

# REVISTA ASTRONOMICA

Nº 246  
Junio 1991

AG ISSN 0044-9253  
REGISTRO NACIONAL  
DE LA PROPIEDAD  
INTELLECTUAL Nº 221169

La Dirección de la Revista no se responsabiliza por las opiniones vertidas por los autores de los artículos publicados o por los datos contenidos en ellos.

Patricias Argentinas 550,  
1405 Buenos Aires  
Tel. 88-3366

**DIRECTOR:**  
Ing. Cristian Rusquellas

**REDACTORES:**  
Sr. Horacio Seisdedos  
Ing. Cristian Rusquellas  
**TRADUCTORES:**  
Lic. Carlos N. Castiñeiras

**DIAGRAMACION:**  
Ing. Armando Gleiser  
**CORRECCION:**  
Sr. Saturnino Díaz Terán  
**CANJE:**  
Srta. Gloria I. Roitman  
**EFEMERIDES:**  
Ing. Cristian Rusquellas  
**COMISION DIRECTIVA**  
**PRESIDENTE:**  
Srta. Gloria I. Roitman  
**VICEPRESIDENTE:**  
Sr. Osvaldo P. Moreno  
**SECRETARIO:**  
Arq. Adriana M. Volpe

**TESORERO:**  
Sr. José M. Aiani  
**PRO-TESORERO:**  
Sr. Adolfo Brenman  
**VOCALES TITULARES:**  
Sr. Demóstenes Baudracco  
Sr. Alejandro M. Blain  
Sr. José Luis Palasi  
Dr. Félix Ferrario

**COMISION REVISORA**  
**DE CUENTAS:**  
Ing. Martín Monteverde  
Sr. Jorge Campos  
Lic. Carlos N. Castiñeiras  
**Impreso en:**  
Agencia Periodística CID,  
Av. de Mayo 666, 2º Bs. As.  
Tel. 343-0886/1903/2364/2471

# REVISTA ASTRONOMICA



**Fundador: CARLOS CARDALDA**

**Organo de la Asociación Argentina  
Amigos de la Astronomía**

## SUMARIO

<i>La búsqueda de vida extraterrestre (1ª parte)</i> .....	2
Por Alberto Ballardini	
<i>La gran meridiana de G. D. Cassini</i> .....	5
Por Mario Quadrelli	
<i>Los calendarios (Conclusión)</i> .....	8
Por Miguel Adrián Di Paolo	
<i>Observaciones del Asteroide 2 Pallas</i> .....	11
Por Gustavo Daniel Rodríguez	
<i>Noticias de la Asociación</i> .....	12
<i>Bibliografía comentada</i> .....	13
Por Ricardo Gil Hutton	
<i>Astronovedades</i> .....	13
Por Hernán Cristian Rebak	

## EDITORIAL

La dirección de **Revista Astronómica** desea mantener y aún acrecentar el nivel del contenido, solicitando artículos a activos observadores aficionados como también profesionales, transcribiendo conferencias dictadas en nuestra Asociación, incluyendo traducciones de revistas extranjeras, dando cuenta de las novedades tanto de nuestra Asociación como de la astronomía internacional, reseñando libros recibidos en nuestra Biblioteca, etc.

Pero aunque el agregado de anuncios comerciales ha permitido anular el costo de impresión, subsiste la enorme carga que representa el franqueo, ahora que no contamos con la franquicia de Tarifa Reducida, que nuestra revista poseía desde su aparición en 1929. La C.D. está estudiando como resolver este problema, ya que la Revista además de servir de nexo con los socios, es protagonista de una activa corriente de canje con todo el mundo.

Con la colaboración de todo, esperamos que la aparición sea más regular y el contenido más útil y ameno para los lectores, sea cual sea su nivel de conocimientos.

Hasta la próxima, los saluda

**El Director**

CORREO ARGENTINO SUC. 5 (B)	FRANQUEO PAGADO Concesión Nº 2926

# LA BUSQUEDA DE VIDA EXTRATERRESTRE

1ª Parte

Por Alberto Ballardini

¿Es posible que el hombre no tenga con quien entablar un diálogo cósmico? Así parece al menos por ahora, ya que la civilización tecnológica terrestre es aún incipiente como para dar una respuesta definitiva a este cuestionamiento.

Si partimos de la base de que hay un "principio cosmológico" por el que todos los eventos se repiten una y otra vez (deducido de la observación), no hay razón para creer que tanto la vida en la Tierra como la evolución hacia la tecnología comunicativa son casos absolutamente locales. Quizá sí es exclusiva la vida tal como la conocemos aquí, en el sentido de una química biológica particular debido a su provincianismo; lo más probable es que no existan margaritas en un sistema extrasolar, pero tal vez haya algo que cumpla la misma función de las flores terrestres.

Si aceptamos el principio cosmológico, tiene que haber otras formas de vida, otros seres con quien intercambiar opiniones y de quienes aprender muchas cosas, pero inmediatamente surge otra pregunta: si realmente existen, ¿dónde están? ¿por qué no nos hemos contactado aún con otras inteligencias? Dejando por ahora afuera el fenómeno OVNI, la creencia general de la actualidad es en un Universo en el que la vida no es algo raro. Ya en la antigüedad, Metrodoros dijo que "considerar que la Tierra es el único mundo habitado en el espacio infinito es tan absurdo como asegurar que en todo un campo sembrado de mijo sólo germinará un grano". Aunque estas palabras, para la época en que fueron dichas, tienen mucho de intuitivas, se trata precisamente del espíritu básico con que se desarrollan actualmente todos los trabajos en búsqueda de vida extraterrestre.

La Astronomía, como cualquier otra ciencia que se precie de tal, no puede establecer consideraciones serias apoyándose exclusivamente en labores teóricas. Sería contradecir el fundamento científico de la comprobación efectiva de la teoría. Sin embargo, el tema de la vida extraterrestre elude hasta el momento toda comprobación; solamente nos queda al presente sustentarnos en el edificio teórico, hasta que se detecte el primer mensaje inteligente.

Mucho se ha hablado y escrito sobre este tema y los resultados fluctúan según que los cálculos se hagan de forma optimista o pesimista. Antes de intentar la búsqueda, no de vida extraterrestre, sino de otros sistemas planetarios, habría que hacerse tres preguntas básicas: 1) ¿Cuál es el origen del sistema solar? Si no conocemos esta respuesta con un aceptable grado de seguridad, no podremos decidir si los planetas son consecuencias normales o anormales de las estrellas; 2) ¿cuál es la procedencia de la vida? y 3) ¿cuál es el origen de la vida sobre la Tierra?

El problema que nos ocupa bien puede dividirse en dos temas que son de igual complejidad, al menos por hoy. El primero es el que involucra a los astrónomos en el descubrimiento por vía indirecta de otros sistemas planetarios; el segundo necesita de los radioastrónomos para detectar un

posible mensaje de otros seres inteligentes.

De más está decir que si la Astronomía logra descubrir otros sistemas en diversas etapas de desarrollo, serviría enormemente para una mejor comprensión del origen del nuestro. Esta búsqueda está llena de preguntas y desgraciadamente hay pocas respuestas. ¿Todas las estrellas, en su etapa de formación, tienden a generar sistemas planetarios? Si es así, todas estarían rodeadas de planetas, aunque las más energéticas no les darían tiempo para desarrollar vida y además (y principalmente) estarían compuestos casi exclusivamente de hidrógeno y helio, es decir, serían del tipo gigante.

Según una serie de simulaciones efectuadas por Stephen Dale, Richard Isaacsman y Carl Sagan, los planetas de tipo terrestre se darían o bien cerca de su estrella, o bien mayormente en alternancia con los gigantes en las clases espectrales posteriores a F2; los planetas gigantes cercanos a su estrella serían exclusividad casi total de astros de tipo O, B y A.

En el caso particular del sistema solar, que se toma como prototipo del valor medio, los materiales refractarios se condensaron cerca del Sol, mientras que los menos refractarios lo hicieron más lejos. Los planetas del tipo terrestre se formaron con materiales tales como silicatos y hierro, y parece ser que los gigantes se integraron inicialmente con elementos como carbono, nitrógeno y oxígeno, adquiriendo posteriormente grandes cantidades de hidrógeno y helio. Sabemos que Júpiter y Saturno cumplen con ese patrón, pero no sucede lo mismo con Urano y Neptuno; esto implica que en una etapa posterior a la formación del sistema solar, se perdió gran cantidad de hidrógeno.

La idea acerca de civilizaciones extraterrestres no es nueva; Anaxágoras, Plutarco, Luciano de Samosata, Nicolás de Cusa, Giordano Bruno y Kepler son algunos de los que se mostraron partidarios de su existencia, aunque en todas las épocas la idea tuvo acérrimos enemigos (principalmente la Iglesia Católica, sostenedora del dogma de la unicidad del hombre). En épocas tan recientes como el siglo pasado, algunos astrónomos creían ver en la Luna ciudades y ferrocarriles, mientras que otros especulaban que los anillos de Saturno servían para hacer más confortable la vida a los habitantes del planeta.

En un intento de explicar la presencia de los planetas en torno al Sol, Sir James Jeans supuso que el pasaje cercano de dos estrellas constituía la única posibilidad de originar un sistema planetario; el choque de dos astros, sabemos hoy, es un acontecimiento estadísticamente muy poco probable. Tampoco faltaron quienes, admitiendo la teoría de Jeans, afirmaron que la Tierra es una monstruosidad cósmica con una especie de moho sobre ella llamado "vida".

Varios fueron los intentos para localizar otros sistemas planetarios. Durante el año 1980 se estudiaron tres estrellas enanas rojas relativamente próximas: Wolf 294, distante 19,1 años luz, Groombridge 1618, a 15,4 años luz y Ross 128 a 10,7 años luz. A pesar de la concienzuda labor no se detectaron perturbaciones de ningún tipo en el movimiento de dichas estrellas, que habría denunciado la presencia de un cuerpo masivo orbitando en torno a ellas. El caso más espectacular fué el del satélite de investigación infrarroja IRAS, que durante una tarea rutinaria de calibración en 1983, descubrió un "disco de acreción" que orbitaba Vega, una estrella de tipo

se situada a 26 años luz; en el período que abarcó su vida útil, descubrió protosistemas en Van Biesbrock 8 (21 años luz), Betelgeuse (255 años luz),  $\beta$  Pictoris (50 años luz), y Formalhaut (21 años luz) entre otros. Como vemos, miembros de poblaciones bien diversas. Otras tres probables candidatas se detallan en la Tabla 1, donde:

$D_s$ : distancia en años-luz

M: masa (Júpiter=1)

$D_p$ : Distancia planeta-estrella en UA

Tabla 1

Estrella	Presunto planeta		
	$D_s$	M	$D_p$
Barnard (1)	5,97	1,26	1,8
(2)	5,97	0,63	3,0
(3)	5,97	0,89	4,5
Lalande 21185A	8,20	10,50	4,0
61 Cygni A (1)	11,10	6,00	-
(2)	11,10	12,00	-
61 Cygni B (1)	11,10	7,00	-

En el año 1965 el astrónomo soviético L. M. Gindilis, del Instituto Astronómico Sternberg, publica sus propios cálculos acerca de dicho tema en un artículo titulado "Las posibilidades de comunicación con civilizaciones extraterrestres".

