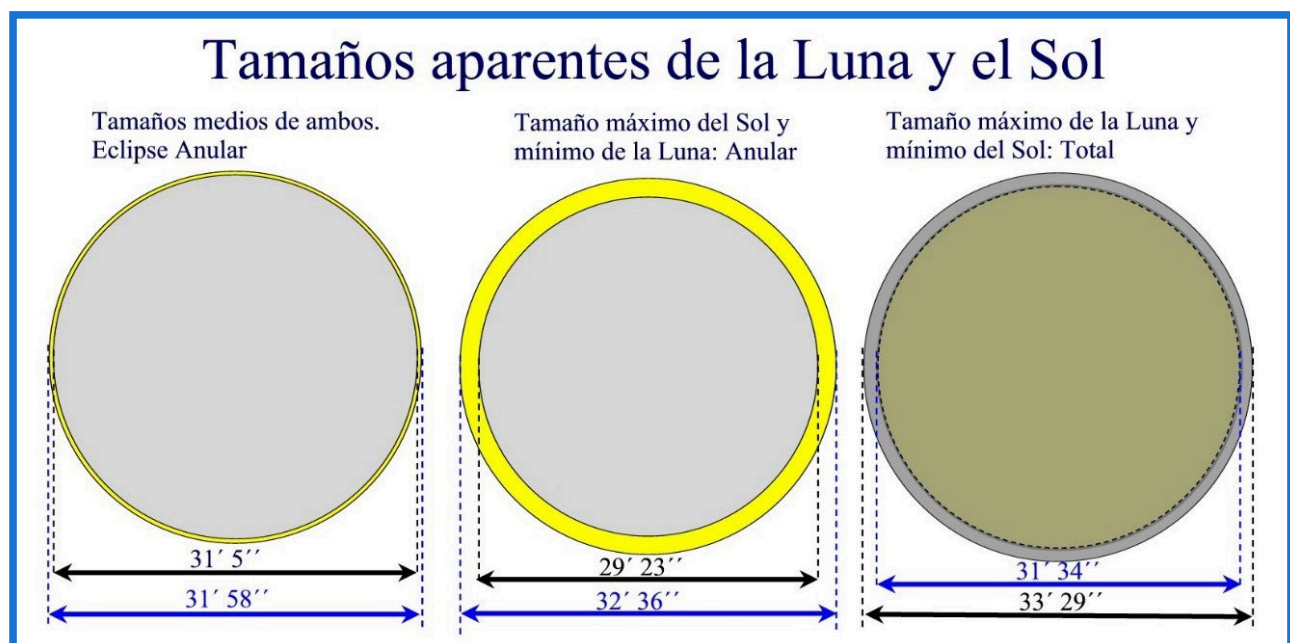


Figura 8.

costa de los totales por el alejamiento continuo de nuestro satélite.

O sea, que si queremos dos totales en fechas próximas, deberán estar separados al menos por un año (dos temporadas de eclipses), y nunca puede darse una frecuencia mayor que la del 2026-27. Y por el mismo motivo el de enero de 2028 no puede ser total. Dos eclipses anulares sí pueden ocurrir en temporadas seguidas (al cabo de casi 6 meses)

Periodo Saros

Además de las clásicas nociones que solemos enseñar en el aula sobre las condiciones para que se produzca un eclipse, los nodos, las temporadas de eclipses, etc., si se quiere estudiar a largo plazo las fechas y los lugares desde donde son visibles eclipses similares conviene tener en cuenta el llamado periodo Saros que da lugar a que se repitan los eclipses similares.

Dado un eclipse concreto, 18 años y 11 días después (o 10 días si en ese periodo hay 5 bisiestos) ocurrirá otro análogo y a este intervalo de tiempo se le llama periodo Saros. A estos dos eclipses separados por un periodo Saros se les asigna un mismo número, el mismo que a los que vayan ocurriendo después con esa distancia. Pero evidentemente en esos 18 años ocurren unos cuantos eclipses más y cada uno tendrá su

número Saros. Por ejemplo, el primero de los nuestros, (12-8-2026) pertenece al SAROS 126, el segundo (2-8-2027) SAROS 136, y el tercero (26-1-2028) al SAROS 141.

¿Por qué ese periodo? Como se ha visto, las principales circunstancias para que se produzca un eclipse de Sol son que la fase de la Luna sea nueva y que esté cerca de uno de los nodos, por lo que hay que tener en cuenta la duración de los periodos en que esas situaciones se repiten:

Una lunación dura de promedio 29.5306... días (mes sinódico - MS)

La Luna vuelve a pasar por el mismo nodo al cabo de 27.2122... días (mes draconítico - MD). Se toma el mismo nodo para que la geometría sea similar.

Por ello a partir de un eclipse, al cabo de un múltiplo entero de cada uno de esos periodos con un mismo resultado, o casi igual, la situación será análoga y volverá a producirse otro eclipse similar.

No podrá ser exactamente igual porque los decimales son infinitos y por ello las condiciones de ambos eclipses no serán totalmente las mismas, pero van variando poco a poco.

Resulta que $223 \text{ MS} = 6585.321 \text{ días}$ y $242 \text{ MD} = 6585.357 \text{ días}$, valores muy próximos, con una diferencia de solo 0.036 días. (*)

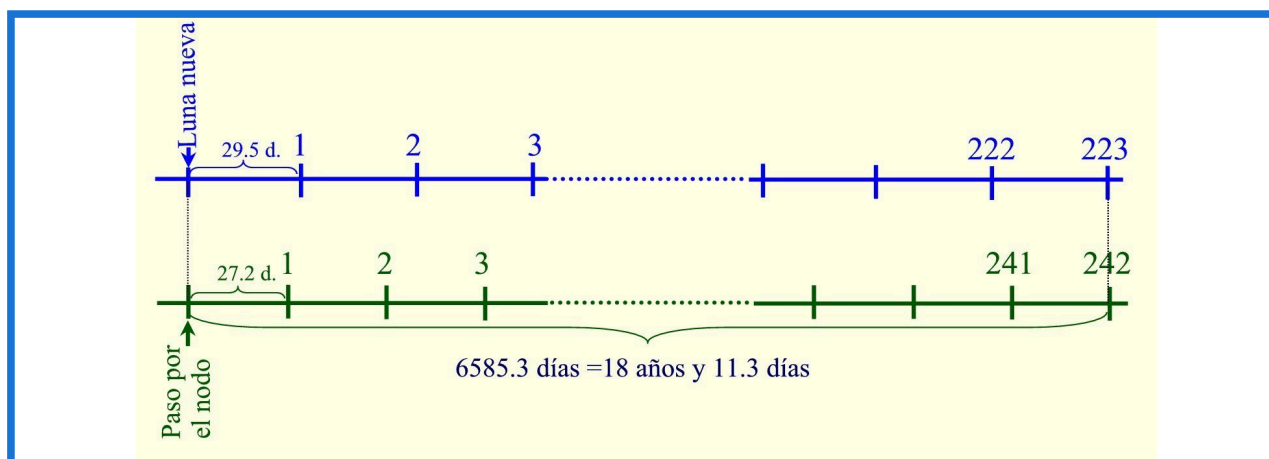


Figura 9: Motivo de los ciclos Saros cuando coinciden nuevamente las condiciones iniciales. Los intervalos de tiempo están redondeados a decimales de día.

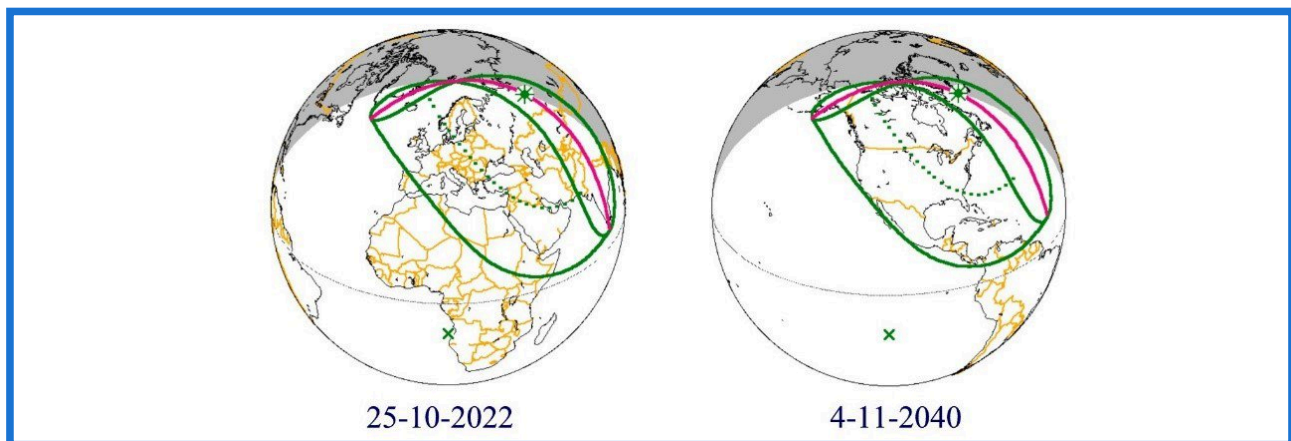


Fig.10

Es decir, que a partir de un eclipse, cuando hayan pasado 6585.32 días la fase lunar será la misma: nueva (habrán pasado exactamente 223 lunaciones) y la Luna volverá a estar casi exactamente en el mismo nodo (habrá vuelto a ese nodo casi exactamente 242 veces), por lo que el eclipse se repetirá. Los 6585.32 días son 18 años y 11.32 días (o 10.32 días, dependiendo de los bisiestos), que como se ha dicho es la duración del ciclo Saros.

