

revista **NaDiR**

Nº 55 VI - 2023

**ASTEROIDES
COORBITALES
TERRESTRES**

**BUSCANDO
MICROMETEORITOS**

**MIRANDO A LOS
MICROMETEORITOS
MÁS DE CERCA**

**OBSERVACIÓN
ASTRONÓMICA
ApEA 2023 EN
CIUDAD RODRIGO**



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



**ASOCIACIÓN
PARA LA ENSEÑANZA
DE LA ASTRONOMÍA**

www.apea.es

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

Secretario:

Fernando Sánchez Gil

Tesorero:

Xavier Benlliure i Perales

Vocal de Publicaciones:

Ricardo Moreno Luquero

Vocal página web:

Eva Dominique Ibarra

Vocal FAE:

Ángel Gómez Roldán

Vocales de Encuentros:

Antonio González Hernández

Fernando Ordóñez Monteagudo

Vocales:

Sensi Pastor Rodríguez

Joaquín Álvaro Contreras

Edición de la revista Nadir:

Ricardo Moreno Luquero

rmluquero@gmail.com

Comité de Redacción:

Joaquín Álvaro Contreras

Sebastián Cardenete García

Eduardo Zabala

Depósito Legal: Z-2513-98

ISSN: 1575-7528

Junio 2023

Foto de portada: Socios de ApEA bajo el Sol de Ciudad Rodrigo. ©Mario López.

SUMARIO

ACTIVIDADES

ASTEROIDES COORBITALES TERRESTRES

Esteban Esteban Peñalba

3

ACTIVIDADES

BUSCANDO MICROMETEORITOS

Rosa M. Ros et al.

12

ACTIVIDADES

MIRANDO A LOS MICROMETEORITOS MÁS DE CERCA

Ricardo Moreno Luquero

17

ApEA

OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA 2023 EN CIUDAD RODRIGO

Agustín Laviña

21

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.

ASTEROIDES COORBITALES TERRESTRES

Esteban Esteban Peñalba



Se trata de una familia de asteroides de pequeño tamaño, de los que no se suele hablar en clase, pero cuyas órbitas, movimientos y sus interacciones con la Tierra son tan sorprendentes que les da un atractivo de cara a motivar al alumnado y ayudarle a entender algunas consecuencias de la atracción gravitatoria, lo que justificaría su inclusión en el aula y también la simulación de sus movimientos en el patio.

En 1986 se descubrió el primero de estos asteroides: el 3753 Cruithne; cada vez se van encontrando más y ya pasan de la treintena aunque cada uno con una mecánica propia. En esencia son asteroides que tienen una órbita similar a la de la Tierra sobre todo en

cuanto a la longitud de su eje mayor, y por tanto a su periodo que será aproximadamente de un año, aunque la excentricidad y la posición de los nodos, o puntos de corte con el plano de la eclíptica, puede ser muy variable.

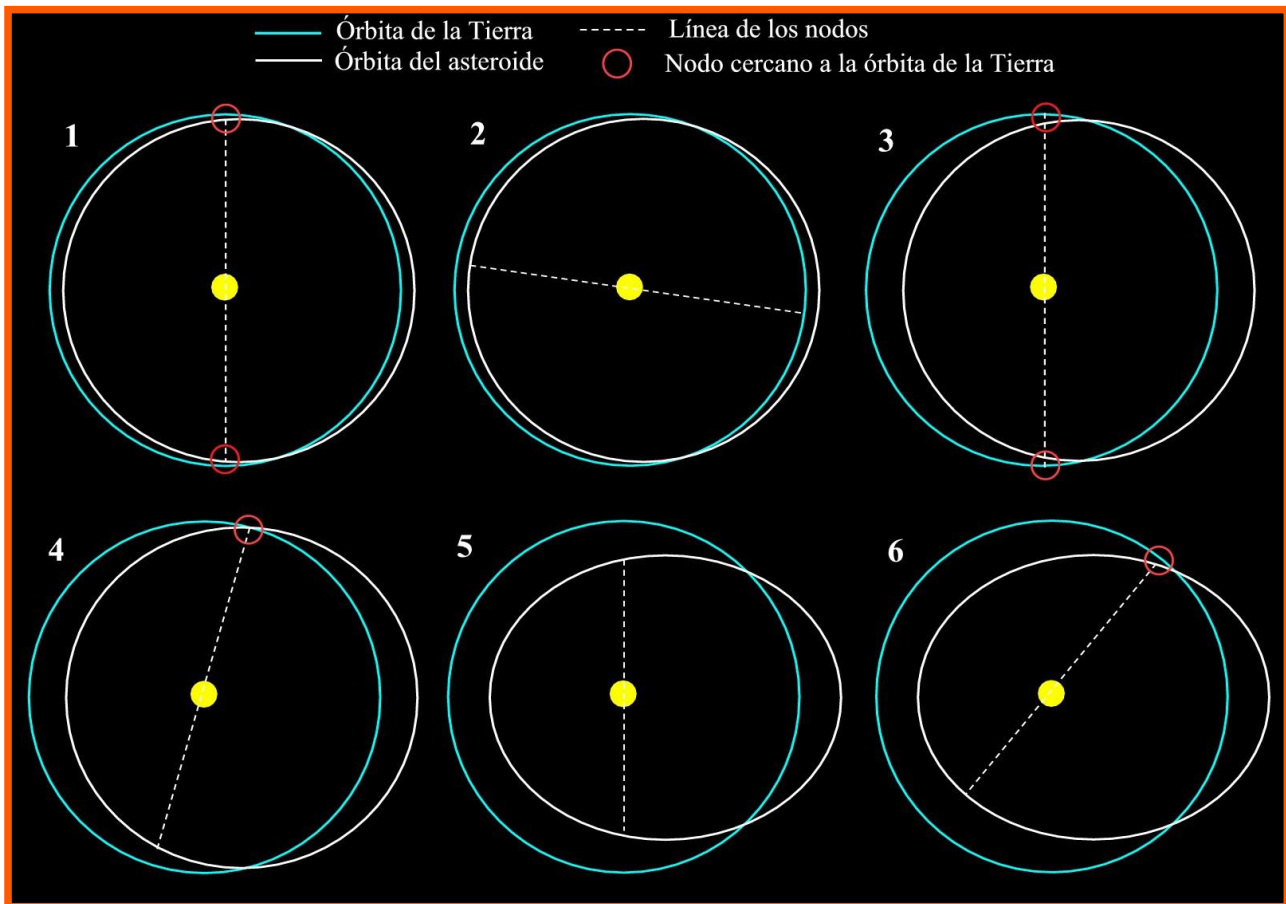


Fig. 1: Órbita de la Tierra junto a las de diferentes posibles asteroides coorbitales.

Muchos de ellos circulan en su órbita sin ninguna interferencia con la Tierra, ya que sus nodos están en puntos alejados de la órbita terrestre, como los ejemplos 2 o 5 de la figura 1. Pero hay otros que de vez en cuando se acercan a nuestro planeta que interacciona gravitatoriamente con ellos, en principio sin riesgo de impacto, siendo especialmente interesantes los que siguen una órbita relativa de herradura, y los denominados cuasisatélites.

Asteroides con órbita de herradura

Lógicamente el tamaño de la órbita del asteroide no es idéntica a la de la Tierra. Si en un momento es ligeramente más pequeña el

periodo será algo menor que un año y al moverse más rápido llega un momento en que se acerca por detrás (en el sentido del movimiento de traslación). Si tiene un nodo cercano a la órbita terrestre el acercamiento será tal que nuestro planeta lo atrae con lo que lo acelera y pasa a ocupar una órbita más externa alrededor del Sol que será más grande y por tanto más lenta que la de la Tierra. Un resultado aparentemente paradójico, pero que es debido a que el asteroide está en órbita alrededor del Sol:

Como en una ayuda gravitatoria, la Tierra le aporta una cantidad de movimiento que le hace cambiar de órbita.

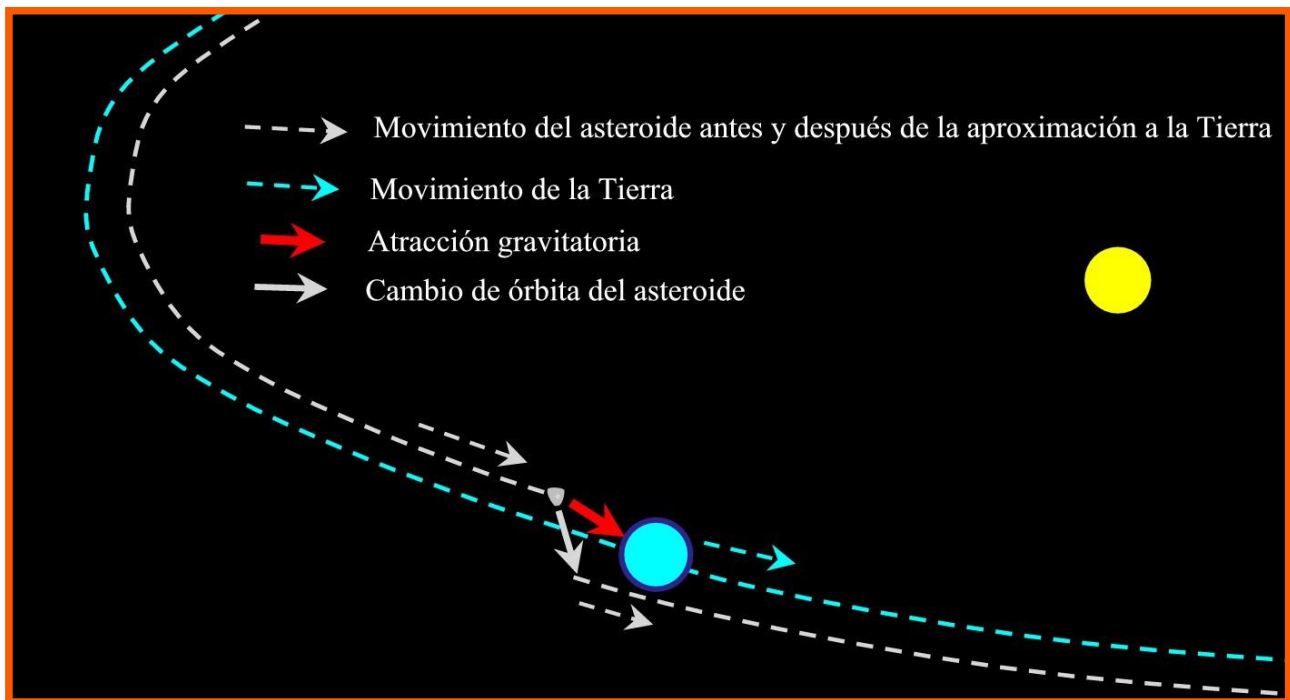


Figura 2

Como ahora es la Tierra la que se mueve más rápida, después de unos cuantos años será la que alcance al asteroide, lo frene y lo haga caer a una órbita más pequeña y por tanto más rápida.