La formulación es la siguiente:

$$N_c = N \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot p_1 \cdot p_2 \cdot t_c$$

en la que:

$N_c$ : número de civilizaciones en la Vía Láctea que coexisten en tiempo con la nuestra.

$N$ : número de estrellas en la Galaxia.

$k_1$ : factor que especifica la presencia de sistemas planetarios.

$k_2$ : factor que especifica los sistemas planetarios con condiciones convenientes para que comience la vida.

$p_1$ : probabilidad de que la vida se inicie en un planeta con condiciones convenientes.

$p_2$ : probabilidad de que en el proceso de evolución de la materia "vida", en un planeta determinado se desarrollen seres inteligentes capaces de congregarse en una sociedad y crear su propia civilización.

$t_c$ : tiempo de vida de las civilizaciones tecnológicamente desarrolladas.

Para el primer factor se estipula  $10^{11}$  estrellas (cien mil millones), que es un valor promedio, ya que algunos hablan de cantidades hasta cuatro veces y media mayores.

El factor  $k_1$  se basa en un análisis de las velocidades de rotación de las estrellas, estudiando sus valores para cada clase espectral; Gindilis le adjudica a ese factor la mayor confiabilidad.

Se sabe a través de los análisis espectrales que cada clase posee una típica velocidad ecuatorial de rotación, la que es más rápida cuanto más temprana, es decir, sigue la secuencia O-B-A-F-G-K-M. A partir de O y hasta F2, las velocidades de rotación no son, en términos generales, inferiores a los 100Km/seg, mientras que en las posteriores a F2 raramente exceden los 50Km/seg; habría por tanto una discontinuidad, que Gindilis atribuye a una transferencia de momento angular del astro a un hipotético sistema planetario. Así, estrellas de clases espectrales G, K y M rotan a razón de unos pocos Km/

seg (el Sol, de clase G, tiene una velocidad de rotación ecuatorial algo inferior a 2Km/seg).

Haciendo un recuento global de las estrellas de estas clases tenemos algo así como el 98% del total de  $10^{11}$  estrellas, por lo que se establece que  $k_1$  está próximo a la unidad.

El astrónomo estadounidense P. van de Kamp efectuó en la década del 60 observaciones sistemáticas de la estrella descubierta en 1916 por E. E. Barnard en Ophiuchus; se trata de la conocida "Estrella de Barnard", una enana de clase M5 situada a unos 6 años luz del Sol, que posee el mayor movimiento propio de todas las conocidas (10,3"/año). Debido a este gran desplazamiento, Van de Kamp pudo establecer unos sutiles cambios posicionales, a la manera de oscilaciones, absolutamente independientes tanto de su movimiento propio como del ángulo de paralaje; de allí dedujo la presencia de un cuerpo planetario de masa algo superior a la de Júpiter con una órbita de excentricidad 0,65. En 1969, van de Kamp corrigió sus cálculos y dijo que podría haber tres cuerpos de masas semejantes a las de Júpiter y Saturno, con lo que las órbitas resultantes tendrían una excentricidad cercana a cero. El astrónomo B. V. Kukarkin también observó esas oscilaciones, llegando a conclusiones similares; son estas conclusiones las que Gindilis toma como referencia para su artículo.

El factor  $k_2$ , al que Gindilis atribuye en principio límites entre  $10^{-6}$  y 0,06, se torna conflictivo; es de notar que estamos demasiado condicionados por el único ejemplo que tenemos y bien puede ocurrir que se hayan pasado por alto ciertas alternativas. Todo lo que podemos hacer, hasta tanto no se cuente con una muestra de organismo extraterrestre, es conjeturar sobre la base de lo que vemos en nuestro planeta, es decir, una biología y una química restringidas.

El valor dado a  $p_1$  quizá está rodeado de demasiado optimismo, atribuyéndosele la máxima probabilidad, aunque deliberadamente se excluye el "elemento azar". Gindilis dice, como muchos otros, que "suponiendo que la vida debe producirse cuando se dan las condiciones necesarias,  $p_1 = 1$ ".

El término  $p_2$  está expuesto de forma un tanto vaga abarcando varias incógnitas, como ser: a) desarrollo de seres inteligentes, b) capacidad de esos seres de formar sociedades y c) creación de civilizaciones, con todo lo que ello implica; se trata de pasos que si bien están interrelacionados, son independientes unos de otros. El propio Gindilis afirma que no es posible determinar la probabilidad para  $p_2$ , ya que si bien debe ser mayor que 0, no necesariamente debe acercarse a 1.

El tema de la inteligencia, factor esencial para lograr el desarrollo necesario que permita la creación de una civilización tecnológica, es de tratamiento complejo. Esta complejidad surge desde el mismo momento en que hay que definirla; primeramente, debemos preguntarnos qué es la inteligencia para poder saber si hay algún organismo en la Tierra que la posea.

Hay algunas razones para suponer que la especie humana es inteligente debido a las características anatómicas y funcionales del cerebro y principalmente por su capacidad creativa. Está comprobado que otras especies con quienes compartimos este planeta también lo son, pero no al nivel del Homo; los delfines y las ballenas son también seres inteligentes, pero lo que hizo del hombre un ser dominante (y por ende más inteligente que los demás animales) es su información

extrasomática, es decir, aquella que no depende de la información genética, que se transmite a través de libros, cultura general y educación. Nuestra evolución genética y fisiológica debe ser considerada dentro del principio cosmológico y por lo tanto, tomada como media estadística universal.

El término  $t_c$  es el más abstracto de todos. Hay puntos de vista dispares que tienden a otorgarle desde una equiparación con el tiempo cósmico (1), hasta valores que están muy por debajo de 1. Una primera estimación da como resultado que  $N_c \sim t_c$ , es decir, el número de civilizaciones y el tiempo medio de vida de ellas serían equivalentes.

Gindilis propone dos caminos, basado en unos trabajos de los astrónomos soviéticos A. I. Oparin, V. G. Fesenkov y K. Shepli; en el primero, habría una civilización en cinco galaxias vecinas, incluyendo la Vía Láctea, M31 y las Nubes de Magallanes (1 por cada  $10^{12}$  estrellas); en el segundo, una por cada  $10^6$  estrellas, es decir,  $10^5$  en nuestra Galaxia y  $10^6$  civilizaciones entre las cinco galaxias vecinas consideradas anteriormente.

Ahora bien, ya que el valor de la función  $f(t_c)$  depende del punto de vista con relación a la duración de la civilización, Gindilis estima que si  $t_c \ll T$  (tiempo cósmico),  $f(t_c) = t_c/T$  y en ese caso no existen demasiadas probabilidades de encontrar una civilización con quien dialogar, y por consiguiente sería sumamente difícil el captar algún posible mensaje.

Gindilis incluye en este punto, aunque sin mencionarlo, un cálculo hecho por el astrónomo alemán S. Von Hoerner, para el caso de la equivalencia entre  $N_c$  y  $t_c$ .

Si  $t_c = T$ ,  $f(t_c) = (T - T_0)/T$ , donde  $T_0$  es el tiempo medio transcurrido entre la formación del sistema planetario y la aparición en él de una civilización técnica. Si se sustituyen los términos de la ecuación por sus valores reales, a los efectos de calcular el valor máximo para  $N_c$ , tenemos:

$(N \cdot k_1 \cdot k_2)$  comprendido entre  $10^5$  y  $10^9$ ;

$p_1$  y  $p_2$  son ambos mayores que 0 y menores que 1;

$t_c = T$  entonces

$N_c = t_c$ .

Posteriormente calcula la distancia media ( $d$ ) que debe haber entre las civilizaciones:

$$d = d_0 \cdot (N/N_c)^{1/3},$$

donde  $d_0$  es la distancia media entre las estrellas de los brazos espirales de la Galaxia (estimada en 7 años luz) y el exponente  $1/3$  es el grado de incertidumbre supuesto.

Los resultados publicados oscilan entre distancias de 32 años luz para  $n/N_c = 10^2$  y 7.000 años luz para  $n/N_c = 10^9$ , aunque Gindilis estima que las distancias a considerar no son menores a varios cientos de años luz y quizá del orden de 1.000 años luz.

Con respecto a los tipos de contacto posibles para los valores hallados anteriormente, el astrónomo soviético propone:

Distancia en años luz	Tipos posibles
$d$ menor que 100	todos
$d$ entre 100 y 1.000	1) unidireccional por radio 2) bidireccional por radio 3) directo (posible aunque improbable)
$d$ entre 1.000 y $t_c$	1) unidireccional por radio 2) unidireccional directo

d mayor que  $t_c$

unidireccional por radio

### La ecuación de Drake

En Occidente, el trabajo más conocido sobre este tema es el debido a F. Drake. Si hacemos una somera comparación entre las exposiciones de Gindilis y Drake, vemos que las conclusiones a que ambos llegan son similares, a pesar de las diferencias existentes entre los términos de ambas ecuaciones.

Pasemos ahora a considerar las alternativas de cada término, exponiendo las principales características que debe reunir cada uno de ellos a los efectos de llegar a una estimación razonable:

**N:** Drake alude al ritmo de formación estelar por año (aproximadamente diez estrellas), mientras que Gindilis toma la totalidad de las estrellas de la Galaxia ( $10^{11}$ ). Si bien el razonamiento de los dos es parecido y tienden a lo mismo, el soviético le atribuye al término  $k_2$  una variabilidad muy amplia, cosa que Drake no hace; esta variable es la que influye para que los resultados sean semejantes ya que el límite inferior dado a este factor reduce notablemente el valor inicial de  $N$ .