El ciclo Saros es válido tanto para los eclipses de Sol como para los de Luna, de manera independiente, y aquí se da un ejemplo de las zonas de visibilidad de dos eclipses de sol parciales de 2022 y 2040.

Como no es un número de días exacto, sino aproximadamente un tercio más de los

18 años y 11 días, aunque el mapa de los lugares en que será visible sea similar, la Tierra habrá girado un poco más de un tercio, y los lugares en que se vea serán diferentes, desplazados aproximadamente una longitud geográfica de 120° hacia el oeste, como puede verse en el gráfico anterior: El de 2022 fue visible en Europa y el de 2040 en América.

Pero cada tres repeticiones (3 periodos saros) se completarán muy aproximadamente los 360° , y por ello cada 54 años y 33 días (ajustando los bisiestos) se repetirá el eclipse aproximadamente en la misma zona: En el siguiente ejemplo en los de 1973 y 2027 (uno de los nuestros) la zona de parcialidad atraviesa la mayor parte de África y Europa (Fig. 11).

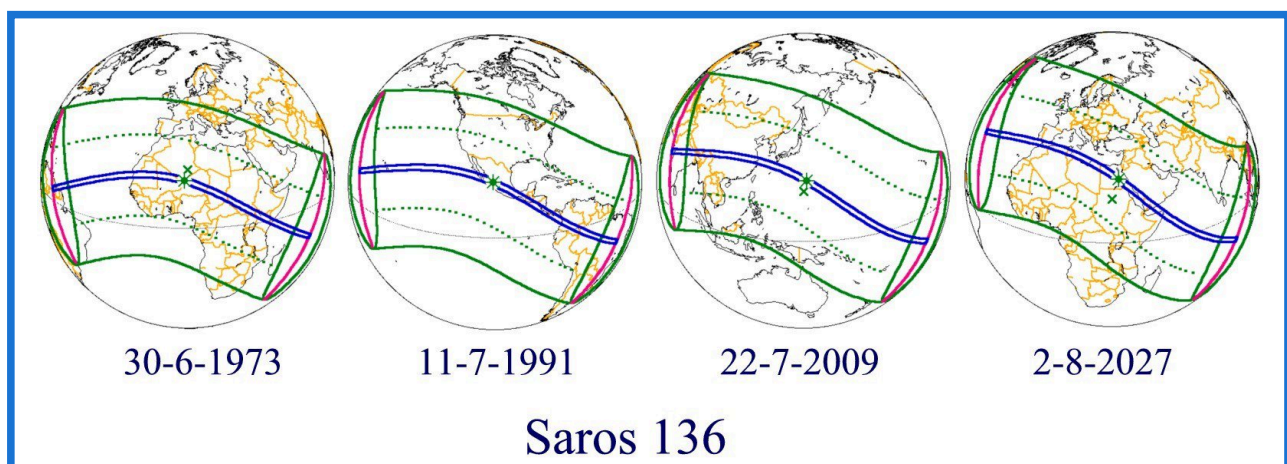


Fig. 11 Cuatro eclipses consecutivos del mismo Saros (136). La línea central azul es la zona desde donde se ve el eclipse total, y la zona delimitada por líneas verdes es donde se ve parcial. Los gráficos, al igual que otros similares, se han tomado de eclipse.gsfc.nasa.gov

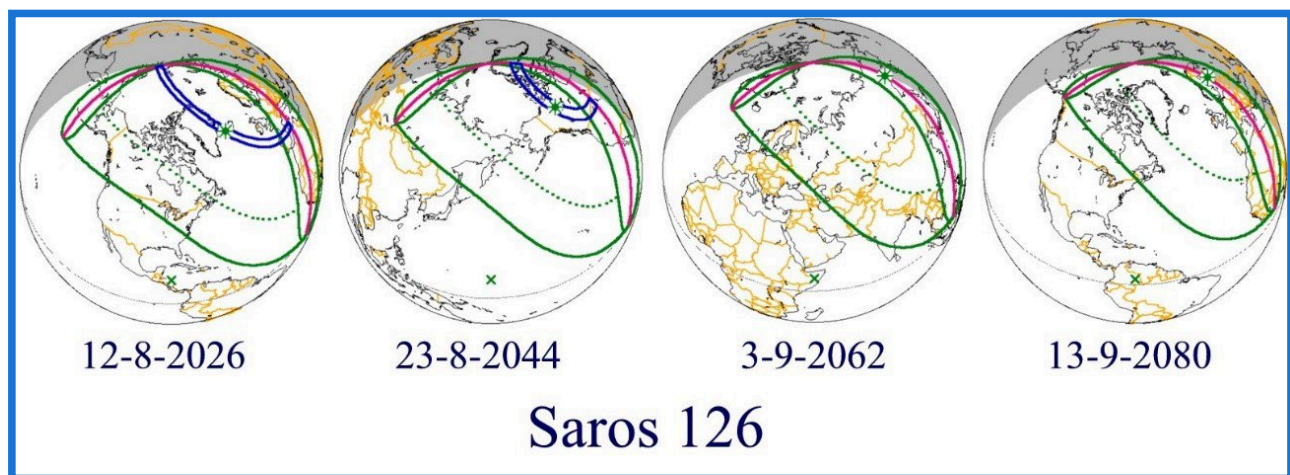


Fig. 12.

Esto podría hacernos pensar que nuestros tres eclipses de estos próximos años deberían haber ocurrido en una zona próxima también 3 ciclos saros antes, en julio de 1972 así como junio y diciembre de 1973, y que además deberán volver a ocurrir en 2080 y 2081 por lo que la situación actual no sería tan excepcional. Sin embargo, no es así porque aún dentro de un mismo Saros la zona de visibilidad va cambiando poco a poco de uno a otro, y en ocasiones de manera clara:

Como se ve en el gráfico anterior, la línea de totalidad de el de 2027 toca el sur de la península mientras que en 1973 solo cruzó África.

En el caso del 2026 el siguiente del ciclo Saros es muy diferente quedándose la zona

de totalidad cerca del círculo polar ártico, e incluso los siguientes solo serán parciales y cercanos al polo norte, incluido el de 2080, que debería ser similar a este de 2026 y, aunque se verá desde parte de la península, es solo parcial. Lo mismo que los siguientes, que se verán sobre todo en zonas cada vez más septentrionales (Fig. 12).

Estos eclipses no son exactamente iguales por los 0.036 días (*) que había de diferencia entre el número exacto de lunas nuevas y pasos por el nodo. Como la fase de Luna nueva tiene que ser exacta para que haya eclipse, la distancia al nodo en el momento del eclipse va cambiando ligeramente y con ella la distancia de la Luna a la eclíptica y el eclipse será visible en una latitud diferente.

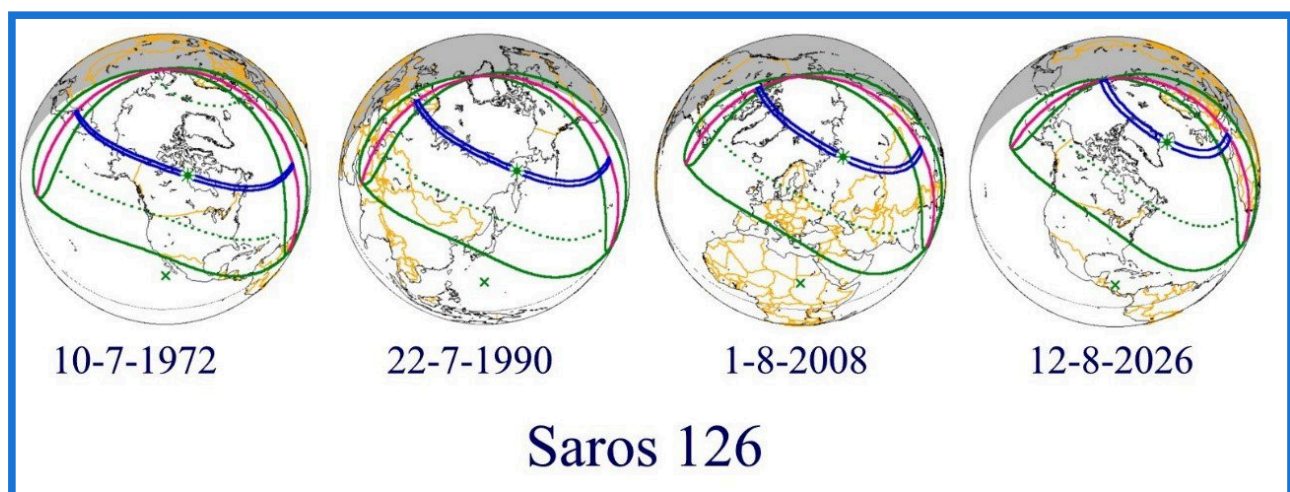


Fig. 13.