De esta manera el tamaño de la órbita del asteroide va cambiando, y considerando su

posición y movimiento relativo respecto a la Tierra sigue una trayectoria en forma de herradura y de ahí su nombre:

Esta extraña situación hay que tratar de entenderla adecuadamente porque muchas veces lleva a error: No es que el asteroide se mueva en sentido contrario alrededor del Sol en el tramo exterior de la herradura (de color blanco en la figura 3) sino que se mueve más lento que la Tierra, y visto desde aquí es como si retrocediera.

En principio la diferencia del tamaño de las órbitas es mucho menor, pero se ha exagerado para visualizarlo.

Esto se puede representar por el alumbrado, tal como se hacía en el IES de Sestao, y se recoge en la figura 4:

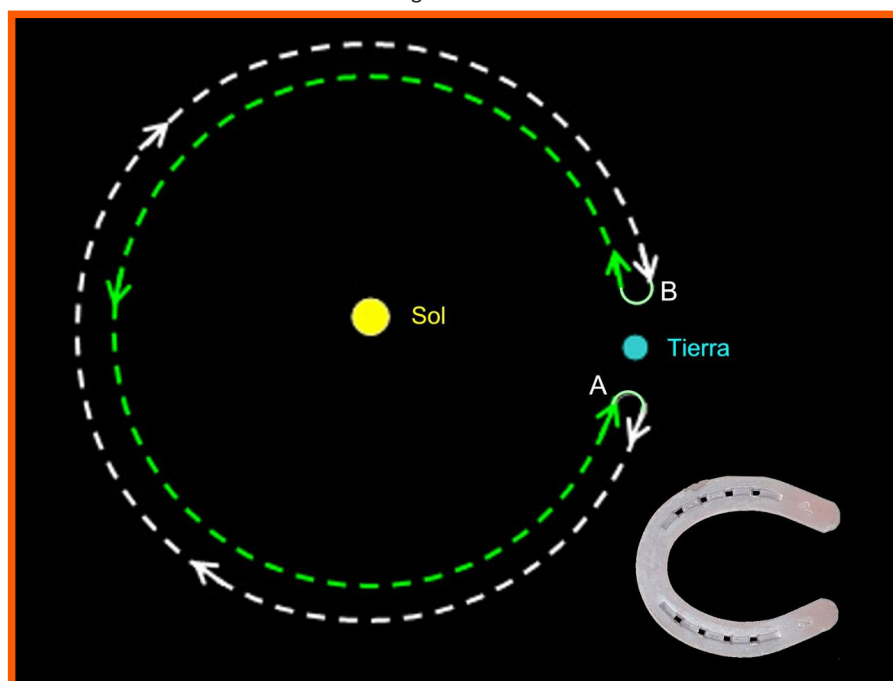


Figura 3

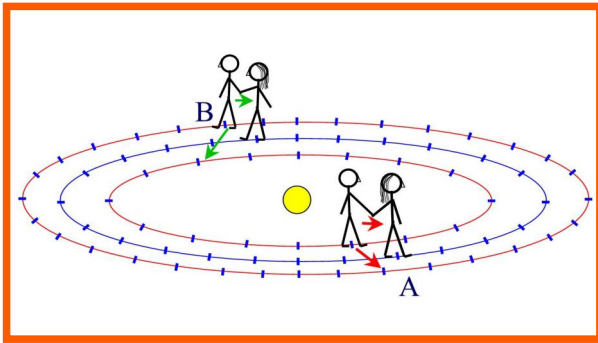


Figura 4

Se trazan tres círculos concéntricos en el suelo. Por ejemplo de 1.5, 2 y 2.5 metros de radio, y se hacen marcas en cada círculo como en la figura, por ejemplo: 16, 24 y 32 marcas respectivamente. Un alumno puede hacer de Sol y se mantiene en el centro. En el círculo intermedio se moverá la Tierra y en el interior el asteroide.

A toque de silbato avanzan cada vez una marca, y cuando el asteroide alcanza a la Tierra, en la posición A, se dan la mano y la Tierra lo atrae, sacándolo a la órbita externa. Cuando es la Tierra la que alcanza al asteroide en B, lo frena y lo hace caer hacia dentro. La escenificación puede hacerse también sin

marcas ni silbato porque el tamaño de las órbitas determinará cuál alcanza a cual.

Aunque las interacciones se producirán en diferentes lugares de la órbita terrestre, que además no tienen por qué corresponderse con las de la figura, la gráfica de la herradura es relativa a la posición respecto a la Tierra y dichos encuentros se producen alternativamente delante y detrás de la misma.

Cuasisatélites

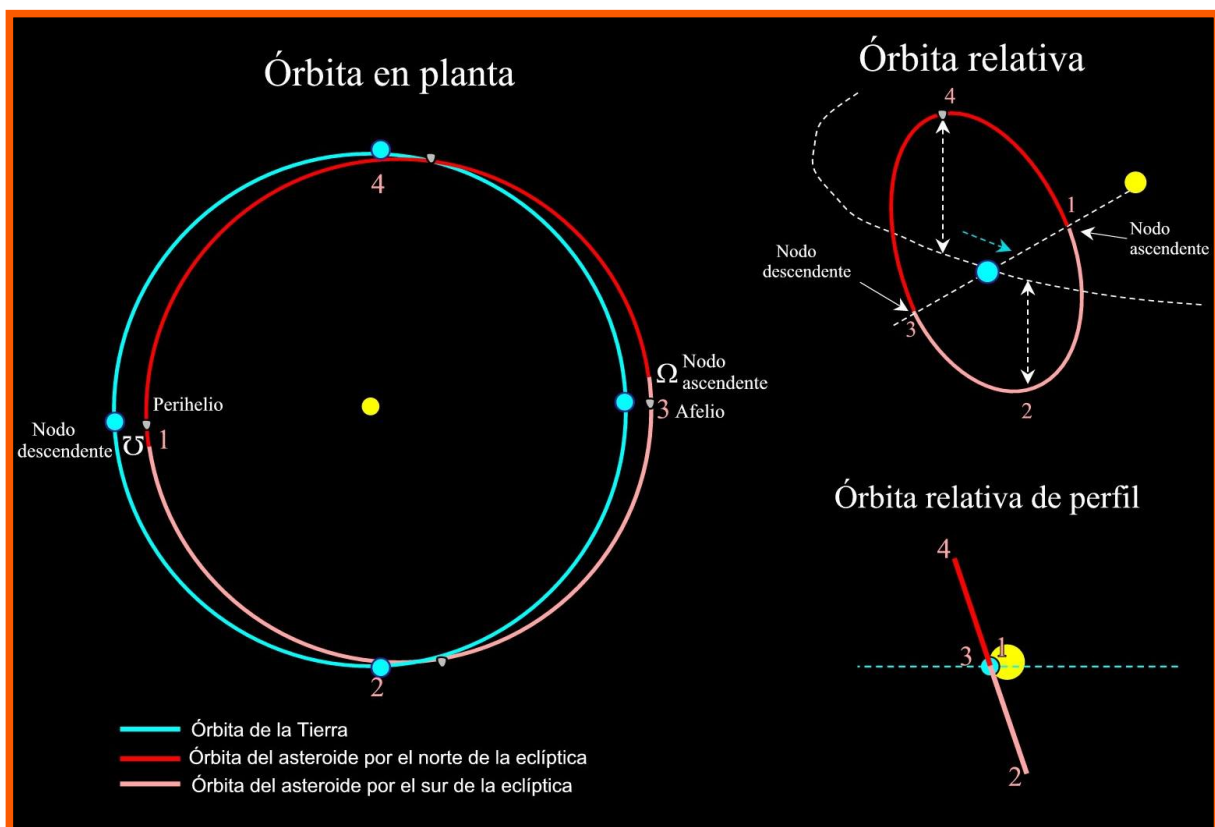
Otra configuración de estos asteroides coorbitales es el de los llamados cuasisatélites debido a que desde nuestra perspectiva parecen girar alrededor de la Tierra, dando una vuelta cada año, aunque en realidad se mueven en una órbita alrededor del Sol. Pueden ser de dos tipos:

A) Cuasisatélite temporal

Suele ocurrir cuando ninguno de los dos nodos de la órbita del asteroide está cerca de la órbita terrestre:

Si el periodo fuese exactamente de un año la situación sería la que se recoge en la fig 5:

Fig 5. Varias representaciones del movimiento del asteroide coorbital temporal



Partiendo los dos astros en la posición 1 el asteroide estará por dentro (en la dirección del Sol). Tres meses después por debajo (en 2), luego por fuera (en 3, en la dirección opuesta al Sol) y finalmente por encima en 4. Además, en la posición 2 se encontrará algo más adelantado que la Tierra porque ha llevado más velocidad al recorrer un tramo cercano a su perihelio y además más corto, y en 4 algo retrasado.

Tal como se aprecia en la órbita relativa de la figura 5, geométricamente y desde nuestro punto de vista el asteroide da vueltas alrededor de nuestro planeta, una cada año.