**k1:** Este término ya fué ampliado anteriormente.

**k2:** Las condiciones favorables para el inicio de la vida tal y como la conocemos aquí serían:

a) el planeta no debe ser muy pequeño, porque de lo contrario no retendría una atmósfera adecuada.

b) no debe ser demasiado grande, porque estaría compuesto casi exclusivamente de la misma materia que forma los planetas gigantes de nuestro sistema y en ese medio no sería posible la formación de organismos vivos.

c) no debe estar demasiado cerca de la estrella pues recibiría demasiada energía de corta longitud de onda y además la gravitación de la estrella frenaría la rotación planetaria; así, del lado que da al astro la temperatura sería muy elevada y del otro lado muy baja.

d) no debe estar demasiado lejos (2) de la estrella porque sería un mundo muy frío y en esas condiciones, si existe un organismo vivo con posibilidades importantes de desarrollo, se vería aletargado y los procesos vitales insumirían lapsos muy dilatados (3).

e) la órbita no debe tener una excentricidad muy elevada, ya que de lo contrario entraría cíclicamente en periodos de frío y calor, impidiendo la creación o el desarrollo de la vida.

f) una estrella apta debe alcanzar la estabilidad termonuclear y estar en la Secuencia Principal el tiempo suficiente para que en un planeta se den las condiciones para que surja la vida.

g) el flujo energético de la estrella no debe variar significativamente en el curso de su estabilidad.

$p_1$ : Se supone que al haber condiciones convenientes en un determinado planeta, no habría impedimento para el desarrollo de la vida. Los fósiles terrestres más antiguos datan de unos 3.500 millones de años, habiendo razones para suponer que la vida se habría iniciado hace 4.000 millones de años, o sea solamente 500 millones de años después de la formación del planeta; sería un punto muy importante en favor de la vida en general si aceptamos el principio cosmológico, ya que implicaría que la formación de organismos es la tendencia natural.

Los trabajos debidos a John Haldane y Aleksandr Oparin en relación a cuál pudo haber sido la atmósfera terrestre primitiva, se orientaron a través de un minucioso análisis.

Segun Oparin, el carbono de los vegetales (que ahora se manifiesta como yacimientos de carbón), debió haber estado en su origen como parte de la atmósfera en forma de anhídrido carbónico; el oxígeno de la atmósfera actual fué producido por las reacciones fotosintéticas de las plantas, que disocian el dióxido de carbono en sus componentes, fijando el carbono en sus tejidos y devolviendo el oxígeno al aire; la atmósfera terrestre primitiva no contenía oxígeno, y por consiguiente tampoco ozono.

Bajo tales circunstancias, la luz ultravioleta del Sol llegaba libremente hasta la superficie, originando reacciones entre las moléculas de nitrógeno, dióxido de carbono y agua en compuestos más complejos, tales como los aminoácidos y ácidos nucleicos más simples, que al no tener obstáculos en su desarrollo debido a la falta de predadores, se veían libres para integrar moléculas más complejas, de las que pudieron originarse los seres vivos.

Tengamos en cuenta también el experimento llevado a cabo por los físicos Harold Urey y Stanley Miller en 1950, cuando simularon la atmósfera primitiva de la Tierra, a la que supusieron compuesta de hidrógeno, agua, amoníaco y ácido sulfhídrico, y colocándola en un recipiente cerrado la sometieron a descargas eléctricas que suplantaron los relámpagos y la luz ultravioleta solar; al cabo de un corto tiempo, el recipiente comenzó a opacarse, al cubrirse sus paredes de una sustancia oscura y espesa, que al ser analizada resultó estar integrada por moléculas orgánicas complejas y partes constituyentes de proteínas y ácidos nucleicos. Urey y Miller y quienes reprodujeron luego el experimento, notaron que las sustancias básicas de la vida eran fáciles de fabricar, aunque como dijo Carl Sagan, "si bien son las notas de la música de la vida, no es la música en sí".

No hubo nada en estos experimentos que fuera peculiar de la Tierra; tanto los gases iniciales como las fuentes de energía son comunes en todo el Universo y también es posible que estas mismas reacciones sean las que produzcan la materia orgánica de las nubes interestelares y los aminoácidos de los meteoritos.

**p2:** Las probabilidades de evolución serían:

- a) Crecimiento importante del cerebro para establecer una relación masa cerebral/masa corporal adecuada.
- b) Capacidad de adaptabilidad planetaria global y de modificación del medio ambiente.
- c) Creación de herramientas.

Podría suceder que no se dieran los pasos b) y c), o sea, que un planeta posea vida abundante pero que la evolución, por alguna causa, se detuviera y no tendiera hacia la vida inteligente; en ese caso no podría percibirse, salvo efectuando una exploración directa.

**tc:** El tiempo de vida de cada civilización se restringiría al control de su autodestrucción.

No resulta fácil, al menos para la mayor parte de la Humanidad, vivir con la sombra de la guerra nuclear acosándonos, por más que es bien sabido que una contienda nuclear total (y hasta parcial) no favorecería a vencedores ni a neutrales; los efectos nos llegarían a todos.

Así como resulta difícil pensar como un ser extraterrestre, también lo es admitir que esta variable de duración de una civilización abarque a otras en el Universo. Tengamos la serena esperanza de que la autodestrucción sea una enferme-

dad exclusivamente terrestre y no contagie a otras formas de vida.

(1) Estimado por Gindilis en  $10^{11}$  años.

(2) No debemos hacernos a la idea de que tanto la distancia a la estrella como la estrella misma tienen que ser iguales a la situación que se da entre la Tierra y el Sol: un planeta que orbita una estrella tipo M tendría necesariamente que estar más cerca de ella para recibir la misma energía que la Tierra recibe del Sol. Al decir "demasiado cerca" o "demasiado lejos", se hace referencia a casos extremos.

(3) Períodos que podrían ser similares a los de permanencia en la secuencia principal.

(Continuará)

## LA GRAN MERIDIANA DE GIAN DOMENICO CASSINI

Por Mario Quadrelli

Lavagna, Italia

Si pudiéramos figurarnos una "hit parade" en la que aparecieran aquellos que pusieron la piedra fundamental de la Astronomía moderna, Gian Domenico Cassini podría ocupar el puesto de honor, al lado de Copérnico, Kepler, Newton y Galileo. En efecto, él fue después de este último el primer verdadero investigador del cielo que dio gran impulso al trabajo óptico-instrumental, y, por sus profundas indagaciones en torno al sistema solar, podemos considerarlo el "padre de la Planetología", entendida en sentido moderno.

Nacido en 1625 en un pequeño lugar de la Liguria (Italia), espíritu versátil, ya de joven adopta la nueva manera de investigar siguiendo los fundamentos del método galileano al que se adhiere en sus estudios. Por otro lado se destaca en la matemática, muestra mucho interés, entre otras cosas, por la poesía y, aunque parezca una incongruencia, se ocupa activamente de astrología, en la que deviene expertísimo en compilar horóscopos (aun el gran Kepler se interesaba en esa superchería). Si esta última actividad en aquella época era tenida en gran consideración, es sin embargo la matemática la que le da pronto notoriedad, hasta el punto en que en 1650 es llamado a Bologna por el marqués de Malvasia, y teniendo apenas veinticinco años el Senado de dicha ciudad le ofrece la cátedra universitaria de Astronomía, cargo que desempeña hasta 1669 en que se traslada a París, llamado a la corte de Luis XIV el "Rey Sol", quien entre otras cosas le confiere el título de Académico.

En el período transcurrido en Bologna (1650-1669) se interesa también por problemas militares e hidráulicos. En efecto, en 1656 es llamado a dirimir la controversia entre las ciudades de Bologna y Ferrara por la sistematización de las inundaciones en la llanura paduana, y en 1664 el papa Alejandro VII le encarga asumir su defensa contra el ducado de Toscana en la disputa por la regulación del río Chiana.

Pero su principal actividad descansa siempre en la Astronomía, a la que dedica sus mayores empeños, y que será la que le dará satisfacciones y fama; en particular sus profundos estudios del sistema planetario a los que se aplica casi enteramente usando instrumentos lo más exactos que era posible obtener entonces y nuevos métodos de medición considerados en su época casi revolucionarios. Muy exigente en la perfección de los elementos ópticos, se hace fabricar las lentes

solamente por dos hábiles especialistas italianos, Eustachio Divini de Bologna y Giuseppe Capanni de Roma.

La exactitud de las observaciones de detalles superficiales planetarias le permiten descubrir la rotación sobre sus propios ejes de Venus, Marte, Júpiter y Saturno (último planeta por entonces conocido), calculando inclusive sus períodos. Gracias a sus escrupulosas observaciones de las características superficiales de Marte acierta a notar que éstas cambian con la alternancia de las estaciones marcianas. De Júpiter, además de la famosa mancha roja, descubre que el período de rotación de las zonas polares difiere del de las ecuatoriales.

Son célebres sus observaciones de Saturno, sometido por él a un detallado estudio con la intención de resolver el enigma del "planeta triple" que tanto diera que pensar a Galileo, descubriendo que el anillo supuesto por Huygens como solución al aspecto hinchado del planeta es real, y no de una sola pieza sino dividido en dos partes de diferente ancho por la división que ahora lleva su nombre (en París descubrirá en forma sucesiva sus cuatro satélites principales: Japetus, Rhea, Thetis y Dione).

Pero la obra de ese período que dejará a la posteridad testimonio de su genio, será la gran meridiana de la catedral de San Petronio en Bologna, la más grande que haya sido concebida y realizada.

¿Porqué una meridiana tan especial?

Cassini intenta resolver el problema de las distancias interplanetarias y en particular hallar el valor de la Unidad Astronómica, o sea la distancia Tierra-Sol, base fundamental conocida por entonces sólo en forma aproximada. Pero primero es necesario obviamente aprender a fondo el movimiento del Sol al que está estrechamente ligada la solución del otro problema; en efecto, a pesar de haber transcurrido algunos decenios desde que Kepler enunciara sus leyes, un poco por incredulidad o tal vez mas bien por negligencia por parte del mundo científico-astronómico, permanecía aún sin solución el problema básico: el Sol, ¿recorre su órbita con movimiento uniforme, o bien existe y es real la desuniformidad puesta en evidencia por las observaciones?

El se impone como prioritario el hallar la solución del dilema, que quiere sin embargo resolver con nuevos métodos e instrumentos de medición de gran precisión, y sólo una meridiana horizontal y muy larga posiblemente permitiría obtener valores confiables.