Por ello los eclipses de un grupo Saros van cambiando poco a poco. Comienzan por uno de los polos, siguen hacia el ecuador y el último del grupo será en el otro polo. Los centrales, cercanos al ecuador, son más similares entre ellos, pero los extremos cambian más rápidamente, habiendo en cada grupo Saros unos 70 eclipses

Esto se ve también en nuestro eclipse de 2026 mirando hacia atrás. Siendo éste ya uno de los últimos de su grupo SAROS, ha variado mucho de los anteriores, y el de 3 periodos antes (1972) que en principio debería haber

sido similar, tuvo una zona de observación mucho más amplia, acabó en el Atlántico y no fue visible desde aquí.

En estos 4 eclipses del mismo Saros del primero de los nuestros y los anteriores las diferencias son claras (Fig 13).

Hay una razón de que estos eclipses del grupo del 2026 varíen más rápido que los de 2027, y es que el primero es del grupo 126 y el segundo 136, que al ser un número mayor, indica que el grupo Saros es más joven y varían más.

CÓMO MEDIR EL CAMPO MAGNÉTICO DE LA TIERRA CON UNA CUERDA



Anicet Cosialls Manonelles (anicetc@gmail.com)



En este artículo se propone un método sencillo y divertido para medir el valor del campo magnético de la Tierra, basado en una experiencia que presentó el físico y divulgador científico Rafael García Molina en las V Jornadas sobre la enseñanza de la Física y la Química, dentro del taller Experiències de física “a la mida” (Cosmocaixa, Barcelona 09/11/2013). El experimento fue realizado por alumnos de 2º de bachillerato de l’Institut Guindàvols de Lleida durante el curso 2016-2017. El vídeo explicativo ^[1] obtuvo el primer premio en el concurso internacional “XVIII Ciencia en Acción” en la modalidad de cortos científicos.

Introducción

El campo magnético de un cuerpo celeste es una de las propiedades físicas más influyentes en su evolución y habitabilidad. Saber si un planeta o una luna posee un campo magnético activo permite a los científicos deducir información clave sobre

su estructura interna, la dinámica de su núcleo y su capacidad para protegerse de la radiación cósmica y del viento solar.

En la Tierra, el campo magnético actúa como un escudo que desvía las partículas cargadas provenientes del Sol. Esta protección es fundamental para la estabilidad de la atmósfera y, por ende, para la vida tal

como la conocemos. En comparación, Marte, que carece de un campo magnético global significativo, ha perdido gran parte de su atmósfera debido a la erosión causada por el viento solar, lo que limita su potencial habitabilidad.

Estudiar el campo magnético también permite comprender mejor los procesos de geodinamo que ocurren en el interior de los planetas, los cuales están estrechamente relacionados con la presencia de un núcleo metálico en movimiento. Además, el campo magnético puede influir en la orientación de la magnetosfera y en la interacción con lunas y anillos, como ocurre en el caso de Júpiter y Saturno.

Pero, ¿cómo se puede determinar experimentalmente la intensidad del campo magnético?

Actualmente, disponemos de distintos métodos para medirlo: a partir de la desviación de una brújula [1] colocada dentro de una bobina por la que circula corriente eléctrica, o utilizando el sensor magnético de los teléfonos móviles [2].

En este artículo se propone otro método alternativo, sencillo y divertido. Esta propuesta busca no solo fomentar la comprensión de este fenómeno, sino también acercar la experimentación a todos aquellos interesados en la física y la astronomía

Objetivos

- Generar una corriente inducida utilizando la Tierra como imán.
- Estimar el campo magnético terrestre.

El campo magnético de la Tierra

El magnetismo terrestre se puede entender considerando que la Tierra actúa como un gran imán [5]. Los polos magnéticos están invertidos respecto a los geográficos. El polo norte geográfico corresponde al polo

sur magnético, y viceversa. De hecho, el polo sur magnético está desplazado unos 1300 km del polo norte geográfico, lo que representa aproximadamente unos 11° de desviación.

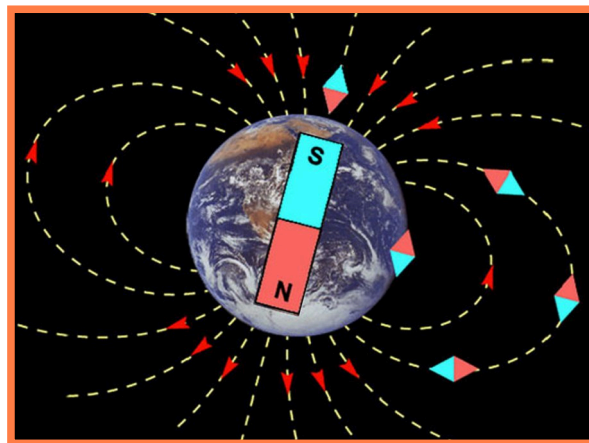


Fig. 1. Esquema simplificado del campo magnético de la Tierra con las líneas de campo y orientación de una brújula (ref. http://www.rrfisica.cat/rrfisica/jj_curto_001/c_magnetic_terra_guia_profe.htm)

Una brújula situada en la superficie terrestre se orienta paralela al campo magnético.

El campo magnético terrestre ($\vec{B}$) es una magnitud vectorial con componentes que dependen del punto de la superficie. Establecemos un sistema de coordenadas XYZ donde el eje X apunta al norte geográfico. La componente horizontal (H) apunta al norte magnético y forma un ángulo de desviación D respecto al norte geográfico (declinación magnética). La inclinación I es el ángulo entre el vector B y el plano horizontal.

Así, en una latitud λ , el campo magnético tendrá una componente horizontal (H) y una vertical (B_z). Las relaciones son (Fig. 2 y 3):

$$\vec{B} = \vec{B}_X + \vec{B}_Y + \vec{B}_Z$$

$$H = \sqrt{B_X^2 + B_Y^2}$$

$$B_z = H \cdot \tan(I)$$

$$B = \sqrt{H^2 + B_z^2}$$

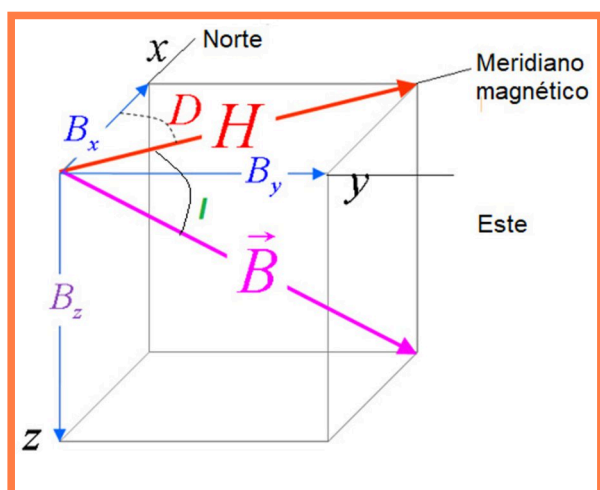


Fig. 2. Componentes del campo magnético en un sistema de referencia de coordenadas cartesianas con los ejes orientados.

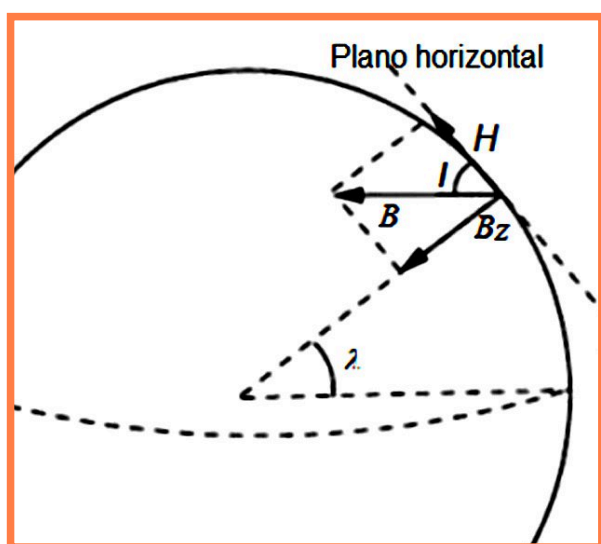


Fig. 3. Componentes horizontal (H) y vertical (Bz) del campo magnético de la Tierra (B) en un punto de latitud λ .

Por lo tanto, en cada punto de la superficie terrestre, el vector campo magnético tiene dos componentes: una horizontal, que apunta hacia el norte magnético, y una vertical, perpendicular a la superficie y que en el ecuador es nula.