Esto también lo representó el alumnado del IES Sestao, recorriendo dos círculos con igual número de marcas pero las del asteroide con diferente separación según su distancia al perihelio.

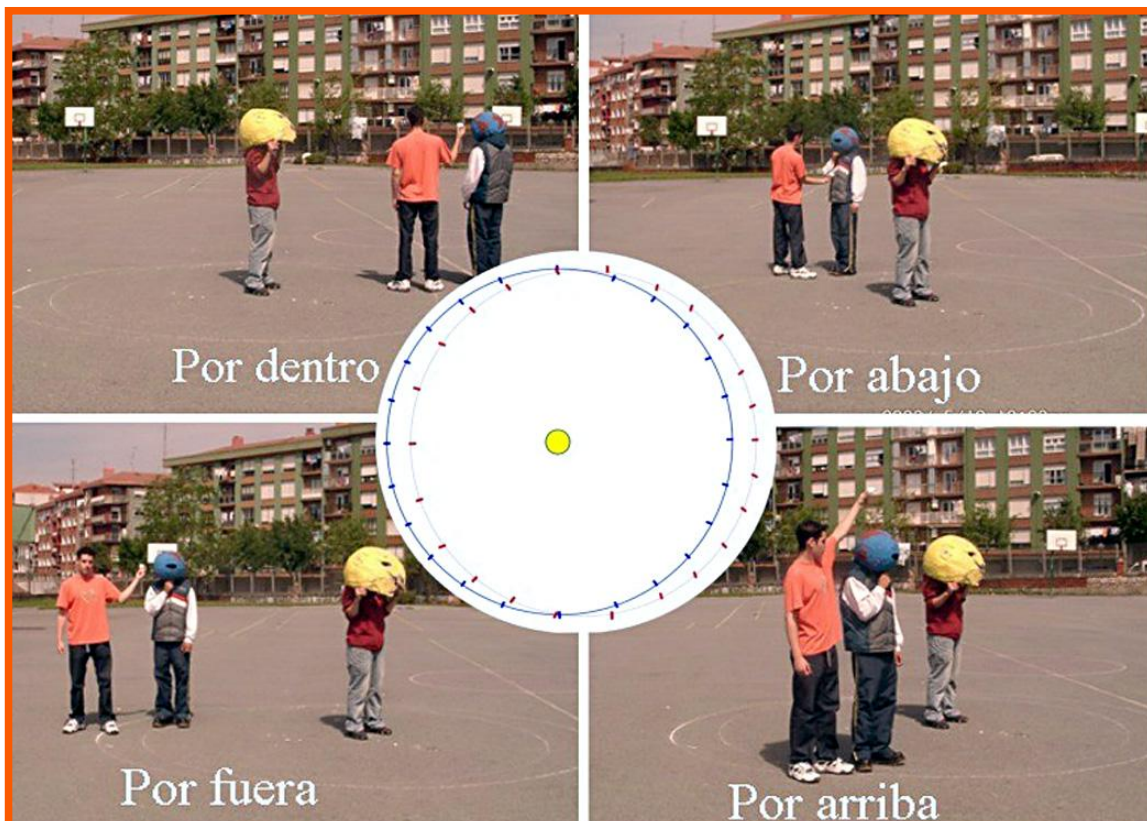
Se trazaron dos círculos casi iguales pero con los centros separados, con lo que se simula la elipse. También se podría dibujar la

órbita del asteroide como una elipse por el método del jardinero, pero quizás no merezca la pena: No hay problema en dibujar las órbitas circulares porque casi lo son (la de la Tierra a esta escala es indistinguible de la circunferencia), pero sí hay que hacer notar la diferente distancia al Sol del perihelio y el afelio para hacer las marcas con separación diferente. En principio el número de marcas en las dos órbitas será el mismo.

Además, quien lleve en la mano el asteroide (puede ser una bola de madera o porexpán o una piedra) debe hacerlo a diferente altura según la zona de la órbita, y hay que ensayarlo hasta que sale bien.

Pero es muy difícil que el periodo del asteroide sea exactamente de un año. Si es ligeramente inferior completará su órbita antes que la Tierra, se le irá acercando por detrás, y cuando esté suficientemente cerca, debido a las diferentes velocidades de acuerdo con su excentricidad y a la

Fig 6.



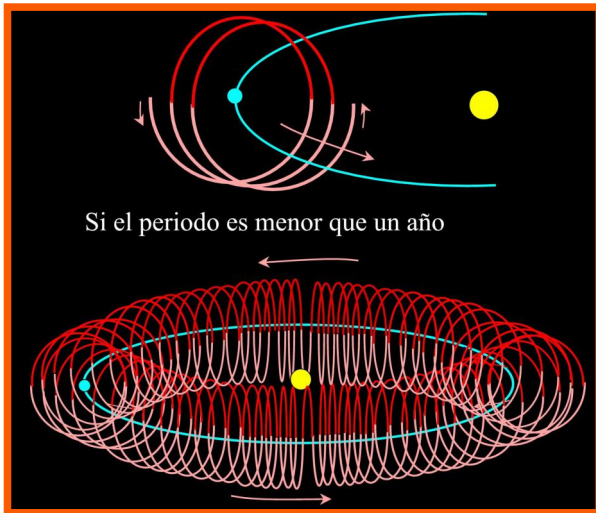


Fig 7

inclinación orbital, desde nuestra referencia parecerá que gira a nuestro alrededor según la figura 7, en una trayectoria en forma de muelle.

Este movimiento relativo girando alrededor de la Tierra a la vez que la adelanta en su traslación alrededor del Sol hace que en un determinado momento deje de ser cuasisatélite marchándose por delante, hasta que después de muchos años, y tras haber pasado el asteroide por la parte opuesta al Sol, vuelvan a aproximarse.

Cada espira corresponde a un año, y es un movimiento relativo, fijando la posición de la Tierra.

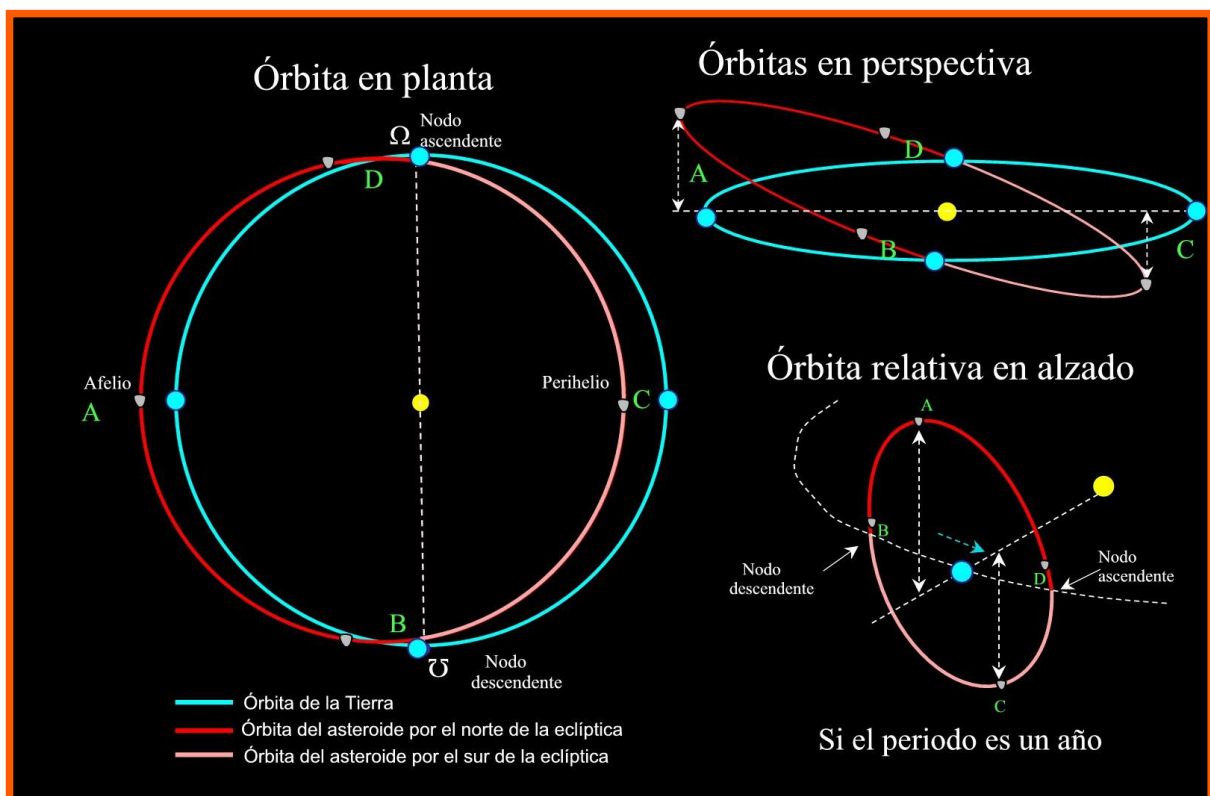
Si el periodo fuese mayor que el de la Tierra lo veríamos acercarse por delante y marcharse por detrás respecto a la dirección de traslación de la Tierra.

La simulación en este caso se haría trazando distinto número de marcas en la órbita del asteroide que en el de la Tierra.

B) Cuasisatélite permanente

Si ambos nodos de la órbita del asteroide están situados cerca de la órbita terrestre y partiendo de una posición aproximadamente cerca de la Tierra en su afelio, también ahora el asteroide parece describir cada año una vuelta alrededor de la Tierra según la figura 8, aunque en realidad sus posiciones se deben a la situación en su órbita alrededor del Sol y a la inclinación de dicha órbita. A diferencia del caso anterior la gravedad de la Tierra actúa puntualmente sobre el asteroide evitando que se marche, y esta situación puede ser muy duradera.