En honor a la verdad, hacía ochenta años, alrededor de 1575, el padre Ignazio Danti, matemático y cosmólogo, se había hecho construir una meridiana similar, aunque más modesta, que quedó inutilizable debido a labores de ampliación del templo; es de presumir que de este precedente toma Cassini la inspiración para construir una más grande y precisa.

Una vez obtenida la autorización del Senado de Bologna, se inicia la construcción en 1653. Lo ideal sería poder trazarla enteramente en la nave izquierda, que es la más expuesta al Sol de mediodía, pero la orientación del eje central del Duomo no coincide con la del meridiano, por lo que la meridiana debe necesariamente prolongarse en la nave central. El problema es primordialmente de trazado y matemático: en efecto, se trata de resolver un triángulo rectángulo formado por un cateto conocido, dado por la distancia de un orificio practicado en el techo y su proyección en el piso

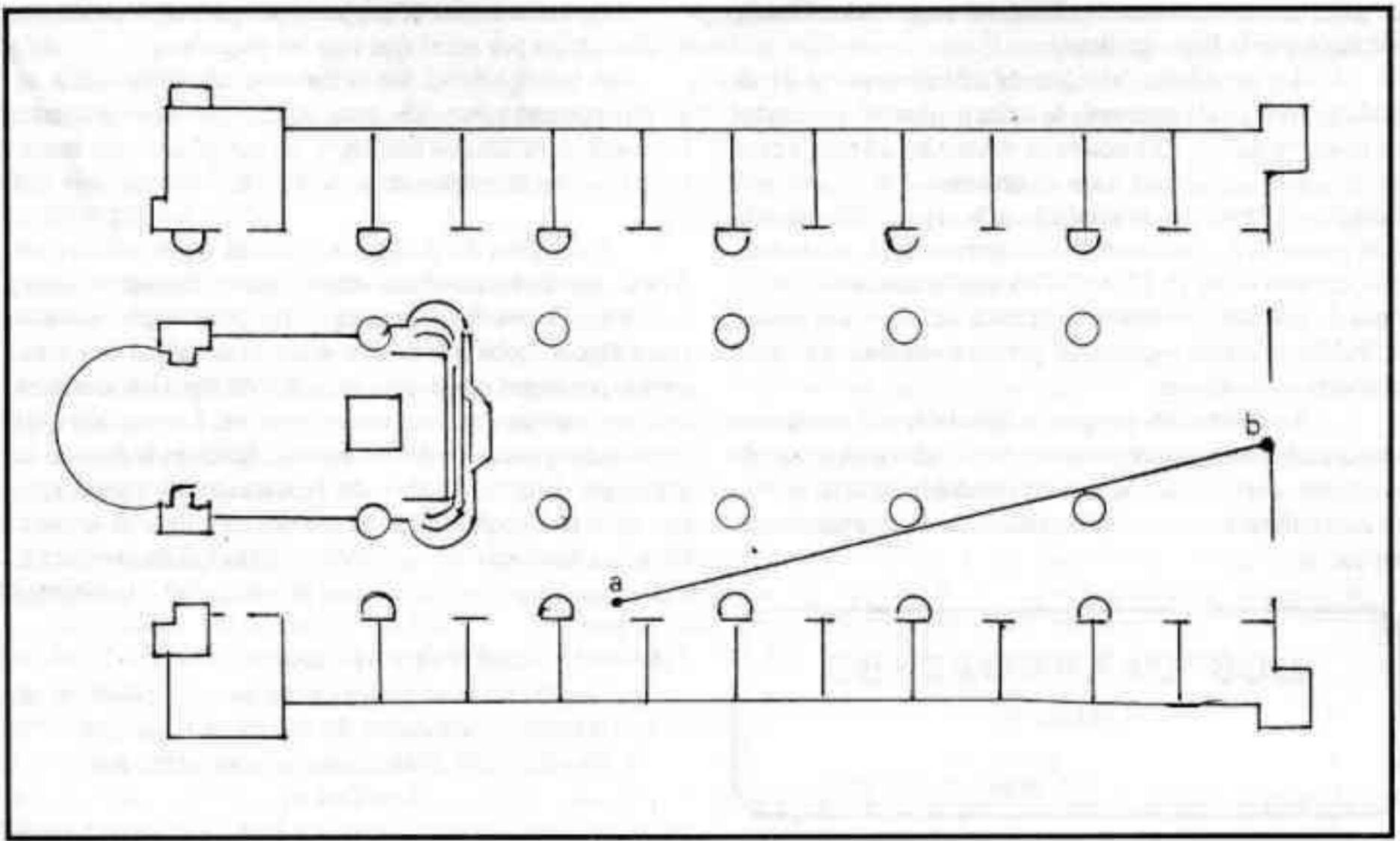
(altura), el otro cateto variable dado por la línea meridiana (base) y la hipotenusa igualmente variable dada por el rayo solar pasante por el orificio y su intersección con la línea meridiana. Sabiendo que en el día del Solsticio de Invierno, estando el Sol en su mínima declinación, la hipotenusa tiene la máxima longitud y, teniendo en cuenta que en ese día en Bologna el Sol tiene una altura aproximada de  $21^\circ$ , resolviendo el triángulo conociendo la altura que es de 27.10m corresponde una base de 67.84m, largo máximo de la meridiana. Puede así definirse el trazado que, partiendo de la proyección del agujero practicado en el techo de la nave izquierda, atravesando el intercolumnio, va a terminar a la izquierda de la entrada principal (ver figura).

No queda ahora sino pasar a su realización. Una vez establecido el punto exacto del techo donde practicar el orificio, se coloca una plancha de latón con un agujero de 27mm en forma de embudo con el mayor diámetro hacia arriba para permitir que el sol llegue al suelo durante todo el año, la que es ubicada con un error menor de un milésimo de la altura sobre el suelo. Procediendo con meticulosidad, según su costumbre, determina la exacta proyección bajando en una cavidad practicada en el piso un fino hilo de cobre mantenido en tensión con un peso y dejado oscilar libremente hasta su estabilización. En el punto de cruce de dos hilos horizontales perpendiculares entre sí y el hilo a plomo, queda la proyección del orificio fijada inmediatamente en una plancha de mármol colocada horizontalmente sobre el pavimento.

Una vez encontrado el punto de partida, debe ahora pensarse en el trazado de la línea meridiana. Por lo pronto coloca sobre el piso un gran enlosado perfectamente nivelado por medio de un ingenioso sistema de conductos de madera conteniendo agua en reposo. En el primer Solsticio de Verano, sobre el pavimento así preparado, traza el curso del Sol; luego, con un compás de hierro centrado en el punto de proyección ejecuta una serie de intersecciones con la traza antes dibujada obteniendo la orientación de la línea meridiana, visualizada inmediatamente con un alambre tenso, y luego materializada con una línea de hierro empotrada entre dos listas de mármol, de un lado con trazos de igual separación para indicar la distancia exacta al punto de proyección en milésimos de la altura, y del otro de separación variable para señalar los grados de arco meridiano entre el Sol y el cenit. De un flanco otra plancha con grabados de signos zodiacales, y a la extremidad de la línea meridiana dos planchas con grabados del Sol en ambos solsticios.

Como el lector habrá comprendido, esta meridiana no tiene nada que ver con diseños parecidos que se ven en el exterior de los edificios y que tienen por misión permitirnos conocer la hora solar; esto es en cambio una gigantesca regla de cálculo destinada a obtener el valor de la tangente trigonométrica de la distancia cenital de los limbos solares inferior y superior.

El enorme triángulo así concebido dispone de un dato fijo, la altura supuesta dividida en 100.000 partes como el radio de la circunferencia trigonométrica, lectura que viene dada sobre la lista de mármol en distancia expresada en milésimos de la altura, de donde se obtiene la relación entre la altura y el largo del segmento de meridiana comprendido entre el punto perpendicular y la incidencia del rayo solar, relación que corresponde precisamente a la tangente de la



*Planta esquemática del Duomo de San Petronio en Bologna y la meridiana de Cassini. El punto (a) es la proyección perpendicular del agujero practicado en el techo y el inicio de la meridiana; el punto (b) es el fin de la meridiana.*

distancia cenital del Sol.

Con una serie de relevamientos y mediciones de los limbos superior e inferior del Sol obtenidos a mediodía, cuando la imagen solar es bisecada por la línea de hierro, es posible obtener la distancia del centro del Sol al cenit. Y este es el primer paso que nos permite tener nuestro astro central bajo permanente control.

Este se mueve a lo largo de la Eclíptica, pero un dato importante para saber cómo se mueve, es su posición sobre la misma en el momento de la observación, o sea su longitud celeste; pero para determinarla se necesitan dos datos fundamentales: la latitud del observador (en este caso la de San Petronio) y la inclinación de la Eclíptica. Para la primera halla el valor muy exacto de  $44^{\circ} 29' 22''$ ; para la segunda él corrige el valor anteriormente establecido de  $23^{\circ} 30'$  a  $23^{\circ} 29'$ , más próximo al verdadero. Una vez en posesión de estos parámetros fundamentales, es posible resolver el triángulo y calcular las coordenadas del centro solar.

En este punto, poseemos todos los datos para seguir fácilmente al Sol en su desplazamiento anual, controlar todos los movimientos, determinando con exactitud su posición sobre la Eclíptica.

El resultado de sus precisas observaciones no se hace esperar. En primer lugar y de la mayor importancia, el de resolver el dilema del movimiento, que era lo establecido como prioritario: el Sol se desplaza en forma no uniforme tanto aparentemente como físicamente. En 1656, de la confrontación de las mediciones del diámetro angular aparente del Sol efectuadas en el Equinoccio de Primavera (del hemisferio norte) y la efectuada el 25 de Julio ( $31'40''$  y  $31'05''$  respectivamente) resulta una diferencia de  $35''$ , de donde el Sol aparece más pequeño en esta estación que en Primavera. Otro dato interesante obtenido de estas observa-

ciones es la de que existe también una diferencia en el avance diario por las mismas fechas:  $59'27''$  en marzo y  $59'17''$  en julio, lo que es una inequívoca confirmación de la falta de uniformidad del movimiento. De estos datos surge un axioma: que a la diferencia de diámetro aparente corresponde una diferencia de la distancia Tierra-Sol, y que tal distancia es inversamente proporcional al diámetro.