Ley de Faraday-Lenz

La fuerza electromotriz inducida (ϵ) en una espira de superficie S que gira con velocidad angular ω , conectada a un voltímetro en presencia de un campo

magnético uniforme B , está dada por la ley de Faraday-Lenz:

$$\epsilon = \frac{-d\Phi}{dt} = \frac{-dBScos\alpha}{dt} = \frac{-dBScos\omega t}{dt} = -BS\omega sin\omega t$$

Suponemos que la velocidad angular se mantiene constante, con lo cual el desplazamiento angular, α , vale

$$\alpha = \omega t$$

La fuerza electromotriz inducida máxima será:

$$\epsilon_0 = BS\omega$$

Y el campo magnético:

$$B = \frac{\epsilon_0}{S\omega}$$

Diseño experimental

Descripción del experimento

Se estima el campo magnético terrestre midiendo la fuerza electromotriz inducida en una espira de gran superficie que gira dentro del campo magnético de la Tierra. Dos estudiantes hacen girar un cable largo (como si fuera una espira) conectado a un voltímetro, en torno a un eje perpendicular al eje magnético de una brújula.

Procedimiento

Dos alumnos, separados 4,0 m en dirección perpendicular al eje magnético de una brújula, sostienen un cable largo (~10 m) conectado a un voltímetro. El cable inicialmente cuelga, formando un arco. Al iniciar el experimento, los alumnos giran el cable como si fuera una cuerda de saltar. Idealizamos el sistema como una semicircunferencia de radio 2,0 m. Se gira a velocidad angular constante ω , y se mide el tiempo de 10 vueltas y se calcula el periodo medio T de una vuelta.

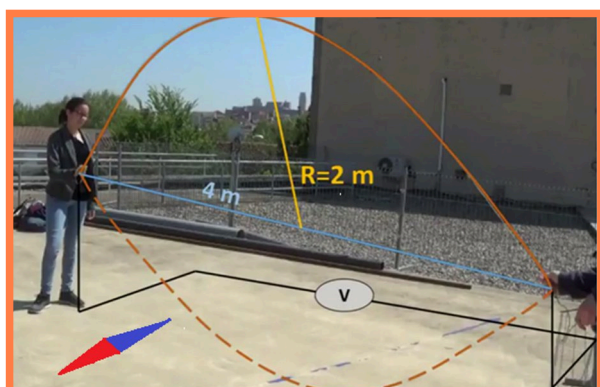


Fig. 6. Cable girando a modo de espira respecto de un eje perpendicular al eje magnético de una brújula y conectado a un voltímetro.

La velocidad angular se determina por la fórmula:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

La fuerza electromotriz varía sinusoidalmente con el tiempo. Otro estudiante observa el voltímetro y anota el valor máximo ϵ_0 .



Fig. 6. Valor de la fuerza electromotriz instantánea registrada por el polímetro al hacer girar la comba.

Material

- Cable de 10 m
- Voltímetro digital (precisión 0,1 mV)
- Cronómetro (precisión 0,01 s)
- Cinta métrica de 5 m

Resultados obtenidos. Análisis y discusión

Se estima la superficie de la espira como la de un semicírculo de radio $R = 2,0$ m:

$$S = \frac{(\pi R^2)}{2}$$

$$S = \frac{\pi R^2}{2} = \frac{\pi 2^2}{2} = 6,28 \text{ m}^2$$

El valor máximo registrado de fuerza electromotriz fue: 2,3 mV.

La velocidad angular media es 20,3 rad/s.

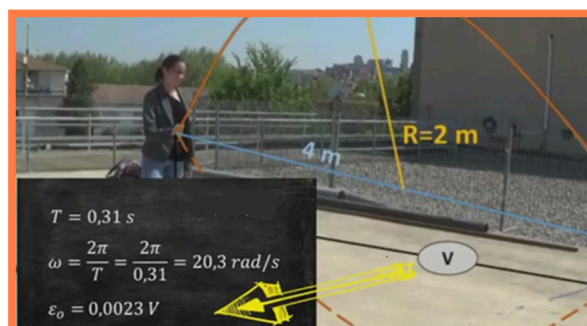


Fig. 7. Valores obtenidos de la fuerza electromotriz máxima (ϵ_0) y de la velocidad angular (ω).

Con esos datos, se calcula el campo magnético:

$$\epsilon = \frac{-d\phi}{dt} = \frac{-d\vec{B}\vec{S}}{dt} = \frac{-d}{dt} B S \cos\alpha = \frac{-d}{dt} B S \cos\omega t = B S \omega \sin\omega t = \epsilon_0$$

$$\phi = \vec{B}\vec{S} = B S \cos\alpha$$

$$\epsilon_0 = B S \omega \quad B = \frac{\epsilon_0}{S \omega} = \frac{0,0023}{6,28 \times 20,3} = 18 \times 10^{-6} \text{ T} = 18 \mu\text{T}$$

Fig. 8. Valor del campo magnético de la Tierra al patio de l' Institut Guindàvols

Dado que la espira gira de modo que su superficie queda expuesta tanto a la componente horizontal (H) como a la vertical (B_z) del campo magnético, el valor obtenido corresponde al campo total.

El valor obtenido para el campo magnético en el patio del Instituto Guindàvols es de $18 \mu\text{T}$.

Este valor es del mismo orden de magnitud que valor oficial según la NOAA ($45 \mu\text{T}$), y podemos decir que cumple nuestras expectativas.

Conclusiones

- Es posible generar corriente inducida usando la Tierra como imán.
- El experimento permite estimar la intensidad del campo magnético de forma sencilla y con materiales accesibles.
- El valor estimado del campo magnético en Lleida fue de $18 \mu\text{T}$.

Referencias

- Yuste, M., & Carreras, C. (1990). Fuerzas entre imanes: un experimento casero para medir el campo magnético terrestre. Revista Española de Física, 4(3), 73–79.

Ramírez, L. (2017). Experimentación con tecnología móvil: el sensor magnético y el campo magnético de la Tierra. <https://experimentaciollire.wordpress.com/2017/03/07/experimentacio-amb-tecnologia-mobil-el-sensor-magnetic-i-el-camp-magnetic-de-la-terra/>

- Beberide D., Gómez A. , Preixens, C. i Cosialls A.(2017). Electromagnetisme HD. <https://www.youtube.com/watch?v=dgdO783-gZE>

- Beberide, D., Gómez, A., Preixens, C., & Cosialls, A. (2017). Ciencia sin límites.: <https://www.youtube.com/watch?v=dgdO783-gZE>

- Estudi d'una tempesta geomagnètica. http://www.rrfisica.cat/rrfisica/jj_curto_001/c_magnetic_terra_guia_profe.htm

- Magnetic fields calculator. <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/#igrfwmm>

ACTIVIDADES SOBRE PLANETAS PARA NIÑOS



Rosa M. Ros y Ricardo Moreno



Como miembros de NASE (Network for Astronomy School Education) de la Unión Astronómica Internacional organizamos cursos de formación de profesorado en 80 países diferentes. Nuestros materiales corresponden sobre todo al nivel de Secundaria, aunque en ocasiones asisten también profesores de primaria y universidad. Hace dos años nos solicitaron lo que fue todo un reto: materiales para niños más pequeños. Así comenzamos a elaborar actividades sencillas que pudieran ser de interés para el profesorado de las primeras etapas educativas.

En este artículo se proponen algunos contenidos relativos a distancias, tamaños y tipos de planetas del sistema Solar, y se analizan algunas características de la superficie y del aspecto del cielo en la Luna, Marte, Venus y la Tierra, siempre con una simplicidad adecuada a las tempranas edades de los alumnos. Es un material que se ha probado en varios Talleres y que se publicará próximamente, junto con otros materiales para esas edades.

Objetivos

Al plantearnos actividades para niños pequeños, no nos bastaban modelos que fueran sólo bonitos trabajos manuales, queríamos modelos que permitan a los alumnos entender y darse cuenta de la realidad: cómo son los tamaños y las distancias

de los planetas, comparar algunas características concretas de esos cuerpos, siempre de forma muy visual, sin complejidades que excedan las capacidades de los alumnos de estas edades. Las explicaciones están previstas para los profesores, que deben adaptarlas a sus alumnos.

Distancias al Sol

Partimos de los datos de las distancias de los planetas al Sol aceptados por la comunidad científica:

Planeta	Distancia al Sol
Mercurio	57 900 000 km
Venus	108 300 000 km
Tierra	149 700 000 km
Marte	228 100 000 km
Cinturón de Asteroides (media)	410 000 000 km
Júpiter	778 700 000 km
Saturno	1 430 100 000 km
Urano	2 876 500 000 km
Neptuno	4 506 600 000 km
Cinturón de Kuiper (media)	5 700 000 000 km

Tabla 1: Distancias de los planetas al Sol

Se puede observar que aproximadamente, la distancia de un planeta al Sol es la mitad de la distancia del siguiente planeta al Sol. Por ejemplo, aproximadamente la distancia de Júpiter al Sol es la mitad de la distancia de Saturno al mismo.