Fig 8



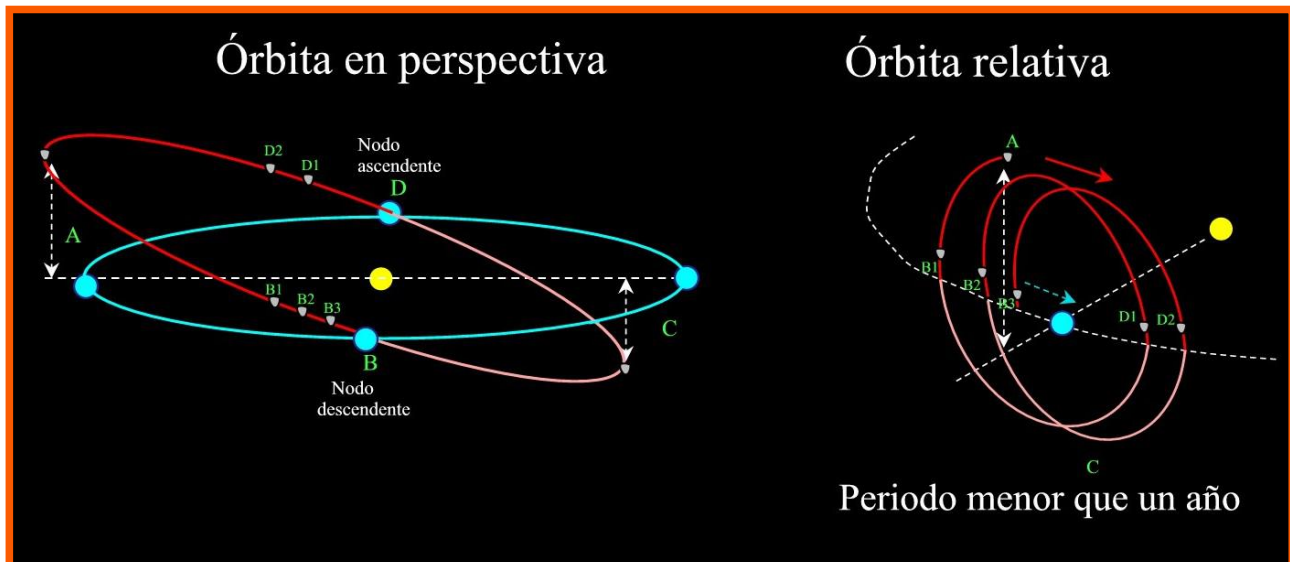


Fig 9

Aparte de que la orientación de la órbita relativa es diferente, esto puede parecer similar a lo que ocurría con el cuasisatélite temporal, pero la clave está en que si el periodo no es exactamente de un año aquel se marchaba y este no, porque ahora el paso por los nodos ocurre delante y detrás de la trayectoria de la Tierra:

Si ambos astros están en la misma zona de la órbita, por ejemplo cerca del afelio del asteroide, al recorrer la Tierra un cuarto de su órbita (de A hasta B) ha adelantado al asteroide que pasó por su afelio y fue más lento. Al completar media órbita (en C) estarán de nuevo ambos en la misma zona (aunque el asteroide por debajo) porque éste se acerca a su perihelio y va más deprisa, y por la misma razón el asteroide habrá adelantado a la Tierra cuando estén cercanos al nodo ascendente (en D), volviendo a coincidir en la posición inicial al completar una vuelta en A.

Pero esta situación no es totalmente igual en todas las vueltas porque lo mismo que en el caso anterior el periodo del asteroide no será exactamente igual al de la Tierra, se irá acercando a ella en uno de los nodos, por ejemplo si va más rápido será en el nodo ascendente (situado cerca de B) ocupando en años sucesivas las posiciones B1, B2, B3 cuando la Tierra esté en el nodo, mientras que

en los puntos D se irá alejando del otro nodo, situándose en D1 y D2. Y las vueltas relativas alrededor de la Tierra se van moviendo, también en forma de muelle según la imagen de la derecha de la figura 9.

Pero en este caso el muelle no se marchará de las cercanías de la Tierra, porque a diferencia del caso anterior en que los nodos estaban en la dirección del Sol y ambos sentidos, ahora se encuentran próximos a la eclíptica y por tanto el asteroide se encontrará con la posición de nuestro planeta.

Cuando esté suficientemente cerca (en B3) actúa la fuerza de gravedad de la Tierra de manera similar a lo que ocurría en las órbitas de herradura: Lo atrae, lo acelera y lo hace salir a una órbita más externa que como es más lenta se irá alejando, retrocediendo con relación a la Tierra.

Entonces en las cercanías del otro nodo (en D) en que el asteroide estaba por delante, ocurrirá lo contrario, tal como se recoge en la figura 10: en cada vuelta va más lento y se aproximará a la Tierra por delante suyo en los puntos D3, D4, D5. Cuando esté suficientemente cerca de la Tierra al atraerlo por detrás lo frena, con lo que volverá a la órbita interna y todo el proceso se repetirá con un movimiento de vaivén, en forma de muelles que vienen y van pero confinados por los dos nodos, y sin que el asteroide se aleje mucho.

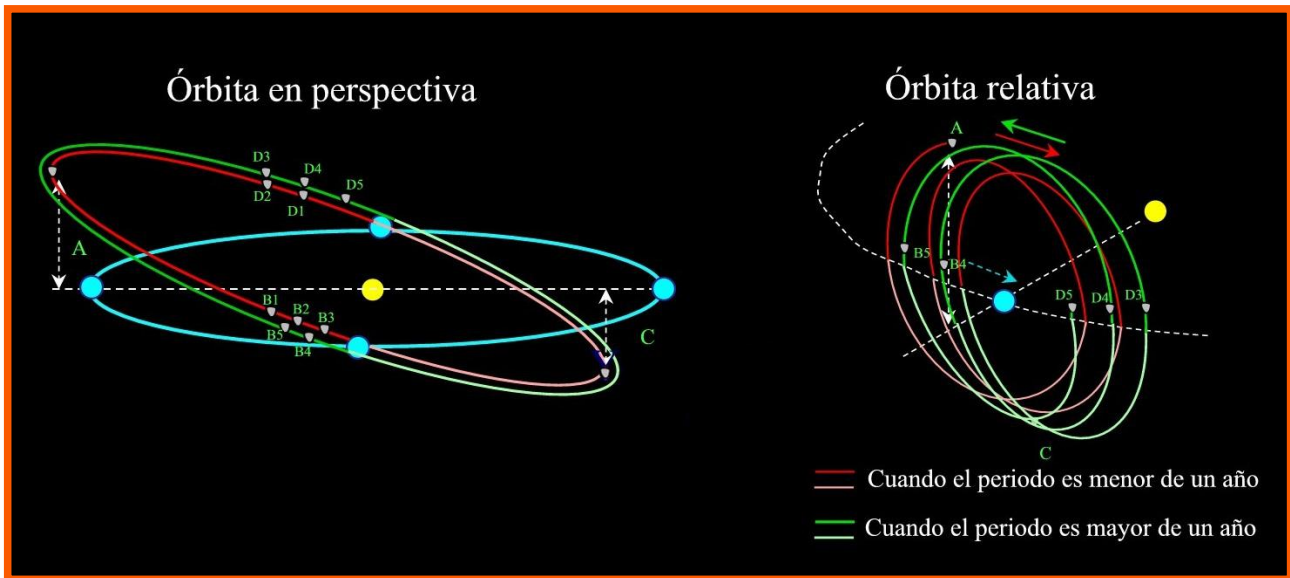


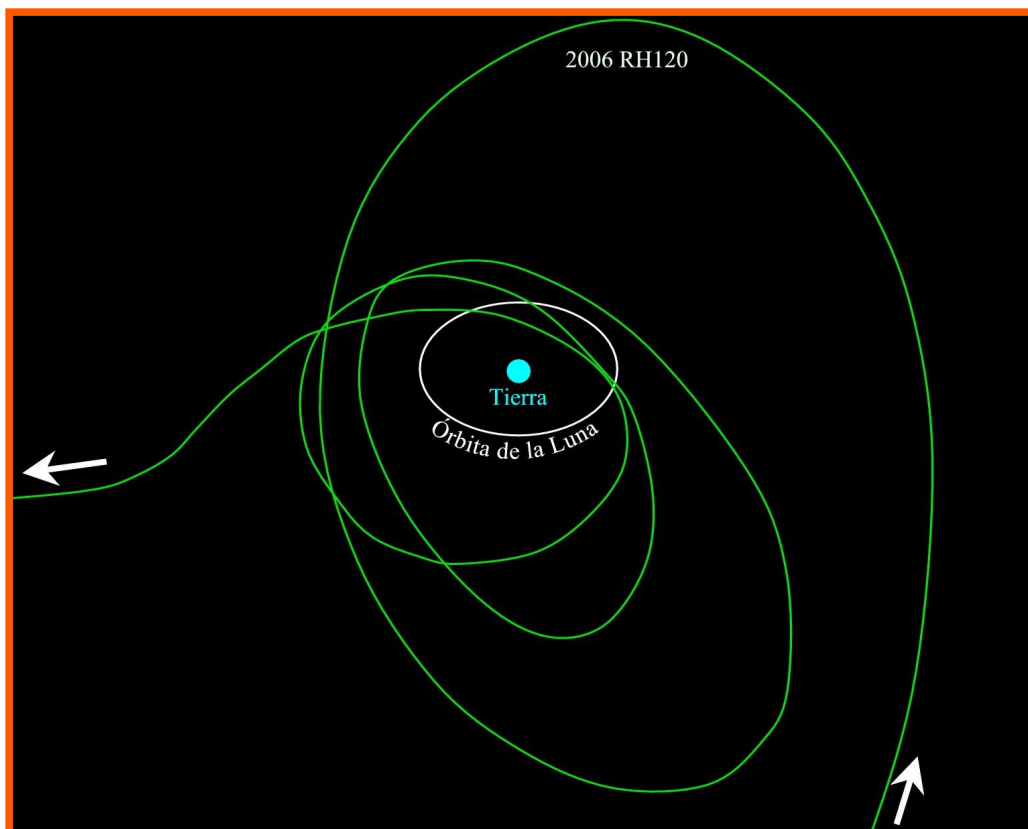
Fig 10

Este curioso proceso puede durar varios siglos, durante los cuales la Tierra tiene un compañero que muchas veces se ha calificado como una segunda Luna y actualmente son al menos 2 asteroides los que se encuentran en esta situación: 2004 GU9 y 2016 HO3 Kamua'alewa

Esta situación, aunque más compleja, también la escenificamos en alguna ocasión.