De la meridiana obtiene Cassini datos con que elaborar la tabla del movimiento solar para calcular con la máxima precisión la efemérides del Sol, y además una nueva tabla de la refracción celeste.

Todo esto, visto a través de nuestra óptica actual, propia de la era electrónica, cuando para obtener los mismos resultados es suficiente oprimir algunas teclas de una computadora, se nos aparece como algo obvio y que no amerita ser puesto tan de relieve; pero en aquella época la cosa no era tan evidente, y mucho menos obvia. La Astronomía europea, mantenida en hibernación por más de un milenio al nivel cultural alcanzado por los antiguos griegos, se estaba despertando lentamente de su letargo abriéndose camino fatigosamente a través del traidor pantano del oscurantismo medieval, en el que nuevas concepciones cosmológicas que no siguieran estrictamente lo establecido, o no concordaran con las Sagradas Escrituras, hacían al responsable sospechoso de herejía, y frecuentemente pasible de condena, de lo cual es prueba la abjuración impuesta a Galileo.

A Gian Domenico Cassini le corresponde el gran mérito de haber contribuido de modo relevante con su obra al abatimiento del muro erigido por el conservadurismo y la jerarquía eclesiástica de entonces en defensa a ultranza del bimilenario postulado aristotélico de que el Universo no podía ser "imperfecto", de donde los movimientos planetarios debían ser absolutamente circulares y uniformes, inician-

do así el camino hacia nuevos horizontes siguiendo el rumbo señalado por la física galileana.

La meridiana, inaugurada oficialmente el 21 de junio de 1655 con la presencia de todos los doctos de la ciudad de Bologna, luego del traslado de su creador a Francia cayó en desuso y quedó en estado de abandono. A su retorno a Bologna en 1695, con la ayuda de su hijo y de otros astrónomos procedió a su restauración. Posteriormente, sufrió nuevas restauraciones en 1778 y 1780, con la sustitución de las fajas de mármol laterales y de la línea de hierro por una de latón bien nivelada y graduada, pero nuevamente cayó en el abandono y la incuria.

La meridiana que por su indudable valor histórico tendría suficientes títulos para ser conservada en un museo de la ciencia, cosa desdichadamente imposible dada su estructura, se halla actualmente en un estado de relativa buena conservación.

## LOS CALENDARIOS

(Conclusión)

Por Miguel A. Di Paolo

### APENDICE I

Con el objeto de ampliar la información referente al calendario, se ofrece a continuación una serie de datos muy importantes referidos a los movimientos de los astros.

Dicha información está estrechamente ligada a la organización del calendario.

#### CLASES DE AÑOS - DURACION DE CADA UNO:

En astronomía se manejan 3 clases de años: sidéreo, trópico y anomalístico.

#### AÑO SIDEREO:

Año sidéreo es el tiempo que el Sol emplea en coincidir dos veces con una misma estrella, o en recorrer exactamente  $360^\circ$ . Si en un cierto momento el Sol Verdadero está en S y hay una estrella E en el mismo máximo de longitud, cuando vuelva a pasar por el máximo de longitud E, o sea, vuelva a estar en S habrá terminado el año sidéreo.

#### AÑO TROPICO:

Año trópico es el intervalo de tiempo transcurrido entre dos pasos del Sol por el equinoccio de Primavera o de Aries.

#### AÑO ANOMALISTICO:

Es el tiempo empleado por el Sol en pasar dos veces consecutivas por el perigeo. Es más largo que el Sidéreo, pues el punto P (perigeo) tiene un movimiento anual en sentido directo de  $11",7$  aproximadamente.

Solamente con la definición dada de las duraciones de los tres años se verificará:

AÑO TROPICO < AÑO SIDEREO < AÑO ANOMALISTICO

Los valores correspondientes en unidades medias son:

$$\begin{aligned} \text{AÑO TROPICO} &= 365,242199 \text{ días medios} = \\ &= 365\text{d } 5\text{h } 48\text{m } 47\text{s},5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AÑO SIDEREO} &= 365,2564 \text{ días medios} = \\ &= 365\text{d } 6\text{h } 9\text{m } 10\text{s},1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AÑO ANOMALISTICO} &= 365,2596 \text{ días medios} = \\ &= 365\text{d } 6\text{h } 13\text{m } 50\text{s},0 \end{aligned}$$

De los tres años, el que se utiliza para el calendario es el año trópico por ser el que rige las estaciones.

A lo largo de un año el Sol, visto desde la Tierra, se va proyectando sobre diferentes partes del cielo estrellado. Los antiguos dividieron la órbita aparente del Sol sobre las estrellas en 12 partes llamadas signos del Zodíaco, cada uno de  $30^\circ$ .

Los signos del Zodíaco se cuentan a partir del punto Aries, siendo sus nombres: Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpius, Sagittarius, Capricornus, Aquarius y Pisces. Debido al desplazamiento del punto Aries originado por la precesión, los signos del Zodíaco no coinciden con las constelaciones del mismo nombre. La posición aparente de los planetas y del Sol en el Zodíaco es la base de la astrología. Esta carece de todo fundamento científico y, si bien en el pasado pudo ocasionalmente contribuir al desarrollo de la astronomía de posición, hoy día ha quedado reducida a un simple negocio, que explota la credulidad e ignorancia de la gente.

#### TIEMPO SOLAR VERDADERO:

Tiempo solar verdadero local es por definición, el ángulo horario  $H_o$  del centro del Sol en un lugar dado.

Por definición se tiene, por consiguiente, que

$$H_o = T_v - \alpha_o$$

en donde  $T_v$  es el tiempo sidéreo verdadero y  $\alpha_o$  la ascensión recta del centro del Sol verdadero.

#### MEDIODIA VERDADERO:

En un lugar es el momento del paso del centro del Sol verdadero por el meridiano superior de ese lugar ( $H_o=0$ ). El ángulo horario entre dos mediodías consecutivos define el día solar verdadero, dividido en 24 horas de tiempo solar verdadero, que comienza a contarse a partir del mediodía verdadero.

El tiempo solar verdadero así definido no es un tiempo físico, sino una magnitud geométrica, el ángulo horario  $H_o$ , medida por un número abstracto sin dimensiones. Sin embargo, esta magnitud geométrica puede tomarse como medida del tiempo físico definido por el movimiento en ángulo horario del centro del Sol.

La medida del tiempo definida por el movimiento del Sol en ángulo horario, tal como señala un "reloj de Sol" fue utilizada en tiempos antiguos para regular la vida civil. Para la vida moderna tal medida del tiempo resulta muy imprecisa e insuficiente, ya que el movimiento diurno del Sol en ángulo horario está sujeto a grandes y complicadas oscilaciones a lo largo del año, que tienen su origen en las desigualdades del movimiento del Sol a lo largo de la eclíptica y en la inclinación de la eclíptica respecto del ecuador. Como consecuencia de tales oscilaciones el movimiento en ángulo horario  $H_o$  del Sol verdadero es irregular y no puede servir de base para definir un tiempo uniforme.

La determinación del tiempo solar verdadero se puede realizar mediante observaciones directas, midiendo el ángulo horario  $H_o$  del Sol. Así por ejemplo, la medida de la distancia central del Sol mediante un teodolito permite calcular fácilmente el tiempo solar verdadero en función de la declinación en un lugar de latitud geográfica conocida (triangulación astronómica).

#### TIEMPO SOLAR MEDIO:

El tiempo solar medio local  $H_m$  es, por definición, el

REVISTA ASTRONOMICA

tiempo solar verdadero,  $H_0$  corregido de todas sus irregularidades.

Definimos como ecuación del tiempo  $E$ , la suma algebraica de todas las correcciones que es preciso aplicar al tiempo solar verdadero, o sea el ángulo horario del Sol verdadero,  $H_0$ , para despojarlo de todas sus irregularidades. Se tiene, pues, por definición:

$$H_m = H_0 + E.$$

El tiempo solar medio no puede determinarse directamente mediante la observación. La teoría del movimiento de la Tierra y la observación dan a conocer las irregularidades del tiempo solar verdadero respecto al tiempo  $t$  uniforme de la dinámica.

Restando algebraicamente del tiempo solar verdadero esas irregularidades con su signo, lo que equivale a despojarlo de las mismas, se obtiene el tiempo solar medio. Por hipótesis, pues, el tiempo solar medio varía en principio uniformemente.

Sin embargo, la determinación real de las irregularidades del tiempo solar verdadero, o sea, de la ecuación del tiempo  $E$ , solamente puede conseguirse hasta un cierto grado de aproximación. Por lo tanto, el tiempo solar medio calculado mediante tales correcciones aproximadas, sólo será uniforme aproximadamente y en la medida en que la ecuación del tiempo  $E$  sea correcta.

Pero en la hipótesis de ser la ecuación del tiempo  $E$  absolutamente correcta, el tiempo solar medio variará uniformemente y podremos expresarlo como función lineal de tiempo  $t$  de la dinámica.

$$H_m = a + b t$$

Ecuación que define una escala de tiempo solar uniforme, de origen  $a$  y de unidad de tiempo arbitraria  $b$ . Siendo  $H_m$  el ángulo horario  $H_0$  corregido de las desigualdades de su movimiento, elegiremos como unidad arbitraria una unidad de ángulo: una circunferencia completa, o sea, el aumento de  $H_m$  en una circunferencia.

La unidad de tiempo solar así definida ( $b=1$ ) se denomina día solar medio que se divide en 24 horas de tiempo solar medio ( $1h=60m=3600s$ ).

Si queremos identificar formalmente el tiempo solar medio con el tiempo  $t$  de la dinámica, contando en días solares medios tendremos:

$$a = 0 \quad \text{y} \quad b = 1$$

adoptando como origen  $a=0$  del tiempo  $t$ , medido en la unidad  $b=1$  (días solares medios), el instante del mediodía en una fecha determinada. Queda entonces la identidad  $H_m=1$ .

A partir del origen, el tiempo solar medio se anula cada número entero de circunferencias (días solares medios), definiéndose el instante  $H_m=0$  como mediodía medio.

En ese instante se tiene:

$$H_m=0 \quad \text{y} \quad H_0=-E$$

Es decir, el tiempo medio se adelanta sobre el tiempo solar verdadero en una cantidad variable igual a la ecuación del tiempo  $E$ .