Prepararemos con este principio un sencillo modelo que puede dar una simple idea de las dimensiones del sistema solar de forma muy simple e intuitiva. Usaremos una cartulina DIN A4 o DIN A3 (Fig. 1).

- Anotaremos en el extremo izquierdo una S para denotar el Sol y CK en el extremo de la derecha que significara la distancia

media de los objetos del cinturón de Kuiper (entre ellos se encuentra Plutón y muchos otros).

- Doblaremos la cartulina por la mitad y en ese punto escribiremos una U, para simbolizar a Urano.

- Si doblamos de nuevo por la mitad la cartulina entre U y CK y escribiremos una N para simbolizar Neptuno.

- Al doblar la mitad entre la S del Sol y la U de Urano y en el centro escribiremos una S para Saturno.

- Doblamos de nuevo la cartulina entre el Sol y Saturno y en el centro escribiremos una J que representa a Júpiter.

- Doblando la cartulina entre el Sol y Júpiter en el centro estará la distancia media del Cinturón de Asteroides CA.

- Si doblamos la cartulina entre el Sol y el CA estará Marte que representamos con una M.

- Al doblar la cartulina entre el Sol y Marte, y en el centro estará situado un punto con una V que representa a Venus.

- Además, entre el Sol y Venus disponemos otro punto para Mercurio.

- Finalmente, entre Venus y Marte disponemos un punto en el centro que representará la Tierra.

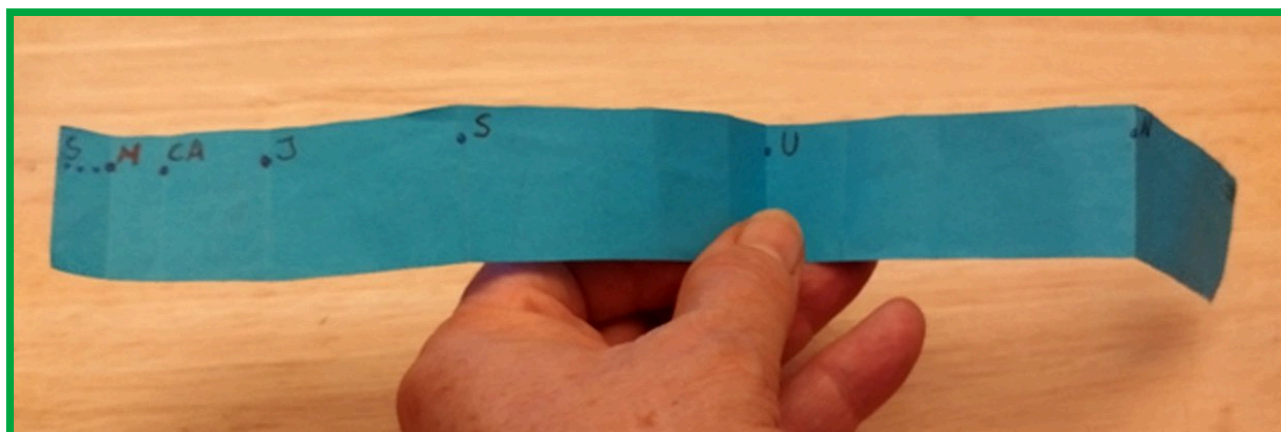


Fig. 1. Modelo con una cartulina.

Planeta	Serie inicial	+4	Distancia Titus-Bode	Distancia real (UA)	Distancia en el modelo de
Mercurio	0	4	0.4	0.38	0.33
Venus	3	7	0.7	0.72	0.65
Tierra	6	10	1.0	1.00	0.98
Marte	12	16	1.6	1.52	1.25
Cinturón	24	28	2.8	2.73	2.50
Júpiter	48	52	5.2	5.20	5
Saturno	96	100	10.0	9.54	10
Urano	192	196	19.6	19.20	20
Neptuno	384	388	38.8	30.06	30
Cinturón de Kuiper	768	772	77.2	38.00	40

Tabla 2: Ley de Titius-Bode comparada con el modelo.

Comparando este modelo con la tabla 1, se puede comprobar que este modelo no es más que una aproximación, pero da una idea intuitiva de las distancias dentro del sistema solar.

Es una forma sencilla de visualizar que los primeros 4 planetas están cerca del Sol y los demás cada vez más y más lejos.

Para fundamentar el modelo expuesto anteriormente, se resume seguidamente la regla de Titius-Bode. Desde hace años, los astrónomos han usado una regla nemotécnica que permite deducir la distancia al Sol de los diferentes planetas del Sistema Solar. El modelo explicado antes consiste en una versión simplificada de dicha regla.

En 1766 Johann D. Titius formula una regla empírica (que no responde a una explicación física clara) con la que se deducían las distancias de los planetas entonces conocidos. En 1772, Johann E. Bode la dio a conocer dentro del mundo científica y se le dio el nombre de ley de Titius-Bode. Esta ley se cumple aproximadamente para los

satélites de Júpiter y de Urano y también para los de Saturno, pero con algunos huecos. En la actualidad se está considerando en el caso de los planetas extrasolares.

En la tabla 2 se expone esta la ley de Titius-Bode que comienza en la primera columna con la serie; 0,3,6,12,24,48,96... en la que se va doblando cada valor. En la segunda columna aparece los mismos números más 4, en la tercera columna, los dividimos todos por 10 y los valores que obtenemos son bastante parecidos a los números de las distancias (en unidades astronómicas UA) que figuran en la cuarta columna. La quinta columna es el modelo simplificado doblando el papel.

Diámetros de los planetas comparados con el diámetro solar

Ahora vamos a partir de los datos reales de los diámetros del Sol y de los planetas, y transformarlas con una escala de 1 cm para cada diez mil km. Así quedaría la Tabla 3:

	Diámetros reales		Diámetros a escala
Sol	1 392 000 km	=>	139.0 cm
Mercurio	4 878 km	=>	0.5 cm
Venus	12 180 km	=>	1.2 cm
Tierra	12 756 km	=>	1.3 cm
Marte	6 760 km	=>	0.7 cm
Júpiter	142 800 km	=>	14.3 cm
Saturno	120 000 km	=>	12.0 cm
Urano	50 000 km	=>	5.0 cm
Neptuno	45 000 km	=>	4.5 cm

Tabla 3: Diámetros de los planetas, reales y a escala.

En un papel grande (o en una tela) de color amarillo, se recorta un círculo de 139 cm, que representa el Sol. Se recortan en cartulina de otro color un círculo de 0,5 cm para representar a Mercurio, otro de 1,2 cm que será Venus, etc. Se pegan todos en el disco del Sol, para darse cuenta de los tamaños (Fig. 2).

Hay que destacar que el efecto conseguido es muy similar al que se puede observar en las fotografías de los tránsitos de Mercurio o de Venus.



Fig. 2. Modelo de diámetros del Sol y de los planetas. Se pueden comparar los tamaños.

Comparación de volúmenes planetarios

El volumen de una esfera es $\frac{4}{3}$ de pi por el radio al cubo, por lo tanto, si el radio de un planeta es el doble que otro, su volumen no es el doble, es mucho mayor. A modo de ejemplo procedemos a comparar la Tierra y Júpiter. El radio de Júpiter es 11 veces mayor que el de la Tierra, y en consecuencia el volumen de Júpiter es más de 1300 veces mayor ($11 \times 11 \times 11 = 1331$). Para visualizar esta proporción usamos un kilo de garbanzos.

Aproximadamente un garbanzo mide 1cm de diámetro. Tomamos una bolsa de plástico suficientemente grande y la llenamos con 1331 garbanzos. Para contarlos usaremos una “medida o vasito” que nos permita contar los garbanzos de forma rápida. Por ejemplo, si caben 100 garbanzos en el “vasito” pondremos 13 vasitos en la bolsa y después añadiremos 31 garbanzos más.

Cerramos la bolsa en forma esférica con la ayuda de cinta adhesiva transparente según la foto Fig. 3) y compararemos esta bolsa con un único garbanzo simulando la comparación entre Júpiter y la Tierra. Es una forma sencilla de visualizar las diferencias de volúmenes, que es mucho más complejo de percibir que comparar simplemente los diámetros.



Fig. 3: La bolsa con los 1331 garbanzos comparándola con un solo garbanzo.

Los garbanzos no son esferas y por lo tanto no miden exactamente 1cm de diámetro por lo que el modelo es aproximado, así la esfera de Júpiter no tiene de diámetros exactamente 11cm, pero es de ese orden de magnitud.

Planetas terrestres y gaseosos

La densidad de los planetas (Tabla 4) nos dice si son rocosos o gaseosos. Las densidades altas (el agua es 1 gr/cm³) indican planetas rocosos, como la Tierra, y densidades pequeñas indican que son gaseosos. Se ve que hay dos tipos de planetas:

	Densidad	Diámetro
Mercurio	5.41 g/cm ³	4 878 km
Venus	5.25 g/cm ³	12 180 km
Tierra	5.52 g/cm ³	12 756 km
Marte	3.90 g/cm ³	6 760 km
Júpiter	1.33 g/cm ³	142 800 km
Saturno	0.71 g/cm ³	120 000 km
Urano	1.30 g/cm ³	50 000 km
Neptuno	1.70 g/cm ³	45 000 km

Tabla 4: Densidades y diámetros de los planetas.