Hay que trazar tres órbitas y ensayar un poco hasta que salga bien. Pueden utilizarse los círculos trazados para la órbita de herradura, y las interacciones son similares pero lo que antes hacía que el asteroide no se acercase demasiado, ahora evita que se marche, siendo determinante para ello las posiciones iniciales de los astros.

Fig 11



Otros casos de coorbitales terrestres.

Se conocen otros 4 asteroides que desde una órbita de herradura se han colado hasta las cercanías de la Tierra y la han llegado a orbitar durante algunos años, unos meses, o solo han recorrido una parte de una órbita.

Se les suele llamar minilunas y en estos casos la atracción gravitatoria de la Tierra ha actuado sobre ellos de manera continua, aunque debido a la irregularidad de sus órbitas no han durado demasiado, volviendo a la órbita de herradura.

En la figura 11 se recoge la trayectoria de uno de ellos, el 2006 RH120 que estuvo acompañándonos desde abril de 2006 hasta noviembre de 2007.

Además se ha encontrado otros dos asteroides en el punto de Lagrange L4 del sistema Tierra-Sol, es decir de los denominados troyanos, cuya mecánica es análoga a la de los troyanos de Júpiter, sobre lo que ya se describió en un número anterior de NADIR.

Para concluir, también se pueden citar los casos de otros astros coorbitales en el Sistema Solar cuyos movimientos también son susceptibles de trabajar con el alumnado de manera similar a los coorbitales terrestres: Los satélites Jano y Epimeteo de Saturno que intercambian sus órbitas cuando se aproximan, de manera análoga a la órbita de herradura, o los asteroides troyanos.



Fig 12

BUSCANDO MICROMETEORITOS

Rosa M. Ros, Beatriz García, Pilar Orozco, Juan A. Prieto e Ivo Jokin



Fig. 1. Recolectando micrometeoritos en una cuneta.

La propuesta de NASE de este año, dentro del Día Internacional de la Luz, consiste en llevar la Astrobiología a las Escuelas de muchas partes del mundo, con el apoyo de una actividad basada en la búsqueda de micrometeoritos cualquier día entre el 20 de marzo al 23 de septiembre de 2023. Por si queréis hacerlo con vuestros alumnos, aquí se dan algunos consejos, tomados de los cursos NASE y de las instrucciones que están en su [web](#) para este proyecto IAU/UNESCO. Los resultados se pueden enviar a newsletter.nase@gmail.com.

Micrometeoritos: material extraterrestre fácil de conseguir

Es sencillo recolectar micrometeoritos, muchas veces suspendidos en la atmósfera por mucho tiempo y que caen junto con distintos tipos de precipitación (como lluvia o nieve). Este tipo de objetos proceden directamente de la materia que dio origen al sistema solar, y por tanto tienen una edad de unos 4.500 millones de años. Lo sorprendente es que se pueden recolectar de forma sencilla.

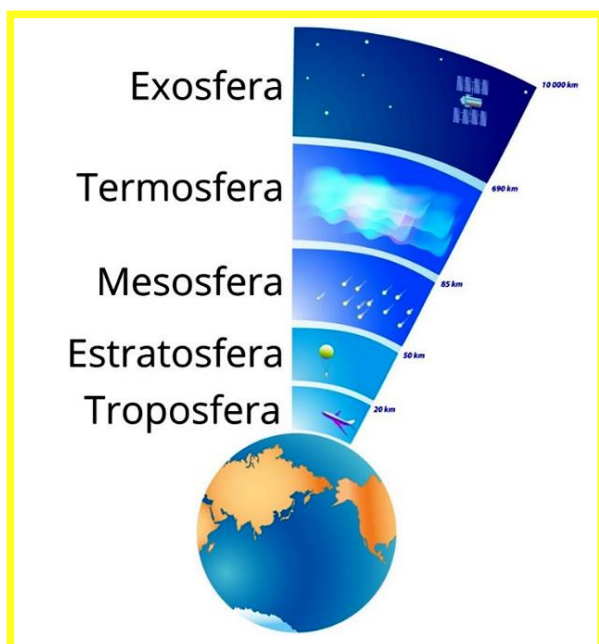


Fig. 2. Capas de la atmósfera (no a escala)

Los meteoros atraviesan la exosfera y la termosfera sin dificultad porque esas capas son poco densas. Pero cuando llegan a la mesosfera, la densidad es mayor y se produce fricción con el aire. El material se funde, a la vez que se va frenando y disipando el calor. Se vuelve a solidificar en la estratosfera y troposfera, de forma que al final presenta con frecuencia una forma esférica, a veces con estrías o pequeñas burbujas, efecto de una solidificación rápida.

Ya en la superficie de la Tierra, los que son de hierro y níquel se pueden separar de otros objetos y rocas de la superficie con ayuda de un imán. Otros materiales ferromagnéticos de origen humano, como limaduras o restos de cortes metálicos suelen ser más grandes y tiene formas con puntas, mientras que los micrometeoritos tiene un tamaño pequeño y con una característica que permite identificarlos: ¡son esféricos!

Simulación de micrometeoritos esféricos.

Para simular (fig. 3) los micrometeoritos esféricos, podemos llenar de aceite de girasol un envase alto y cilíndrico transparente a modo de columna. Con una jeringuilla (fig.



Fig. 3. Dejando caer gotas de agua en aceite.

24a y 24b), se dejan caer unas gotas de agua o de refresco de cola (porque así su color se ve mejor). El estado físico inicial del agua o del refresco hacen que se formen pequeñas esferas de forma inmediata, que se ven caer lentamente por la columna de aceite.

Recolección de micrometeoritos

1er método

El método más fácil y recomendado para obtener micrometeoritos, consiste en recuperar el material que se deposita continuamente en tejados, carreteras, etc. Cuando llueve, el agua las arrastra, por lo que un buen sitio para recoger micrometeoritos es en las canaletas de desagüe de los tejados y en las cunetas de las calles o carreteras (fig. 4), una vez que están secas. Simplemente, recoge con un pincel un poco de arena que encuentres en esos sitios. Luego veremos cómo analizarlo.



Fig. 4. Primer método: en el material de cunetas.



Fig. 5. Segundo método: con una bandeja al aire libre.

2º método

También puedes construir (fig. 5) sencillas “trampas”. Para ello se necesita una bandeja de cocina y papel celofán transparente (o papel film de cocina).

Cubre la bandeja con el papel celofán doblando las orillas o pegando el celofán por debajo.

Fig. 6. Tercer método: con un vaso y un imán.



Fig. 7. Tercer método: paseando el "recogemeteoritos" por el patio.

Pon la bandeja un poco separada del suelo, para evitar que el polvo circundante o la presencia de animales contaminen la muestra (fig. 5), en un lugar donde no haya mucho viento y donde nada tape el cielo. Deja esta instalación al aire libre al menos una semana. El papel empezará a verse “sucio”. Al terminar la semana, traslada todo el material acumulado sobre el papel de celofán o film a una hoja de papel.

3er método

Es posible que cada alumno prepare su propia trampa individual. Necesita un vaso de papel, una cuerda y un pequeño imán (fig. 6).

Atamos el vaso con un hilo y metemos un pequeño imán dentro del vaso. Los estudiantes se mueven por el área del patio de la escuela con los vasos magnéticos (fig. 7). Luego retiran el imán, y si hay partículas de hierro (posibles micrometeoritos), caerán sobre la hoja de papel blanca.

Fig. 8a, 8b y 8c. Separamos las partículas metálicas con un imán bajo el papel. Tiramos el resto.



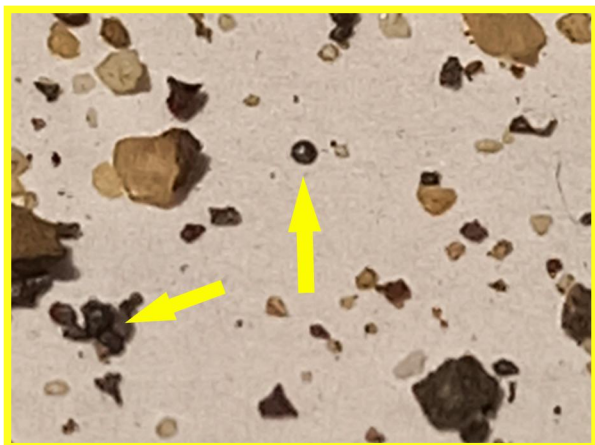


Fig. 9. Observamos con la cámara del móvil, con el máximo zoom posible. Se ven partículas esféricas.

2) Separación e identificación.

En los dos primeros métodos, hay que separar las partículas metálicas. Para ello, se pasa un imán por debajo de la hoja de papel con el material (fig. 8a): se verá claramente como pequeñas partículas de material ferroso es atraído por el imán (fig. 8b). Sin separar el imán, volcamos el papel, y toda la arena se caerá (fig. 8c), excepto esas partículas finas oscuras, que quedarán atraídas por el campo magnético del imán. Da media vuelta al papel y retira el imán. Ahí puede haber posibles micrometeoritos.

En los tres métodos, miramos las partículas metálicas con la cámara del teléfono móvil, usando el máximo zoom. Los micrometeoritos

tienen formas esféricas y brillantes, como pequeñas canicas, señales de su fusión al pasar por la atmósfera (fig. 9, 10 y 11).