La ecuación del tiempo  $E$  se puede expresar en función de las irregularidades  $i_\alpha$  e  $i_t$  de la ascensión recta del Sol verdadero y del tiempo sidéreo. En efecto se tiene ahora:

$$E = H_m - H_0 = i_\alpha - i_t$$

expresión que nos va a permitir analizar más de cerca el

significado del tiempo solar medio. Hemos visto que en cada instante la diferencia entre el tiempo medio sidéreo verdadero y el tiempo solar verdadero local  $H_0$  es la ascensión recta del Sol verdadero. Veamos ahora que significado puede tener la diferencia entre el tiempo sidéreo y el tiempo solar medio  $H_m$ . Observemos, en primer lugar, que según la fórmula:  $H_m = H_0 + E$  y  $E = H_m - H_0 = i_\alpha - i_t$ , la diferencia entre  $T_v$  y  $H_m$  es:

$$T_v - H_m = T_v - H_0 - E = \alpha_0 - i_\alpha + i_t$$

o sea, la ascensión recta del Sol verdadero corregida de sus propias irregularidades  $i_t$  del tiempo sidéreo verdadero  $T_v$ . Como es sabido esta irregularidades  $i_t$ , provienen de muy diversas causas. La principal irregularidad de  $T_v$  es la ecuación de los equinoccios  $EE$ . Habremos eliminado la principal irregularidad de  $T_v$ , y solamente quedarán las pequeñas irregularidades debidas a las variaciones en la velocidad de la Tierra en su rotación, a las ligerísimas oscilaciones del meridiano y a la pequeña variación secular de la procesión en ascensión recta a unos  $0,00002$  por año.

Efectuando la corrección de  $E$  se obtiene:

$$T_n - H_n = \alpha_0 - i_\alpha + i'_t$$

en donde:

$$i'_t = i_t - EE$$

son las mencionadas irregularidades del tiempo sidéreo  $T_v$  distintas de la ecuación de los equinoccios  $EE$ , irregularidades que siguen afectando todavía a  $\alpha_0$ . Pero estas irregularidades residuales  $i_t$ , son muy pequeñas y pueden despreciarse sin cometer más que un pequeño error. Con este mismo error por consiguiente, se puede interpretar en cada instante la diferencia  $T_m - H_m$  como la ascensión recta  $\alpha_m$  de un móvil imaginario situado en el ecuador celeste medio de ese instante y caracterizado por un movimiento sidéreo prácticamente uniforme a lo largo el ecuador, que difiere muy poco del movimiento medio del Sol en ascensión recta. Dicha diferencia se puede escribir

$$T_m - H_m = \alpha_m$$

en donde mediremos la ascensión recta  $\alpha_m$  a partir del equinoccio medio  $\gamma_m$  del instante considerado. De esta forma, el valor  $H_m$  de ese punto imaginario, que llamaremos Sol medio, prácticamente es igual al ángulo horario medio del Sol, con sólo pequeñas irregularidades debidas a las variaciones del meridiano y de la rotación terrestre.

El Sol medio así definido puede considerarse, a su vez, como la proyección esférica sobre el ecuador de otro punto imaginario, el llamado Sol ficticio, que recorre la eclíptica coincidiendo con el Sol medio en los equinoccios y con el Sol verdadero en el apogeo y perigeo. Los astrónomos han ideado el Sol medio y el Sol ficticio para hacer posible, a partir del movimiento teórico de estos dos puntos, la medida del tiempo solar medio.

#### CICLO SOLAR:

Se llama ciclo solar un período de 28 años, al cabo de los cuales los días de la semana vuelven a caer en las mismas fechas del año. Se llama solar, no porque tenga que ver nada con el curso del Sol, sino porque sirve para fijar el domingo, que se llamaba y se llama todavía en muchas partes día del Sol. Fijado este día, queda determinado el orden de los demás días de la semana en el año.

## MOVIMIENTOS DE TRASLACION DE LA LUNA UTILES EN LA PREPARACION DE CALENDARIOS

### ORBITA DE LA LUNA:

La órbita de la Luna es una elipse que recorre en 27 días y 7 horas. La velocidad de la Luna en su órbita es de  $13^\circ$  por día, mientras que la del Sol es de un solo grado. El plano de la órbita lunar no coincide con el plano de la eclíptica sino que forma un ángulo de  $5^\circ 8'$ .

La línea de intersección entre los dos planos, el de la eclíptica y el de la órbita, se llama línea de los nodos. El punto N, por donde la Luna pasa del hemisferio austral al boreal se llama nodo ascendente, y el punto N' por donde pasa del hemisferio boreal al austral se llama nodo descendente. La forma verdadera de la órbita lunar no es, sin embargo, una elipse cerrada, porque la Tierra adelanta sin cerrar su propia órbita, mientras que la Luna gira en su derredor.

### CICLO LUNAR:

El ciclo lunar es un período de 19 años, al fin de los cuales las diferentes fases de la Luna se repiten en el mismo orden.

### AUREO NUMERO:

Aureo número de un año es el número que indica el lugar que ocupa el año dado en el ciclo lunar.

El año primero de la era cristiana coincidió con el segundo del ciclo lunar. La regla para encontrar el áureo número de un año cualquiera es la siguiente: se agrega una unidad al año de que se trata y se divide por 19; el cociente indica el número de ciclos transcurridos y el resto es el áureo número. Si el resto es cero, el áureo número es 19, o lo que es lo mismo el último año del ciclo que representa el cociente.

## FENOMENOS DEBIDOS AL MOVIMIENTO DE LA TIERRA

### DIAS CIVILES:

Se llama día civil el tiempo que el Sol está sobre el horizonte; y noche, el tiempo que está bajo el mismo.

El Sol, en virtud de la rotación de la Tierra combinada con su movimiento anual, parece describir sensiblemente el paralelo celeste en que se encuentra; este paralelo queda dividido por el horizonte en dos partes: una parte está sobre el horizonte, y se llama arco diurno; la otra queda bajo el horizonte, y se llama arco nocturno. Comparar las duraciones relativas de los días y de las noches, no es otra cosa que comparar el arco diurno con el nocturno. La causa de la desigualdad de los días y de las noches es la inclinación de la eclíptica sobre el ecuador.

Si la eclíptica se confundiese con el ecuador, el día sería igual a la noche en todos los lugares de la Tierra, y en todas las épocas del año saldría a las seis de la mañana y se pondría a las seis de la tarde, a excepción de los polos, en donde el Sol describiría siempre, sin ponerse jamás, el círculo máximo del horizonte. Mas por la inclinación de la eclíptica sobre el ecuador, los paralelos quedan divididos en partes desiguales, y por lo mismo hay diferencia entre los días y las noches.

### ADVERTENCIAS:

1º) La duración de los días y de las noches en una misma época del año es la misma para todos los puntos situados en

un mismo paralelo.

2º) para todos los lugares de la Tierra, a excepción de los polos, el día es igual a la noche en los equinoccios.

3º) El día más largo para un lugar corresponde al solsticio de su verano, y el día más corto al solsticio de su invierno.

4º) Para una misma latitud, la diferencia entre los días y las noches es tanto mayor en un día del año, cuanto mayor sea la declinación del Sol.

5º) Para una misma declinación del Sol, la diferencia entre el día y la noche es tanto mayor cuanto mayor sea la latitud del lugar.

6º) En los equinoccios es más sensible el crecimiento o decrecimiento de los días respectivamente que en los solsticios. En los últimos, durante unos diez días, casi no se nota cambio en los días y noches.

## CONCLUSIONES

Se han descrito aquí los tipos de calendarios más importantes de los cuales derivan muchos otros, algunos copiados, otros corregidos por distintas civilizaciones, pero tal vez el hecho más significativo sea que aún en nuestros días con la compleja tecnología que gobierna el mundo no sólo no se ha hallado un calendario perpetuo sino siquiera una división racional del calendario como tenían los mayas hace más de 20 siglos.

El valor en días, de un año medido con el reloj más sofisticado es de 365,24220, pero aún esta cifra es inexacta porque este reloj que mide el tiempo mediante un sistema de emisión de cuantos energéticos emitidos por un material radiactivo (por ejemplo el cesio) indican intervalos de tiempo casi constantes, y ese casi nos indica una desuniformidad del tiempo medido, o tal vez la relatividad del mismo según el punto de vista, en este caso concreto, según sea el elemento de juicio.

De este modo luego de ver toda la evolución del calendario a lo largo de la historia, hemos visto por un lado, la extraordinaria capacidad creativa de las antiguas civilizaciones para dividir el tiempo de manera más o menos uniforme, unos los hicieron en base al movimiento aparente del Sol, otros con respecto a la Luna y algunos combinaron los dos, pero por otro lado vemos muy claramente la limitación del hombre por conseguir una medida uniforme del tiempo en períodos constantes, pero esto es y será imposible pues como dijo el célebre físico y premio nobel Max Planck: "La ciencia es incapaz de resolver los últimos misterios de la naturaleza, porque en el último análisis nosotros mismos somos parte de la naturaleza y, por eso, también parte del misterio que tratamos de resolver."

## BIBLIOGRAFIA

- Astronomía elemental; CABRERA Y MEDICI
- Cosmografía; CABRERA Y MEDICI
- Las maravillas del cielo; A. PALUZIE BORRELL
- Astronomía; FRED HOYLE
- Astronomía Moderna; R. MIGLIARACCA y J. MOLIVER
- Astronomía; BIBLIOTECA HISPANIA
- Enciclopedia Sapiens
- El cielo; J. COMAS SOLA
- Cosmografía elemental; DONOZO Z.
- Geodesia; W. TORGE
- Geodesia; VARIOS AUTORES
- El firmamento; L. RODES

# OBSERVACIONES DEL ASTEROIDE 2 PALLAS

Por Gustavo Daniel Rodríguez

## I) INTRODUCCION

A mediados del año 1989 se comenzó una práctica observacional de los objetos del sistema solar donde se enseñaron técnicas de observación, astrometría aproximada de asteroides y construcción de cartas de posicionamiento.