- Los llamados planetas terrestres son los 4 más cercanos al Sol: Mercurio, Venus, la Tierra y Marte, son rocosos y pequeños y con pocos satélites (0, 0, 1 y 2 respectivamente).

- Los llamados planetas gaseosos son los más alejados del Sol: Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Son más grandes, gaseosos, con muchos satélites y con anillos de hielo y polvo.

Un modelo de la Tierra puede ser una canica grande, de 2,6 cm de diámetro. Es sólida, y el tamaño estará proporcionado al modelo siguiente (Fig. 4a y 4b).



Fig. 4a: La Tierra. Fig. 4b: Modelo con una canica de planeta rocoso como la Tierra.

Podemos fabricar un modelo Júpiter haciendo una pelota con papel burbuja, del que se usa para envolver los paquetes frágiles, y envolviéndola con film transparente. Debería quedar de 28,5 cm de diámetro (Fig. 5a y 5b).



Fig. 5a: Júpiter. 5b: Modelo con papel burbuja de planeta gaseoso como Júpiter

Anillos planetarios

Saturno es conocido por su famoso sistema de anillos que se pueden observar desde la Tierra. Todos los planetas gaseosos tienen anillos, pero los anillos de Júpiter, Urano y Neptuno son mucho más pequeños y menos espectaculares y por lo tanto mucho más difíciles de observar. Los anillos giran en el plano ecuatorial de los planetas y están formados por polvo, rocas y hielo.

Los anillos de Saturno son muy brillantes, su borde interior dista 74 000 km desde el centro de Saturno y el exterior 140 000 km, lo que es un tamaño considerable si tenemos

en cuenta que el radio de este planeta es de 58 000 km.

Usaremos un DVD o un CD junto con una bola de porexpan para simular Saturno y su sistema de anillos. Cortaremos la bola por la mitad y pegaremos las dos partes a lado y lado del CD o del DVD.

Para que el modelo sea a escala, considerando que el diámetro de un CD o DVD es de 12 cm deberemos usar una bola de porexpan de algo menos de 5 cm de diámetro.

Si sujetamos el modelo con dos dedos por los polos, variando la posición del modelo se puede observar el anillo más o menos inclinado (figuras 6a, 6b y 6c). Las posiciones serán similares a lo que observó Galileo Galilei en el 1610 con su pequeño telescopio (figura 7).

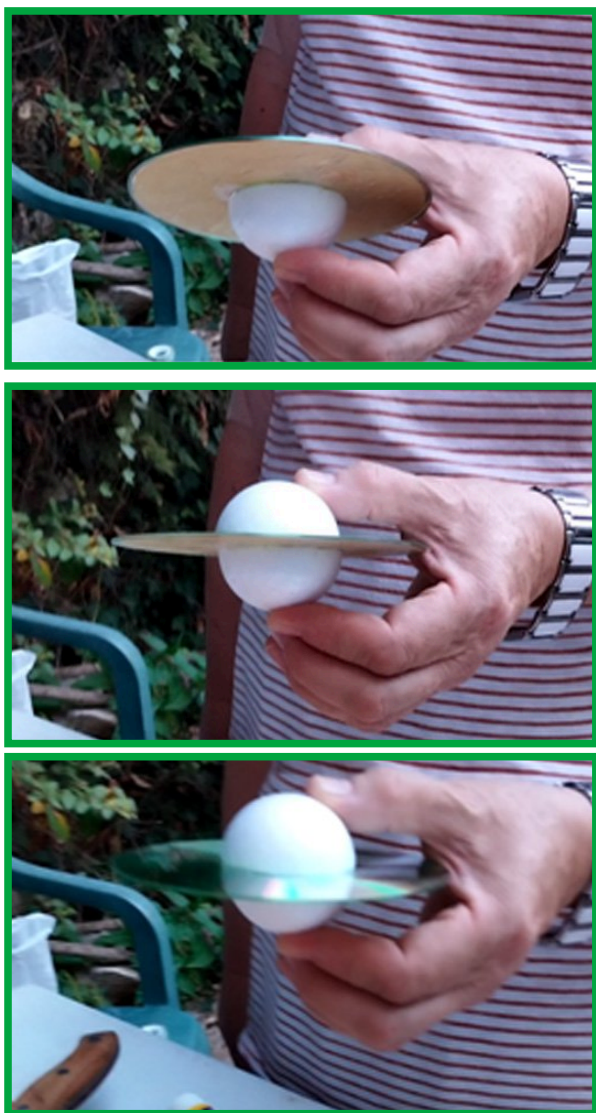


Fig. 6a, 6b, 6c: Saturno desde 3 diferentes puntos de vista.

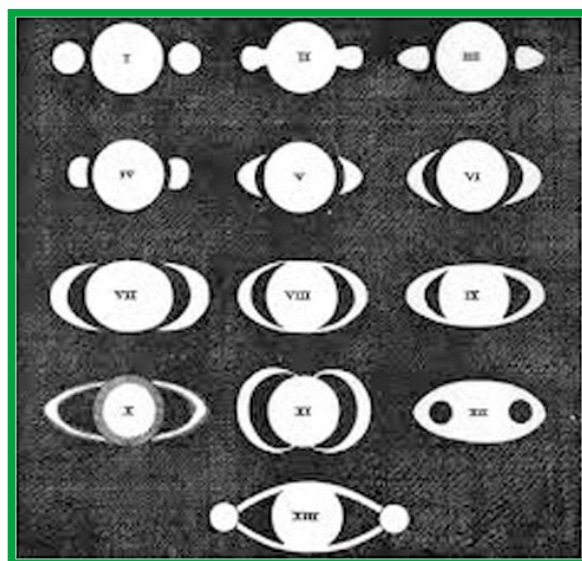


Fig. 7: Dibujos de Saturno realizado por Galileo Galilei.

Dioramas planetarios

Para ver el aspecto que tienen los planetas y las lunas, podemos hacer unos dioramas en una caja de cartón, que tengan el aspecto de cómo serían (Fig. 10). Simularemos la superficie, con su textura y color, con cráteres o no, pintaremos el cielo del color correspondiente, etc. (Fig. 8).

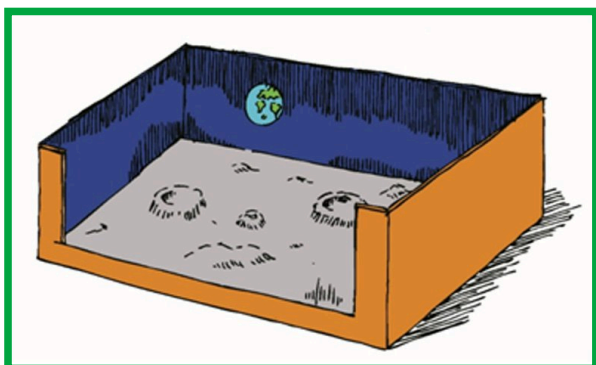


Fig. 8. Diorama en una caja de cartón. Simulamos la superficie y pintamos el cielo de color.

Sin duda se pueden generar dioramas para todos los planetas, pero algunos de ellos serían bastante similares. Presentamos seguidamente, a modo de ejemplo, los dioramas de la Tierra, la Luna y Marte. Esta elección de la Tierra es evidente, y la elección de los otros dos es debida a que son los cuerpos celestes que mejor conocemos por haber sido los más explorados hasta ahora. La Luna ha sido visitada por diversas expediciones y Marte está siendo foco de muchas misiones para preparar el futuro proyecto de situar un hombre en Marte.

No es fácil explicar a niños pequeños por qué el cielo se ve azul en la Tierra. La razón científica tiene que ver con que la luz blanca del Sol está compuesta de fotones de todos los colores, y los fotones azules son dispersados por las moléculas de oxígeno y nitrógeno del aire, cambiando de dirección muchas veces hasta que llegan al suelo. Por eso nos llegan fotones azules desde todas las direcciones.

En Marte, en el suelo abunda el óxido de hierro, lo que le da el color rojizo característico. Además, el viento levanta finas partículas que quedan en suspensión en la atmósfera, y hacen que allí el cielo se vea rosado.

A los niños se les puede explicar el color del cielo diciendo que la luz del Sol es de colorines. En la atmósfera de la Tierra, por su composición, han "ganado" los azules y el

cielo se ve azul. En la atmósfera de Marte "ganaron" los rosados, y el cielo se ve de color rosa-anaranjado. En la Luna no hay atmósfera y el cielo se ve negro.

En el diorama de Marte pondremos el suelo rojizo y el cielo rosa-anaranjado. Se puede poner un "rover" cuyo diseño no necesita ser aerodinámico porque la atmósfera es muy ligera (Fig. 9a y 9b).



Fig. 9a: La superficie de Marte es rojiza y el cielo rosado.