Si se desea incrementar los aumentos de la cámara del móvil, es posible poner una gota de gel desinfectante (del usado durante el periodo COVID) sobre el objetivo de la cámara del móvil, que hace de lupa. Pero para verlos, no es necesario, con la cámara del móvil se distingue perfectamente si son esféricos o no.

3) Trabajo de investigación

Tras la separación e identificación de los distintos micrometeoritos en la muestra, el registro se logra mediante la adquisición de fotos con el celular, utilizando el máximo aumento posible. Esta actividad, ya es un paso importante en el marco de la propuesta, porque los participantes están verificando los conceptos compartidos al inicio de la misma.

Por otra parte, se puede completar el trabajo de investigación, tratando de clasificar a los micrometeoritos por su morfología, diferenciando su forma (no todos son perfectamente esféricos, algunos están fusionados con otros, etc. y producir una “galería” de micrometeoritos detectados por el grupo que participe del proyecto.

Se propone compartir estos descubrimientos, enviando las fotografías de distintos

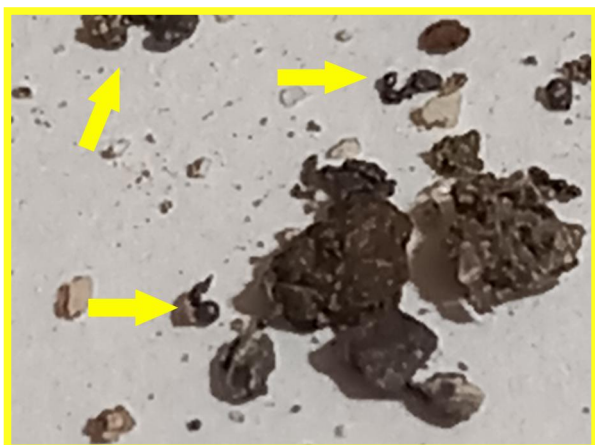


Fig. 10. Esas partículas oscuras y esféricas, como perlas, son micrometeoritos

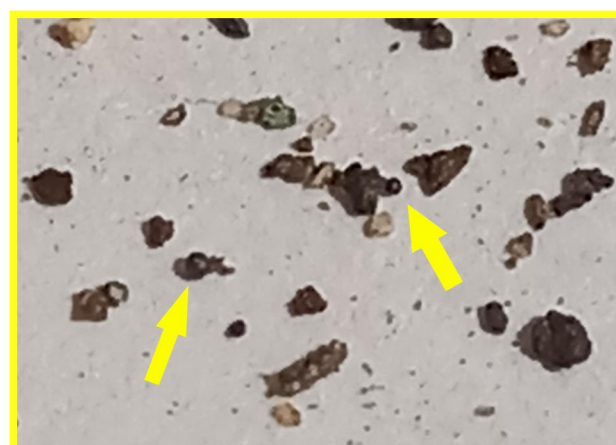


Fig. 11. Más micrometeoritos. La forma nos habla de la fusión del material metálico al atravesar la atmósfera.

micrometeoritos detectados, tanto individuales como los que fue posible clasificar de acuerdo con su morfología.

Además de la galería de micrometeoritos obtenidos, es bueno enviar también algunas fotografías de los estudiantes realizando la recolección de los micrometeoritos.

Conclusiones

Esta experiencia da la posibilidad de conseguir material extraterrestre que siempre resulta atractivo a los estudiantes. El procedimiento es sencillo y se puede conseguir un número importante de micrometeoritos en una sola intervención.

Puede ser interesante, para ampliar el conocimiento sobre el tema, motivar a los estudiantes para que investiguen si en su zona se ha encontrado algún meteorito más grande, y conocer su historia, que en ocasiones puede ser bastante curiosa, sobre todo en los casos de meteoritos encontrados hace muchos años. Si es posible bien vale la pena hacer una visita a algún museo o universidad que dispongan de algunos meteoritos en exhibición. A buen seguro que todo ello incrementará el interés por el tema.

Invitamos a investigar y discutir entre profesores y alumnos esta experiencia y a enviar los resultados y conclusiones a: newsletter.nase@gmail.com

Bibliografía

- On the Trail of Stardust: The Guide to Finding Micrometeorites: Tools, Techniques, and Identification, Jon Larsen, Voyageur Press, Beverly, MA (USA), 2019.
- Experimentos para todas las edades, 3ª Edición. R. Moreno, Editorial Rialp, Madrid (España) 2022.
- 14 pasos hacia el Universo, 2ª. Edición. Ed. Rosa M. Ros & Beatriz García, Editorial Antares, Barcelona, 2018
- <https://inta.es/descubre-y-aprende/es/3-2-1-Accion/Astronomia/micrometeoritos/>
- <https://www.sciencefriday.com/articles/up-on-the-roof-a-handful-of-urban-stardust/>
- <https://micro-meteorites.com/>
- <https://www.astrogc.com/index-otros-projects-met.html>
- <https://www.pbslearningmedia.org/resource/5762943c-af62-4a3b-8340-36660545628a/go-outside-and-play-micrometeorites-young-explorers/>

Fig. 12. Micrometeorito, a través de la cámara del móvil.



MIRANDO A LOS MICROMETEORITOS MÁS DE CERCA

Ricardo Moreno Luquero



En el artículo precedente se muestra cómo recolectar micrometeoritos con materiales al alcance de cualquiera. Nos podemos preguntar si en la escuela, en los institutos o en los colegios podemos hacer algo más. No es fácil, con los medios materiales que se dispone en la enseñanza secundaria, pues se requerirían potentes microscopios. Aquí se sugieren algunas actividades con materiales no caros y software libre.

Cómo son los micrometeoritos que buscamos

Se estima que 5 Toneladas de material extraterrestre cae cada día sobre la Tierra. Son partículas muy pequeñas, de aproximadamente 0,1 mm, y su forma esférica nos habla de su viaje a través de la atmósfera. La fuerza del rozamiento con el aire es proporcional al cuadrado de la velocidad. Con

velocidades de entrada del orden de 20.000 km/h, su energía cinética se convierte rápidamente en calor, que funde el material del micrometeorito. El rozamiento lo va frenando, a menor velocidad el material se enfría y se solidifica en pequeñas esferas. Esas esferas metálicas finalmente caen lentamente, con una distribución más o menos uniforme sobre la superficie terrestre.

Una vez en el suelo, la lluvia los arrastra y se concentran en cunetas, sumideros de calles, plazas, patios o caminos. Esos lugares son los mejores para buscarlos. Con un imán se pueden separar los que son metálicos, e identificarlos con la cámara del móvil, como se explica en otro lugar.

Algunos consejos

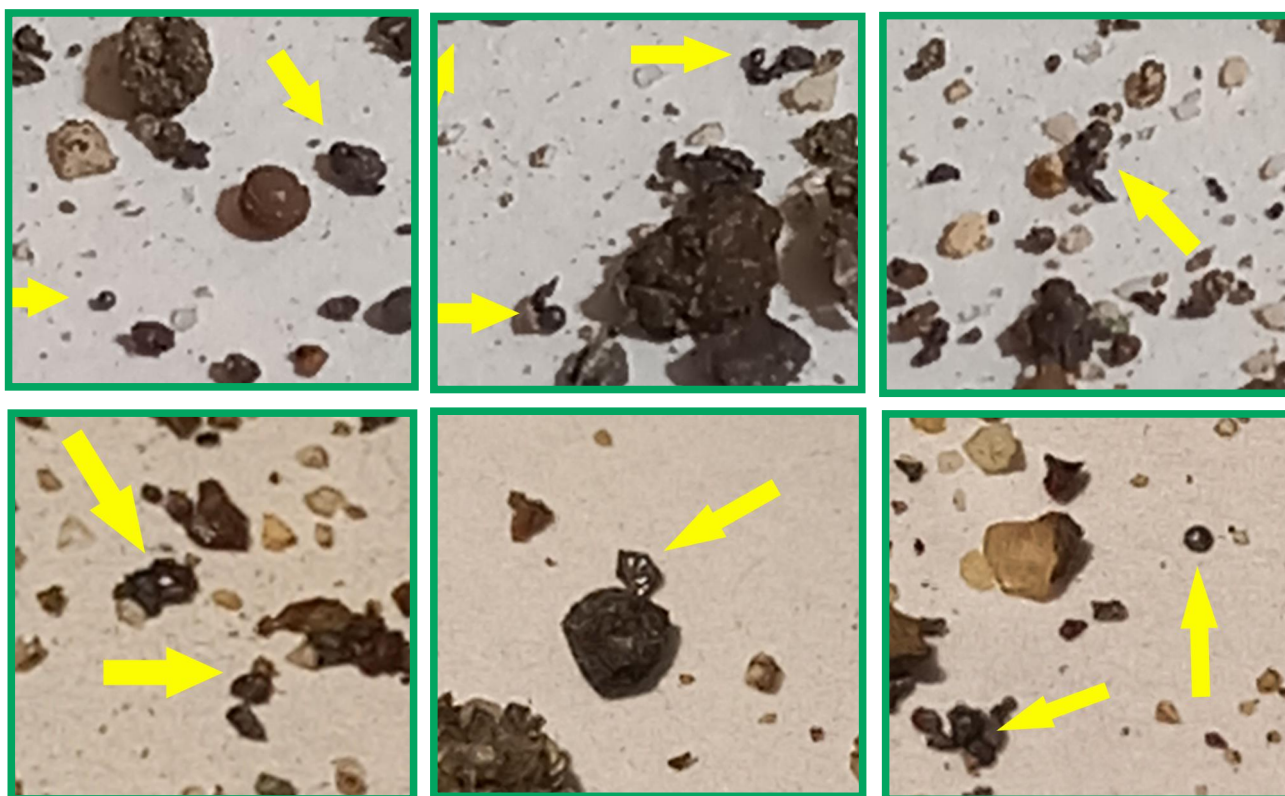
Puede ocurrir que no encontremos ningún micrometeorito. Las razones pueden ser variadas: ser una plaza pública muy barrida y limpiada con frecuencia por el hombre, haber llovido demasiado frecuentemente, lo que ha producido un lavado del suelo, puede ser una zona con una zona techada o con mucho arbolado, etc. No hay que desanimarse y escoger más material en otro lugar o en otras fechas con menos lluvias.