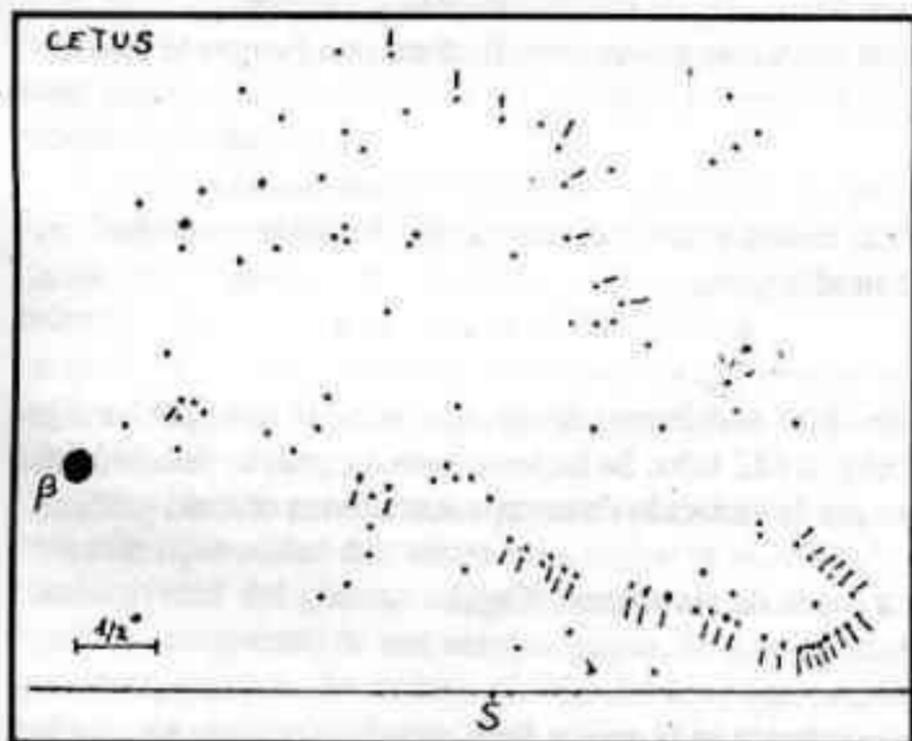
Gracias a esta práctica se encaró la observación del asteroide 2 Pallas durante el segundo semestre del año, con la idea de efectuar astrometría aproximada.

Por las favorables condiciones de observación que presentaba este asteroide, pasando cerca del cenit, también se pudieron hacer prácticas del método de Beyer para estimar su brillo. 2 Pallas alcanzó una magnitud de 8,25 en su oposición que fué el 1º de octubre de 1989.

Como carta buscadora se utilizó el atlas de estrellas variables de la AAVSO, cuya magnitud límite es de 9,5. La primera observación fué realizada el 22 de octubre de 1989 a las 0:36 horas de tiempo universal, usando en esa ocasión un telescopio reflector de foco newtoniano de 300 mm de diámetro.

## II) RESULTADOS

El asteroide fué observado desde el 22 de octubre de 1989 hasta el 3 de enero de 1990, obteniéndose unas cuarenta observaciones del mismo, con las que se calculó su ascensión recta y declinación aproximada; en el mapa que se incluye, se puede ver su movimiento en comparación con las estrellas del fondo. En nueve oportunidades se calculó su magnitud por el método de Beyer; estos valores se muestran en la Tabla 1. Para calcular su ascensión recta y su declinación se determinó la posición del asteroide con respecto a las estrellas vecinas y luego se midió en base a la grilla de coordenadas del atlas. El estudio de estos valores comparados con las posiciones teóricas arrojan un error promedio de  $\pm 6,98$  seg en ascensión recta y de  $\pm 3'57''$  en declinación.



## III) CONCLUSION

En este primer trabajo sobre asteroides se llevó una práctica de astrometría aproximada, observándose al asteroide 2 Pallas por las condiciones observacionales que presentaba en ese momento, aprendiendo a utilizar diversos atlas estelares y a observar objetos de aspecto estelar de movimiento rápido.

TABLA 1

Fecha h:m	Hora TU h:m	AR (1950)	DEC	MAG
Oct. 22	00:36	00:32	-15 42	-
25	00:23	00:30	-16 03	-
26	00:13	00:29	-16 10	-
27	00:00	00:28	-16 22	-
28	00:17	00:27	-16 35	-
29	00:12	00:27	-16 54	-
31	23:23	00:27	-17 12	-
Nov. 1	23:18	00:26	-17 18	-
13	23:57	00:21	-18 41	-
15	00:10	00:21	-18 51	8,92
15	23:31	00:21	-18 53	8,97
17	00:09	00:20	-19 00	9,04
18	00:16	00:20	-19 03	8,97
18	23:22	00:20	-19 05	8,97
25	00:10	00:20	-19 13	-
25	23:43	00:20	-19 16	-
27	23:36	00:20	-19 18	-
29	00:46	00:21	-19 21	9,20
30	00:52	00:21	-19 22	-
Dic. 1	00:14	00:21	-19 22	8,72
2	00:38	00:21	-19 23	9,08
3	00:25	00:21	-19 23	8,72
6	00:26	00:22	-19 22	-
8	00:13	00:22	-19 18	-
10	01:10	00:23	-19 13	-
11	00:56	00:23	-19 11	-
12	00:27	00:24	-19 09	-
14	00:44	00:25	-19 05	-
15	00:09	00:25	-19 03	-
16	00:16	00:26	-19 02	-
18	01:12	00:27	-18 55	-
19	00:28	00:28	-18 53	-
20	00:36	00:28	-18 50	-
21	00:13	00:29	-18 47	-
22	01:09	00:29	-18 41	-
27	00:10	00:33	-18 21	-
28	00:03	00:34	-18 17	-
30	00:23	00:35	-18 04	-
31	00:16	00:36	-18 03	-
Ene. 3	00:27	00:38	-17 50	-

## IV) AGRADECIMIENTOS

No quiero concluir sin expresar mi profundo agradecimiento al Sr. Ricardo Gil Hutton del Observatorio Municipal de Mercedes por sus enseñanzas y valioso apoyo. Igualmente quiero agradecer la ayuda que me otorgaron Carlos A. Vázquez, Roberto Mackintosh y Sergio Domínguez, que con agrado contestaron muchas de mis inquietantes preguntas.

## V) REFERENCIAS

- Manual del Observatorio Municipal de Mercedes para el año 1989
- Atlas de estrellas variables de la AAVSO

# NOTICIAS DE LA ASOCIACION

## **JORGE LUIS FERRO 1944 - 1990**

Víctima de una cruel enfermedad, el pasado 21 de septiembre dejó de existir nuestro consocio y ex miembro de Comisión Directiva, Jorge Luis Ferro. A principios de la década del 70 fué uno de los protagonistas de la renovación total del Taller de Óptica que asentó definitivamente su funcionamiento sobre bases científicas. Paciente constructor de telescopios él mismo, pudimos apreciar los magníficos frutos de su trabajo en diversas exposiciones realizadas en nuestra Asociación, con instrumentos de alta complejidad técnica y fina terminación óptica y mecánica.

Todos los que tuvimos la suerte de poder tratarlo recordaremos siempre su carácter tranquilo, su paciencia y buen sentido, y lamentaremos su prematura partida.

## **PROF. FERNANDO A. RAVIOLI 1908 - 1990**

Otro querido amigo de la Astronomía se ha alejado el último año. Viejo socio de la Asociación (había ingresado en 1949) tuvo un activo desempeño en ella, ocupando varios cargos en la Comisión Directiva, en la que tuvo destacada actuación como Secretario, preocupándose especialmente de que los socios tuvieran cabal conocimiento de la labor de la C. D., por medio de la publicidad dada a sus actas. Fué además uno de los redactores de la última reforma de estatutos, que introdujo una necesaria democratización en la elección de autoridades de la Asociación.

Algo alejado desde hacía algunos años, tuvimos el placer de contar con su presencia en la Asamblea de 1990, sin imaginarnos que sería la última vez que lo veríamos. Falleció el 14 de septiembre.

## **PROF. ANTONIO MANUCCIA 1916 - 1990**

Realmente, 1990 nos ha arrebatado muchos amigos. Socio desde 1956, pasó a fundador en 1969. Músico de profesión (era celista de la Orquesta estable del Teatro Colón), y ex miembro de C. D. y del Observatorio, volcó su talento en la fotografía astronómica, de cuyos frutos están adornadas las paredes de nuestro local social; sus fotos de la Luna, tomadas a través del veterano Gautier son verdaderamente notables.

Su salud se había deteriorado en los últimos tiempos, pero a fines de 1989 parecía haberse recuperado; su ausencia, confirmada por una tardía noticia, demostró que lamentablemente estábamos equivocados.

## **NOVEDADES DE LOS DISTINTOS DEPARTAMENTOS. PERIODO ENERO - MAYO 1991**

### **OBSERVATORIO:**

#### **AREA OBSERVACIONAL**

Se trabajó todo el verano en observación solar, planetaria, ocultaciones y estrellas dobles. También se observaron lluvias meteóricas.

#### **AREA DIVULGACION**

Se realizó un ciclo de observaciones de Marte para el público en general que se extendió durante cuarenta y cinco días. Además de ciclos de Luna y del planeta Júpiter y las tradicionales visitas de los días viernes y sábados.

Todos los ciclos contaron con el especial apoyo del departamento de medios audiovisuales. En todo este tiempo se atendieron más de 2000 personas.

#### **AREA MANTENIMIENTO**

Se restauró por completo el telescopio Prim-Mannent; de la misma manera su habitáculo. Se pusieron en óptimas condiciones todos los telescopios menores, incluyendo el piso de su albergue.

### **RADIOASTRONOMIA**

Comenzaron las pruebas de trabajo con el radiotelescopio de 4 Mts. de diámetro. Se efectuaron mediciones por barrido rápido detectando la emisión por parte del Sol de la energía Síncrotrón en 612 Mhz. Se hicieron rastreos para la detección de Centaurus A (galaxia activa). Además el detector de fulguraciones por la variación de la capa ionosférica efectuó gráficos de la aparición en el Sol de manchas solares.

Se continúan los ensayos para la detección de meteoros a través de las antenas Yagui.

### **FOTOGRAFIA**

Se publicaron artículos de divulgación sobre fotografía astronómica en la revista Foto-objetivo (primera vez que se hace en Argentina). Próximamente los trabajos de astrometría se llevarán a cabo en el Observatorio de La Plata. Falta aun la

formalización del convenio que surgió de un ofrecimiento verbal del encargado del departamento de astrometría del ONLP.

### **INFORMATICA**

Durante los primeros meses prácticamente no funcionó, pero la adquisición de una PC compatible modelo AT-286 16 Mhz le ha dado un tremendo impulso a este departamento con el dictado de cursos y otras actividades de los que se dará cuenta aparte.