Fig. 9b: Diorama de Marte, imitado el suelo y el cielo, y con un "rover".

La superficie de la Luna podemos simularla con ceniza o con mezcla de harina y cacao. Debe haber cráteres. Como no hay atmósfera, hay que pintar el cielo negro y quizás, poner un astronauta que debe llevar escafandra porque no hay aire para respirar (Fig. 10a y 10b).

En el diorama de la Tierra, la superficie suele tener vegetación, se puede poner algún animalito, ya que es el planeta de la vida, e incluso un coche, en el que la forma aerodinámica sí es importante. El cielo será azul, por la atmósfera (Fig. 11a y 11b)



Fig. 10a: La superficie de la Luna es gris y tiene cráteres. El cielo es negro.



Fig. 10b: Diorama de la Luna, con un astronauta con escafandra, ya que no hay atmósfera.



Fig. 11a: La superficie de la Tierra suele ser verde y el cielo azul. También tiene árboles y animales.



Fig. 11b: Diorama de la Tierra, con la superficie verde, el cielo azul, algún animal y un coche aerodinámico.

Otro planeta que está bastante explorado es Venus pero se ha optado por no realizar un diorama de él porque la principal característica de Venus es su densa atmósfera lo que es realmente complejo mostrar en un diorama.

Olores en algunos planetas

Para abordar el tema de olores en algunos los mundos del Sistema Solar, debemos empezar por entender como percibimos los olores en la Tierra. Aquí la atmosfera difunde moléculas que son las responsables de los olores. Sin embargo, esas sustancias no serían nada sin la mucosidad en la nariz, es allí donde se diluyen para ser percibidas por los sensores especializados. Este sentido, por ejemplo, nos protege de comer cosas en mal estado, nos advierte de peligros (por ejemplo, una fuga de gas) y cuando estamos resfriados y ya no podemos percibir con certeza los diferentes olores, estamos de mal humor.

Es interesante saber qué este sentido ‘crea memoria’: cuando olemos un aroma o perfume que conocemos, generalmente nos remontamos a algún momento de nuestra vida que puede ser placentero (por ejemplo el “olor a mamá”, o a la visita a un jardín repleto de flores, o árboles que nos recuerdan a alguna visita en especial); también recordamos los olores desagradables y por eso podemos unir lo que percibimos con el olfato, con algo en especial como comida, ambientes, lugares y de allí, eventos o situaciones felices o tristes de la vida.

Para percibir los olores necesitamos que las sustancias volátiles se propaguen, y la experiencia que podemos tener, solo proviene de las condiciones en nuestro planeta, con la atmósfera como medio de propagación.

Es interesante pensar qué puede suceder en otros mundos, algunos de los cuales ya

han sido visitados por seres humanos, como es el caso de la Luna, y cómo serían los olores en cuerpos a los cuales aún no ha llegado ningún ser humano, pero si naves robóticas, como en Marte y Venus.

TIERRA

En la Tierra, podemos invitar a cada participante a reconocer algunos olores de nuestro planeta como por ejemplo tierra húmeda, hierba recién cortada el perfume de una fruta o una flor. En ambos casos es fácil reproducirlos. Basta tomar un montón de tierra y mojarla, tomar algunas hierbas y romperlas en nuestras manos, oler el perfume de una mandarina cuando la pelamos u oler la fragancia de una rosa.



Fig. 12a: Una rosa (Crédito: Wikipedia),



Fig. 12b: Una mandarina (Crédito: Wikipedia).

También podemos pedirles que recuerden el olor de mar o de un bosque de pinos o de su propia orina.

En cualquier caso, recomendamos adaptar los ejemplos anteriores a las peculiaridades y características de cada país. Por ejemplo, se puede sustituir la rosa por una flor aromática fácil de encontrar, o la mandarina por cualquier fruta usual, también sencilla de conseguir en ese lugar, y que sea muy olorosa.

LUNA

En la Luna sin atmósfera no se puede oler nada. Sin embargo, los astronautas que caminaron por la Luna regresaron al módulo con pequeñas cantidades de polvo lunar en sus trajes, y la mayoría de ellos coinciden en afirmar que, dentro de la nave, el olor recordaba a una mezcla entre cenizas y “pólvora quemada”, como “cenizas de chimenea” (Fig. 13a). El olor a cenizas se logra simplemente colectando cenizas de una hoguera o fogata (Fig. 13b), o quemando unos papeles. También podemos utilizar “bengalas” o “estrellitas” usadas normalmente en fiestas populares o para cumpleaños, cuyo olor inconfundible a pólvora es fácilmente identificable (Fig. 13c).

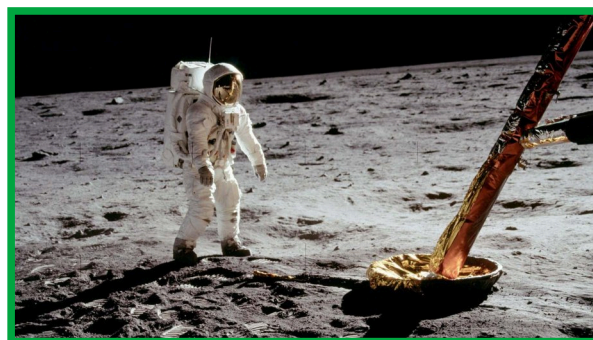


Fig. 13a: Los astronautas comentan que, al volver dentro de la nave, sus trajes tenían un olor que recordaba a la pólvora quemada, y a cenizas de chimenea (Crédito: NASA).



Fig. 13b: Cenizas de una hoguera o una fogata, Fig. 13c: Bengalas de cumpleaños.

Aunque de Venus y Marte no tenemos experiencias de astronautas, se han enviado diversas misiones y se conoce la composición de sus superficies y atmósferas, y por tanto se puede disponer en el laboratorio de esas moléculas y es sencillo suponer los olores allí.

VENUS

La atmosfera de Venus es muy densa, compuesta principalmente por CO_2 (que es inodoro). Sabemos que allí se producen lluvias ácidas. El primer aterrizaje con éxito de una nave en la superficie de otro planeta y la primera sonda en transmitir datos de la superficie de otro planeta fue concretado el 17 de agosto de 1970; se trató de una nave, una pequeña cápsula, solo un poco más grande que un balón de fútbol.



Fig. 14a: Primeras imágenes en color de la superficie de Venus tomadas en 1982 por Venera 13 (Crédito: Academia de Ciencias de Rusia).



Fig. 14b: Bombas fétidas o bombitas de mal olor.

Esta nave llamada Venera 7, (Venera significa “Venus” en ruso), de la confederación soviética, sobrevivió durante 23 minutos antes de sucumbir al calor (alrededor de 400°C , debido al efecto invernadero extremo producido por el CO_2) y a la presión de Venus (¡~90 veces mayor que la presión de la atmósfera terrestre!)

Venus no es un lugar paradisiaco, pues además de las condiciones de temperatura y presión mencionadas, tienen lugar lluvias de ácido sulfúrico y se forman ríos y lagos de este ácido. El ácido sulfúrico puro es inodoro, pero en la superficie de Venus se dan lugar diversos compuestos de azufre, algunos de los cuales huelen a huevos podridos.

Para simular el olor en Venus, podemos usar una “bomba de olor” de las que se usan para fiestas y trucos de magia (Fig. 14b), así conseguimos el olor parecido al de los huevos podridos para identificar un posible olor en Venus, si pudiéramos respirar su atmósfera.

MARTE

Los “rovers” que están circulando sobre Marte han revelado que la atmósfera marciana es rica en CO_2 (96%), que no aporta ningún aroma al ambiente, pero como además en la composición del suelo hay hierro, magnesio, azufre y ácidos, puede presentar un cierto olor ferroso debido a los abundantes óxidos de hierro en el polvo (Fig. 15a). Es un olor a desierto (olor a tierra árida) con matices de óxidos de hierro.

Para simular el olor en Marte, sugerimos usar tierra árida y muy seca mezclada con una colección de clavos o tornillos oxidados que simularán el olor del polvo formado por de óxidos de hierro que dan el típico color rojizo a la superficie marciana (Fig. 15b).

Antes de terminar este tema es interesante mencionar la apreciación de muchos astronautas que han estado en la estación espacial Mir respecto de los olores en el espacio.



Fig. 15a: Selfie del rover perseverance buscando rocas marcianas en la misión de 2020. (Crédito: NASA) Por la composición del suelo, en Marte debe haber un cierto olor a “huevos podridos”, o a óxido de hierro.



Fig. 15b: Clavos de hierro oxidados.

Sharman, la primera astronauta británica en la Mir, explica que hay muy poco olor porque en micro gravedad el aire caliente no asciende, y así “el olor de la comida caliente” no se desprende del plato. Pero había un olor muy característico en la estación espacial que muchos astronautas han reportado después de una caminata espacial “un olor a soldaduras, a metal en el aire, a cableado eléctrico quemado”. La causa de este olor es un misterio, pero se percibe.