Una vez recogido el material, el proceso de separación magnética con un imán por debajo de un papel es lento. Hay que echar cada vez poco material, para que las pequeñas partículas metálicas se puedan desplazar con la fuerza del imán. Si hubiera

mucha arena, los posibles micrometeoritos quedarían sepultados debajo, sin poder moverse. Hay que pasar varias veces el imán por debajo, procurando ir recogiendo las partículas y llevándolas a una zona del papel sin arena. Sin quitar el imán de debajo del papel, se da la vuelta a la hoja y nos quedamos sólo con las partículas atraídas por el imán. Se separa el imán, se depositan las partículas en otra hoja y se repite la operación con más material. Cuando ya se tienen suficientes partículas, las observamos con la cámara del móvil con el máximo aumento (p.ej., 10x), para descubrir posibles micrometeoritos.

En la observación, puede ser una buena idea mantener fijo el móvil en una posición estable, e ir desplazando por debajo el papel con las partículas. Una buena iluminación también es importante, normalmente de forma muy lateral, ya que el móvil hay que acercarlo mucho y puede hacer sombra. Cambiando la dirección de la iluminación a veces se ven cosas que anteriormente no se distinguían.

Fig. 1 a 6. Ejemplos de micrometeoritos redondeados por la fricción en la atmósfera, vistos con la cámara del móvil al máximo zoom.



Lo que estamos buscando son esferas metálicas oscuras y brillantes, a veces individuales, a veces unidas a otras, formando pequeños racimos, o también incrustadas en otro material (fig 1 a 6). Si tuviéramos la suerte de encontrar uno más grande, podría no ser esférico, pero sí debería tener los bordes y las aristas redondeadas por la fricción.

Cómo ver más detalles

Para ver más detalles hay que acudir a microscopios con más aumentos, bien del tipo clásico, bien del tipo digital. Estos últimos se conectan al puerto USB del ordenador o del móvil, y cuestan a partir de 30 € (Fig. 7). En los dos casos, como los micrometeoritos tienen volumen, hay que ir variando la distancia del enfoque para observar la superficie del micrometeorito. Se observan más detalles (Fig. 8 y 9).

Fig. 7. Un ejemplo de Microscopio Digital USB: Bysameyee 40-1000X, con precios a partir de 30 €.



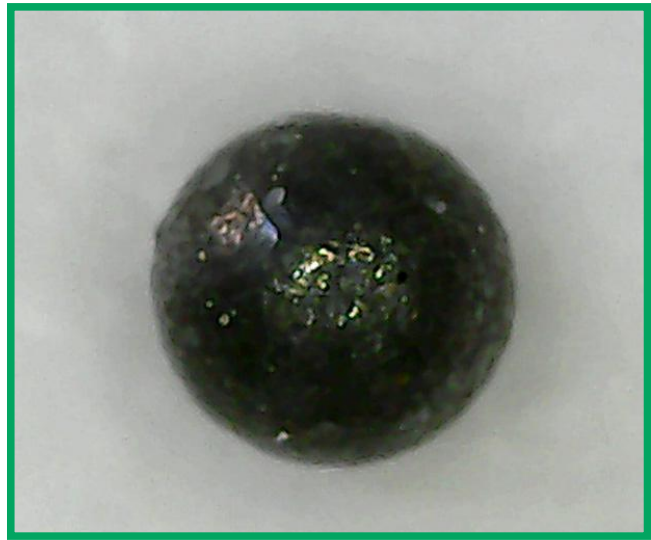


Fig 8 y 9: Micrometeoritos vistos a través de un microscopio digital.

En el mundo de fotografía astronómica con cámaras web, se usan programas de apilamiento de imágenes (p.ej, Registax, PIPP, WinJupos, etc.) que a partir de un video de un minuto, consiguen excelentes fotos de la superficie de la Luna o de los planetas. El programa descompone el video en fotogramas, los centra, selecciona los mejor enfocados y los apila. En el procesado final, se pueden conseguir detalles aparentemente invisibles en el video.

Esos programas se pueden usar para observar micrometeoritos y descubrir detalles en ellos. Con el microscopio digital se graba un video de aproximadamente 1 minuto, y si es posible variando la distancia del enfoque. Posteriormente, usando ese software de apilamiento de imágenes, se pueden descubrir más detalles, incluso estrías (Fig 10 y 11).

En la Publicación monográfica de ApEA nº 29, disponible en la web, José Manuel Pérez Redondo enseña cómo manejar el Registax.

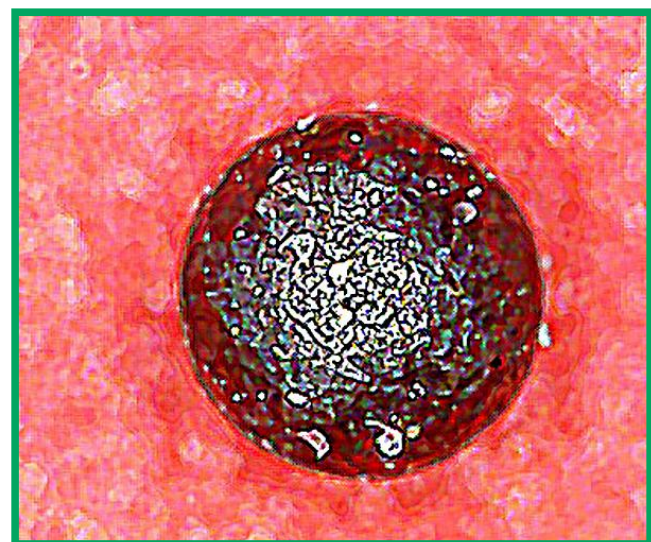


Fig. 10 y 11: Imágenes de dos micrometeoritos a partir de un video, tras el procesamiento con el programa Registax de apilamiento de imágenes.

OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA DE ApEA EN CIUDAD RODRIGO, 2023

Agustín Laviña



Foto de grupo enfrente del Castillo - Parador

El fin de semana del 14 -16 de abril de 2023, según estaba programado, nos desplazamos a Ciudad Rodrigo para visitar la villa y alrededores y al mismo tiempo realizar una observación astronómica. La asociación Astróbriga fue nuestro anfitrión, papel que Juanjo y especialmente Domingo cumplieron a las mil maravillas. Las fotos de este artículo son de Mario López (El Nocturnario), Juan Carlos Martín (Mintaka) y de otros socios de ApEA.

La elección de este lugar no fue al azar; de hecho este enclave cuenta con poderosas razones para ser visitado, las cuales iremos detallando. La mayoría nos alojamos en el Hotel Conde Rodrigo II, aunque fue necesario buscar otros hoteles cercanos, ante el éxito de la convocatoria, con la presencia de 66 personas entre socios y acompañantes.

El tiempo cambiante nos obligó a anular la observación de la noche del viernes, pero Chema Lamas, como siempre, nos amenizó la velada con su inseparable queimada, reclamando la presencia de las meigas. Algún conjuro debió fallar, pues el alcohol no tenía intención de arder.

Hubo que invocar a san Telmo, cuya festividad se celebraba el lunes siguiente, para que su fuego arreglara esta complicada situación. Como suele ocurrir muchas veces, entrada la noche, las nubes se desvanecieron y el cielo despejó, “cosa de bruxas” comentó alguien.



Chema y su quemada

El sábado por la mañana la guía turística, gentileza del Ayuntamiento, nos puso al día de la historia de la villa. Como monumentos más importantes nos citó: la catedral construida a partir del siglo XII siguiendo la voluntad del Rey Fernando II de León, el Castillo de Enrique II de Trastámara, las murallas que rodean la ciudad, innumerables edificios históricos, el verraco vetón enfrente del Parador y un curioso museo que expone una colección de más de 1320 orinales de diversas épocas, desde el siglo XIII hasta el XX.