### **OPTICA**

Como es común en los tres primeros meses del año, las actividades del taller son mínimas debido a la poca presencia de socios en la institución. Por tal motivo este año se aprovecha la oportunidad para pintar y cambiar vidrios y otras tareas de mantenimiento.

### **LOCAL SOCIAL**

Se ha podido concretar por fin la colocación de rejas en las ventanas y la construcción de la cerca perimetral del terreno de la Asociación, con lo que esperamos el edificio deje de ser objeto de la acción de los vándalos que destrozaban vidrios y pintaban las paredes con aerosol.

## **BIBLIOGRAFIA COMENTADA**

**THE SOLAR SYSTEM** Por T. Encrenaz y J.-P. Bibring, con la colaboración de M. Blanc. Tapa dura, 350 pp., 157 figuras. Publicado en enero de 1990. Editorial Springer-Verlag, Alemania. En Inglés.

Este libro es una excelente obra de planetología general que ofrece un panorama detallado de nuestro Sistema Solar desde un punto de vista astrofísico, incluyendo los datos más recientes obtenidos por las sondas espaciales en los últimos años. Está dirigido a la comunidad científica en general, desde el especialista que la utilizará como complejísima referencia, hasta el amateur avanzado que encontrará en el texto un importante caudal de nueva información.

En los primeros cuatro capítulos se trata el Sistema Solar como conjunto, tocando temas como la variabilidad de los objetos que lo integran, los métodos para estudiarlos, el futuro de la exploración de nuestro Sistema Solar y su formación. Es de destacar la calidad del trabajo realizado por Michel Blanc en el capítulo 4, donde presenta una explicación bastante detallada de la interacción del medio interestelar con nuestro Sistema.

En los siguientes siete capítulos se estudian los diferentes objetos que integran el Sistema Solar, destacándose el capítulo 10, donde se ofrece una buena descripción sobre los procesos físicos que se producen en los cometas.

En el último capítulo se detalla la manera en que la planetología contemporánea se desarrolla y se comentan nuevas posibilidades de investigación.

La obra se completa con dos apéndices en los que se trata con rigurosidad dos temas principales: la movilidad y conductividad del plasma ionosférico y las ecuaciones de equilibrio magnético de una magnetopausa, de gran utilidad para el especialista. Se incluye al final del libro una bibliografía, capítulo por capítulo.

Lo que llama la atención dentro del completo e interesante desarrollo del libro por su contraste con el resto de la

**REVISTA ASTRONOMICA**

obra es la pobreza del capítulo 6 que trata sobre los asteroides; si bien es cierto que esta crítica puede estar afectada por ser este mi tema de trabajo, no es menos cierto que sobre los asteroides se sabe mucho más que lo que allí aparece.

Obviando este último detalle, creo que ésta es una obra que debe ser leída por todo observador interesado en nuestro Sistema Solar, dado que podrá encontrar una importante cantidad de información casi sin errores (9 en total, según la Fe de Erratas) y con los últimos conocimientos científicos.

*Ricardo Gil Hutton*

## **ASTRONOVEDADES CORRESPONDIENTES A LOS MESES DE ENERO-FEBRERO-MARZO 1991**

Por Hernán Cristian Rebak

En estos primeros tres meses se produjeron eventos astronómicos de suma importancia, entre ellos los siguientes:

- Una super-galaxia fue descubierta en la aglomeración Abell 2029 por J. M. Uson, S. P. Boughm y J. R. Kuhm. Ochenta veces mas extensa que la Vía Láctea, completamente cubierta de materia oscura.

- El satélite italiano Rosat tomó una excelente imagen en la frecuencia de onda correspondiente a los rayos X del brillo lunar.

- Por segunda vez se descubre y fotografía el pulsar de la supernova SN 1987 A.

- La NASA tiene previsto construir una nueva nave de lanzamiento denominada HL-20 (sistema de lanzamiento personal).

- El director del Instituto Soviético de investigaciones cósmicas anunció el lanzamiento de un nuevo módulo para ampliar la estación espacial soviética Mir.

- Se está haciendo dificultosa la construcción de la estación espacial norteamericana Freedom por problemas económicos y políticos.

- China tiene previsto construir una nave espacial reutilizable.

- El Quasar 0800+608 ubicado en la constelación del Camello arrojó un chorro magnético (jet) que pondría en peligro las teorías referidas al significado de los campos

*magnéticos de los cuasars.*

•Un gigantesco anillo de polvo de alrededor de 5000 AL atravesando la región donde fue hallada la supernova 1987 A en la Gran Nube de Magallanes. Este anillo está ubicado muy cerca del centro de 30 Doradus.

•*La supernova 1987 A se sigue estudiando mediante las emisiones de rayos gamma y X desde su explosión.*

•Explosiones esporádicas de rayos gamma y sin aviso, son quizá los más enigmáticos y frustrantes objetos en el cielo, que con fuentes desconocidas, eliminando una alta radiación de energía, intriga a los astrónomos.

•*Fue descubierto un cuerpo con una masa impresionante en el centro de la Vía Láctea, los astrónomos piensan que es un supergigante agujero negro.*

•La Unión Astronómica Internacional acepta los siguientes nombres para los nuevos satélites de Neptuno: Proteus, Despina, Thalasa, Naiad, Galotea, Larisa.

•*Estas denominaciones serán aprobadas en la próxima asamblea que la IAU llevara a cabo en julio de este año en nuestro país.*

•Según recientes estudios la radiofuente conocida como Sagitario A corresponde al emisor energético preponderante en el centro de nuestra galaxia.

•*Fue descubierta una especie de cola cometaria que parece escaparse del emisor infrarrojo conocido como IRS-7, identificado como una estrella gigante roja. La cola cometaria sería procedente de la dilatada atmósfera de la estrella, que está siendo erosionada por el flujo de partículas emitidas por Sagitario A.*

•Se construirá Virgo, un proyecto franco-italiano, que utilizará un interferómetro óptico para estudiar las deformaciones del espacio-tiempo correspondientes a las ondas gravitacionales de origen cósmico.

•*El telescopio espacial Sigma reveló una intensa erupción de la fuente de rayos gamma situada en el centro de nuestra galaxia. Esta erupción se caracterizó por la aparición de una protuberancia.*

•Un mapa diseñado por un satélite espacial derribó todas las teorías con las cuales los astrónomos trataban de explicar el origen de las galaxias y revela que el universo es como una gigantesca esponja, mucho más granulosa de cuanto se creía.

•*Los cosmonautas soviéticos Afanasiev y Manarov efectuaron su tercera salida desde que llegaron a la estación Mir, para montar aparatos telescópicos sobre la superficie de la plataforma espacial.*

•En el eclipse penumbral de Luna correspondiente al 29 y 30 de enero, sólo se notó una disminución en el brillo de la Luna llena, en su borde norte.

•*El 2 de enero pasó por el perihelio el cometa Russell 1.*

•Los soviéticos enviarán en 1996 otra nave a Fobos. En 1997 se mandará en misión conjunta soviético-francesa una nave a un asteroide, y en 1998, misiones a Venus y Mercurio.

•*Fue caratulada la estrella del tipo RR Lyrae de magnitud 19.23 ubicada aparentemente al borde de la galaxia elíptica M49 en Virgo como la estrella más lejana de la Vía Láctea.*

•En el observatorio de Arecibo se ha descubierto una pequeña galaxia irregular ubicada a 65 millones de años luz.

•*Continúa el enigma de los Neutrinos solares.*

•Fue descubierto un asteroide troyano del planeta Marte.

•*Las cámaras instaladas en el satélite soviético Granat*

*descubrieron mediante la pasajera fuente de rayos X G.R.S.1121-68, la nova 1991 en la constelación de la Mosca.*

•Los astrónomos Olivier Hainaut y Alan Smetteco con el telescopio danés de 1.54 metros, en La Silla, descubrieron la dramática explosión en el núcleo del cometa Halley.

•*Un nuevo jet fue descubierto en la galaxia elíptica gigante M87 en el gran cúmulo de Virgo.*

•Falleció el astrónomo Harold Mesusky (1923-1990).

•*El estudio del Sol en las radioondas infrarrojas entre 1 y 20 micrones permitió a los astrónomos observar cambios nunca vistos.*

•Cientos de argentinos presenciaron la caída de la estación soviética Salyut 7.

•*La sonda espacial Ulises se halla ubicada a 21 millones de Km de la Tierra, donde orbitará nuestro planeta hasta adquirir la aceleración necesaria para ser expulsada hacia Júpiter con el fin de incrementar su velocidad para llegar al Sol.*

•Actualmente está ubicado a 35.000 metros sobre Nuevo Méjico un globo que estudia la cantidad de ozono en la atmósfera.

•*Cuando se haya colocado el noveno espejo en el telescopio Keck en Hawaii, pasará a ser el instrumento telescópico de mayor diámetro en el mundo.*

•Los científicos han usado una simulación por computadora para investigar el brillo producido por los jets, en los cuasars.

•*En la constelación del Compás, se ha descubierto que la supernova conocida como 6318.9 0.4 que se encuentra ubicada en los límites de la Vía Láctea, es una estrella neutrónica.*

•El telescopio Hubble observó M42, revelando la formación de estrellas en cierta región de la nebulosa de Orión.

•*La Unión Soviética enviará próximamente la sonda "Mars 94" hacia Marte, conteniendo en su interior un paquete de instrumentos.*

•El Pioneer 11 cumplió 17 años en su viaje interestelar. Siete de sus instrumentos siguen funcionando pero no tienen la suficiente potencia.

•*El núcleo del cometa Halley rota una vez cada 7,1 días.*

•Fue descubierto un enorme conjunto de galaxias formados por un grupo de cuasars alineados en forma ininterrumpida.

•*Se instalarán tres telescopios en el polo Sur para comprender mejor como evolucionó el Universo a partir de lo que parece haber sido una nube amorfa. Las observaciones incluirán las más elaboradas exploraciones con medios infrarrojos.*

•Las bisagras agrietadas en la puerta de acceso al Discovery, retrasarán el programa de la NASA para este transbordador, hasta que estas dificultades sean solucionadas.

•*La instalación de un telescopio en las cumbres de la cadena montañosa de Sacramento, permite a los astrónomos elaborar un exhaustivo mapa del Universo.*

•El telescopio espacial Hubble ha enviado a la Tierra imágenes muy nítidas de Marte.

•*Superadas en parte las dificultades presupuestarias, el observatorio del Leoncito continúa en plena tarea.*