Según Sharman: la atmósfera justo en tono a la estación espacial es prácticamente el vacío, pero hay alguna atmósfera residual

de oxígeno atómico. Algunos de estos átomos individuales de oxígeno se puede adherir al traje o a las herramientas de un astronauta. Al ingresar en la estación espacial estos átomos individuales de oxígeno se combinan con el O_2 de la cabina produciendo ozono (O_3) y por tanto se percibe el olor de ese ozono. Es el mismo olor que se puede notar después de una tormenta, es ese el olor metálico de la electricidad estática.

Bibliografía

- J. A. Belmonte, F. Berthomieu, A. Costa, H. Deeg, S. Deustua, J. Fierro, B. García, M.K.Hemenway, R. Moreno, J.M. Pasachoff, J. Percy, R.M. Ros, M. Stavinschi, 18 pasos hacia el Universo, Rosa M. Ros, Beatriz García, Ricardo Moreno (en prensa).

- J. L. Gutiérrez, R.M. Ros, Vecinos Cósmicos, UNawe, Barcelona, 2015

- R. Moreno, Experimentos para todas las edades, Ed. Rialp 4ª ed Madrid, 2017

- R. Moreno; A. Moreno. Taller de Astronomía. Ed. Akal. Madrid, 1996

- “El misterioso (y pestilente) olor de la Luna (según los astronautas que la pisaron)”. Lucía Blasco, BBC News Mundo (consultado el 2 de marzo de 2025). <https://www.bbc.com/mundo/noticias-48883049>

- NASE Videos

<https://www.naseprogram.org/videos/>

https://youtu.be/_3TX9yieZQ?feature=shared

<https://youtu.be/JxTFiqRzup0?feature=shared>

<https://youtu.be/ijYVPWdZ2Rg?feature=shared>

CRÓNICA DE LA OBSERVACIÓN ApEA 23-25-MAYO DE 2025



Azahara Rojas



Después de 23 años de trayectoria astronómica, de lucha por sus instalaciones y de defensa y disfrute de sus cielos, Borobia, ha crecido y ha llegado un poco más lejos, al conseguir la certificación de municipio Starlight y de Reserva Starlight de la provincia soriana al completo. Pero sobre todo, ha conseguido el Plan de Sostenibilidad Turística en Destino (PSTD) “Borobia, Cielo y Naturaleza”, cuya financiación viene de los fondos europeos Next Generation. Borobia es el municipio más pequeño de España en conseguir un PSTD a nivel individual, donde el eje principal es el astroturismo, gracias a lo cual podrá contar con un planetario anexo a su observatorio.





El apoyo tan necesario a este proyecto y la visita a la construcción de su nuevo edificio es lo que empujó a ApEA a decidir llevar a cabo sus jornadas de observación del 23 al 25 de mayo de 2025 en este entorno.

Como lo primero es lo primero, el comienzo de este fantástico fin de semana tuvo lugar el viernes 23 con una exquisita cena en el propio pueblo de Borobia, donde al finalizar Teo Gómez nos obsequió sus cerámicas de motivos astronómicos.

Ya preparados, nos dirigimos a las instalaciones para realizar la primera observación nocturna desde el telescopio “El Coyote”. No faltó el invitado de honor, el cierzo, ese viento del norte que nos deja a todos congelados incluso en pleno verano, lo que hizo que la observación no se alargara mucho y así tuvimos la oportunidad de recuperar fuerzas para el largo día del sábado que nos esperaba.





El sábado 24 comenzamos pronto, para conocer el pueblo de Borobia y su entorno. Empezamos por la mina Gandalia y su ermita, en las afueras del pueblo, donde disfrutamos del paisaje. Alberto Jiménez nos hizo de guía y nos introdujo en la historia de esta zona, nos explicó

diversos hechos ocurridos allí, como la explotación de la antigua mina de hierro desde época celtibérica, y que hoy se ha convertido en un lago y una zona de recreo para disfrute de las personas del pueblo y de los turistas.

La ermita, del siglo XVIII fue construida en ese paraje, según la tradición popular, por un salto que dio la Virgen hasta allí, en un entorno rodeado de árboles y





naturaleza. Dentro de la ermita destaca la talla románica de la Virgen de los Santos y la cúpula rococó.

Después nos introdujimos en el pueblo para recorrer sus calles y descubrir, entre otras cosas, la plaza del pueblo, su Ayuntamiento, un antiguo reloj solar, y la iglesia de Nuestra Señora la Mayor, del siglo XVI, de estilo gótico tardío. Allí nos explicaron el Retablo mayor, el Relicario, así como los retablos de la Virgen del Rosario y de San Sebastián también de estilo románico. También vimos el mausoleo llamado de los Mariscales de Castilla, que pertenece a la familia Luna y Arellano, y que se halla junto al altar mayor, de estilo plateresco.

La visita terminó en dos grupos, que luego se intercambiaron. Uno fue al antiguo castillo de Borobia, donde se encuentra situado el observatorio astronómico que recibe su nombre. Allí pudimos ver sus paredes llenas de historia que se están descubriendo en las excavaciones de los últimos años. Es una de las fortalezas más importantes de la frontera construida en los siglos IX-X, en la que nació el conquistador Tristán de Luna y Arellano, hijo del segundo mariscal de Castilla, que fue el primer gobernador de Florida, encargó la primera misa católica en los actuales EEUU, y construyó el primer asentamiento europeo en dicho país. Además, el castillo cuenta con





elementos de arqueoastronomía que nos permiten engrandecer las actividades astronómicas: orientación hacia la estrella polar, espirales, cruz de santa Catalina...

Mientras tanto, el segundo grupo disfrutaba de una observación solar desde la cúpula, tanto en luz visible como en H-alpha, en la recorrieron el Sol en todo su esplendor en un día con un tiempo más agradable que la noche anterior.

Una vez terminadas las visitas por los dos grupos, fuimos a reponer fuerzas al Hostal Doña Juana, que nos deleitó con un menú de productos típicos como torreznos, carrilleras o bacalao. En la sobremesa no faltaron chistes y algunos de los famosos experimentos de Anicet Cosials, que terminaron con la pérdida de algunos elementos de la vajilla del restaurante.

Reservamos la tarde del sábado para visitar el cercano pueblo de Ágreda: la villa de las tres culturas. De la mano de una buena guía de la oficina de turismo, recorrimos sus calles llenas de



historia, y descubrimos los arcos que dan paso a los diferentes barrios (cristiano, judío y árabe), la plaza mayor, las murallas, el torreón, el Palacio de los Castejón y sus jardines y el Museo de Sor María de Jesús.



Ya de vuelta, en Borobia, el Ayuntamiento nos obsequió con una cena de picoteo, y nos prepararnos para una nueva noche de observación. Cada uno sacó su telescopio, y Juan Carlos Rodríguez y Teo, con sus mimados telescopios, nos regalan imágenes preciosas de nebulosas, galaxias y cúmulos estelares. Vino muy bien la tradicional quemada de Chema Lamas, que a pesar de resistirse el encendido, esta vez fue más fácil que otros años. Disfrutamos de los cielos oscuros, que José Manuel midió con su fotómetro, a través de “El Coyote”. Un pequeño grupo apuró las horas para disfrutar más tiempo, cuando el resto se retiró a descansar. Esa noche, el tiempo nos permitió recrearnos en el cielo.

No podíamos acabar este fin de semana sin hacer una visita a Reznos para recorrer su “Ruta del Tiempo”, una paseo que cuenta con diferentes relojes solares de distintos tipos y con diseños muy originales. Andrés Gil, que manifestó su agradecimiento por las referencias usadas a partir de los materiales de ApEA, nos guió a través de la ruta, que pasa por las cuevas rupestres en “La Peñalara”. Andrés nos contó cómo nació ese proyecto, la campaña de crowdfunding que se realizó, las dificultades de fabricación de cada reloj y varias anécdotas alrededor de esa ambiciosa y original idea.





De camino al último restaurante, antes de la despedida, hicimos una parada en las cascadas de Bijuesca, un rincón con encanto que merece la pena visitar.

Y llegó el momento de despedirnos. ¡Qué rápido pasa el tiempo cuando se está tan a gusto! Con mucha melancolía, pero llenos de recuerdos, acabamos ese fin de semana que desde Borobia agradecemos de corazón, encantados de enseñar una zona tan desconocida y compartir tanto el entorno que nos rodea, como nuestros increíbles cielos. Esperamos recibir una nueva visita de miembros de la familia ApEA cuando cada uno lo desee.



ApEA, la Asociación para la Enseñanza de la Astronomía, nació en 1995 para acoger a todas las personas que se dedican a la enseñanza de la Astronomía en centros educativos, planetarios, museos de la ciencia, agrupaciones de aficionados y clubes de estudiantes.

ApEA engloba a todos los interesados en la enseñanza de todos los niveles educativos reglados -desde la enseñanza primaria hasta la universitaria- así como los no reglados.

También organiza reuniones de formación para sus socios y publica materiales de interés didáctico, como la presente revista.

Más información en www.apea.es