Antes de empezar el recorrido



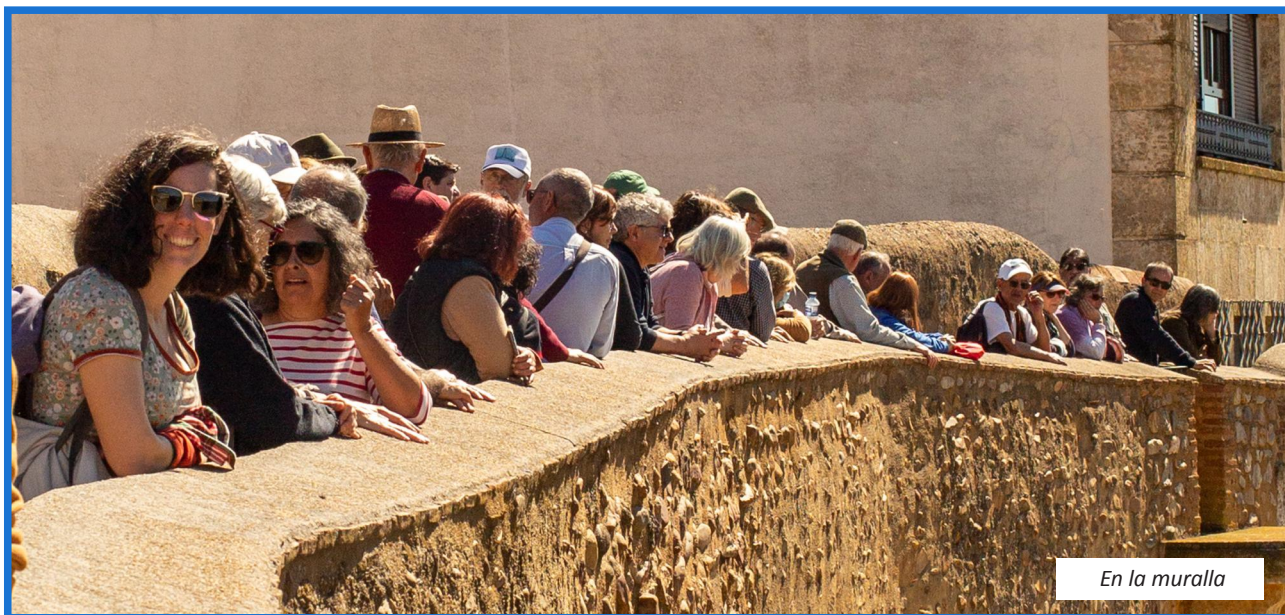
Por las calles de Ciudad Rodrigo



Frente a la catedral



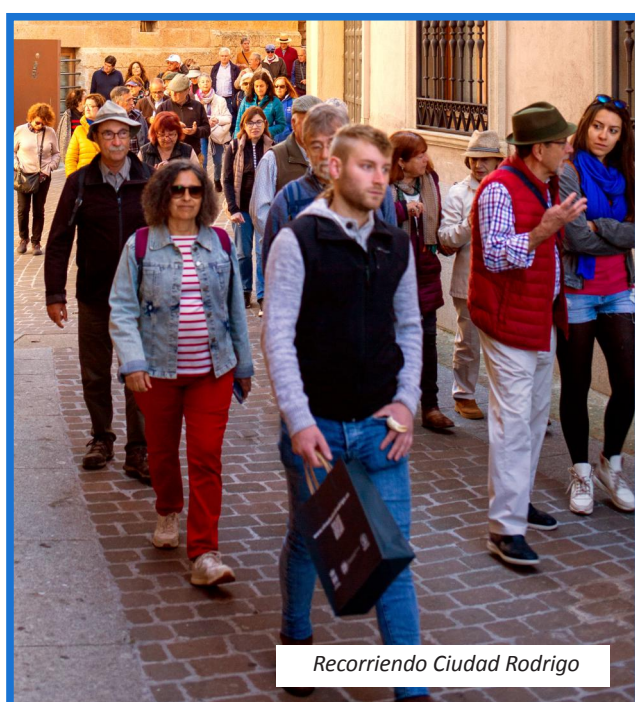
Bajo los arcos



En la muralla



Algo pasaba arriba



Recorriendo Ciudad Rodrigo



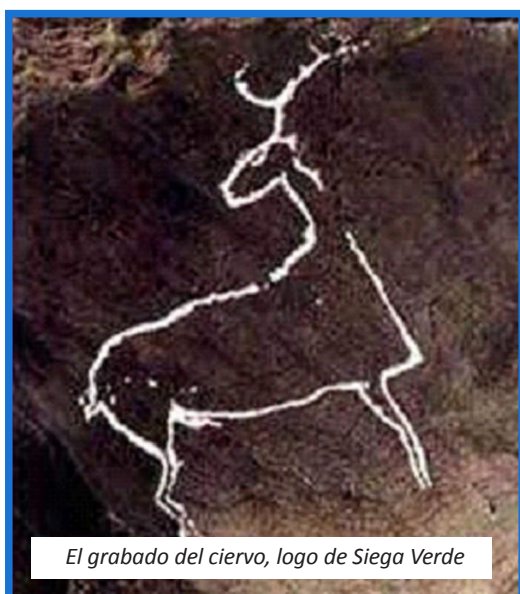
Lo mejor: la conversación entre amigos

En la tarde del sábado era obligada la visita a Siega Verde, que es el yacimiento arqueológico del Paleolítico Superior al aire libre más importante de España, con más de un km de grabados realizados sobre los esquistos y pizarras en la ribera del río Águeda. Éste es complementario de otro yacimiento cercano en Portugal en los márgenes del Côa. El conjunto de ambos ha sido declarado Patrimonio de la UNESCO, en 1988 el portugués y en 2010 el de Siega Verde.

Los guías explicaron las distintas técnicas utilizadas por los autores: incisión, abrasión, raspado y piqueteado. Los animales representados son los grandes mamíferos que, entre los 40.000 y 10.000 años antes de nuestra era, se alimentaron en estos pastos: uros, ciervos, caballos y cabras. Destaca también un lobo en actitud de caza.



A la entrada del Centro de visitantes de Siega Verde



El grabado del ciervo, logo de Siega Verde

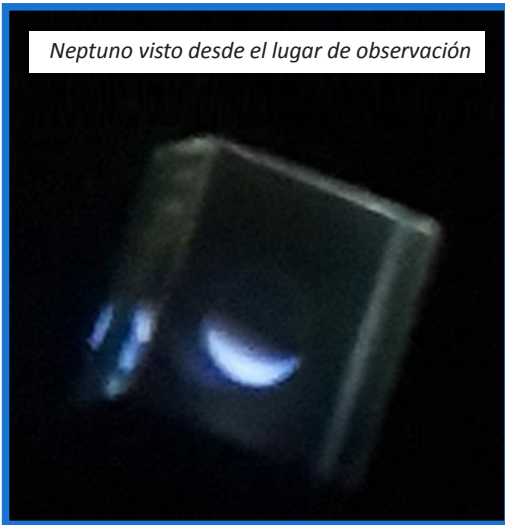


Mario López nos hizo esta difícil foto de las explicaciones

Realizamos la observación astronómica en un cerro cercano al yacimiento, con una decena de telescopios aportados por los agrupaciones astronómicas de Astróbriga, Mintaka y la propia ApEA. La oscuridad del cielo era excelente. El buen tiempo nos acompañó durante la velada y ello nos permitió observar galaxias, nebulosas y demás objetos hasta bien entrada la noche.

Durante la observación uno de los compañeros causó gran expectación indicando que estaba observando tanto a Neptuno como a su satélite Tritón ¿¿?? Parecía imposible al resto de observadores experimentados. En parte era cierto puesto que había enfocado con su telescopio las maquetas del planeta y su satélite que se encontraban a la entrada del Centro de visitantes. Una buena inocentada que algunos nos creímos.

Neptuno visto desde el lugar de observación



Durante la observación



Juan Carlos Martín hizo esta bonita foto de grupo durante la observación

Finalmente, durante la mañana del último día, nuestro amigo y anfitrión Domingo Benito nos hizo una detallada visita del Sistema Solar a escala que hay por toda la ciudad, explicándonos la génesis del proyecto, las dificultades tanto de construcción como de financiación, sus características y las razones que les llevaron a utilizar los materiales empleados. Los planetas, sumergidos en glicerina, han sido fabricados con impresora 3D, y reproducen fielmente su topografía y color.

El reto fundamental consistía en mantener la proporción, tanto de los tamaños de sus componentes (Sol, planetas y satélites), como de las distancias entre ellos. La escala utilizada es de $1/270.000.000$, que tiene la propiedad de que, si caminamos a un paso medio en el modelo, equivale a desplazarnos a la velocidad de la luz en la realidad.

Cuando todo estaba dispuesto para situar el Sol en la rotonda llamada del árbol Gordo, la Dirección General de Carreteras se opuso a dicha ubicación, y hubo que desplazarla de su posición inicial. Para conservar la escala con rigor, fue necesario modificar ligeramente la posición de alguno de los planetas.

Con esta proporción y con un Sol de 4,8 metros de diámetro, la Tierra de 4,72 cm se encuentra a 555,5 metros, mientras que Neptuno, con un diámetro de 18 cm, está situado a unos 16,7 kilómetros, justo a la entrada a Siega Verde. Plutón, de 0,44 cm, está en la frontera portuguesa de Fuentes de Oñoro, a 21,7 km. El último elemento añadido recientemente, la nave Voyager, se encuentra en Salamanca a unos 85 km, y es el único cuyo tamaño no conserva la escala.

El proyecto fue financiado por diversas instituciones y empresas, y contó con la pequeña pero importante aportación de los mirobrigenses, habitantes de la ciudad. La esfera solar está rodeada de miles de manos de latón con los nombres de los vecinos que han colaborado económicamente.

En definitiva, un agradable fin de semana primaveral, que nos permitió disfrutar de un reencuentro entre socios, conocer la historia del lugar, disfrutar del cielo de Ciudad Rodrigo, hacer nuevos amigos de Astróbriga y valorar el enorme esfuerzo que ha supuesto su proyecto del Sistema Solar a escala, que ya es una realidad.



Domingo Benito explicando el planeta Venus

de Astronomía Supernova, Organiza
vista Astronomía, Siega Verde – Zon
Producciones, IES Fray Diego Tadeo
ción de Guías de Turismo de Ciudad
ación Educativa de Ciudad Rodrigo y
rte de Cantabria.

ecimientos especiales a: Librer
Saura, Fernando Buitrago, Amelia O

colaboración de:



ASOCIACIÓN
PARA LA ENSEÑANZA
DE LA ASTRONOMÍA

En los créditos, se cita a ApEA



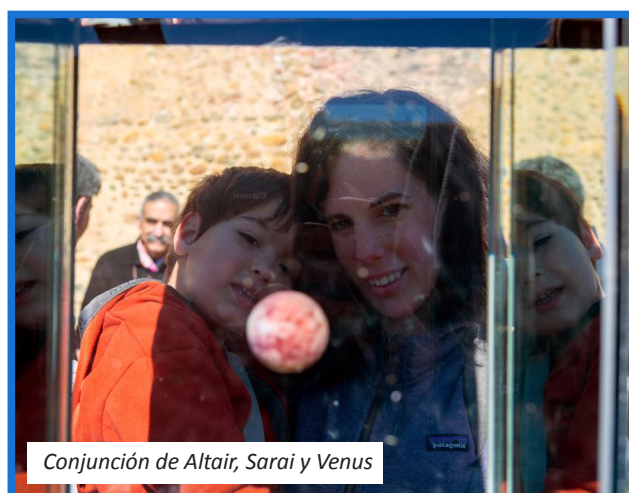
Júpiter y sus lunas



Visitando Saturno, a 5.5 km de Ciudad Rodrigo



Domingo hace juegos malabares con la Tierra



Conjunción de Altair, Sarai y Venus



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

