

**REVISTA**

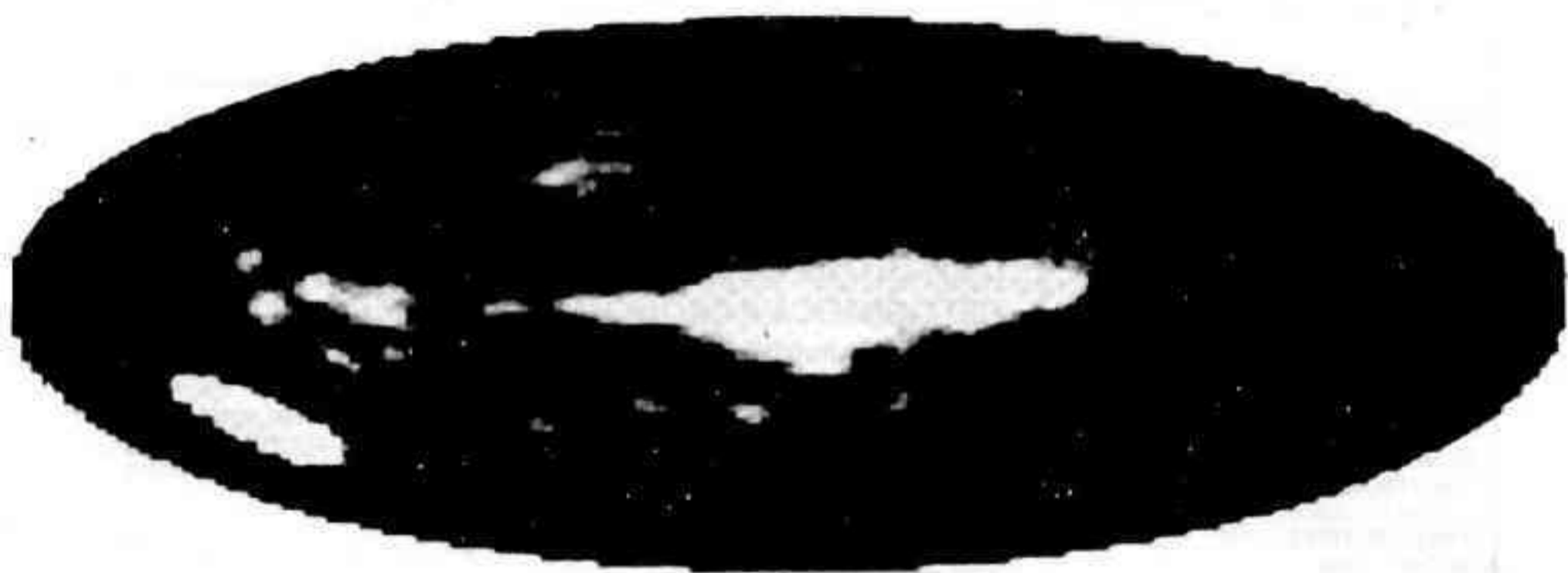
**ASTRONOMICA**



**SEPTIEMBRE 1993**

-

**Nº249**



N° 249

Septiembre de 1993

AG ISSN 0044-9253

REGISTRO NACIONAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL N° 329254

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.

Av. Patricias Argentinas 550, 1405 Buenos Aires, Argentina

Dirección postal: C.C. 369, Correo Central, 1000 Buenos Aires, Argentina.

**DIRECTOR:**

Ing. Cristian Rusquellas

**REDACCION Y TIPEADO:**

Srta. Gloria I. Roitman

Ing. Cristian Rusquellas

**TRADUCTORES:**

Dr. Angel Papetti

Lic. Carlos N. Castiñeiras

**DIAGRAMACION Y CORRECCION:**

Ing. Cristian Rusquellas

**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

**PROSECRETARIO:**

Ing. Ricardo Sánchez

**TESORERO:**

Sr. José M. Aiani

**PROFESORERO:**

Dr. José C. Caldararo

**VOCALES TITULARES:**

Sr. José L. Palasi

Dr. Félix Ferrario

Sr. Alejandro E. Blain

Sr. Demóstenes Baudracco

Ing. Cristian Rusquellas

Sr. Carlos Angeira

**VOCALES SUPLENTE:**

Ing. Jesús López

Sr. Roberto Mackintosh

Sr. Enrique Pereira Lucena

**COMISION REVISORA DE CUENTAS:**

Sr. Miguel Ruffo

Sr. Carlos M. Rua

Sra. Orfelía Vargas de Baudracco

Impreso en COGTAL

Rivadavia 767, Buenos Aires.

CORREO ARGENTINO SUC. 5 (B)	FRANQUEO PAGADO Concesión N° 2928
	TARIFA REDUCIDA Concesión N° 18

# REVISTA

# ASTRONOMICA



**Fundador: CARLOS CARDALDA**

**Organo de la Asociación Argentina**

**Amigos de la Astronomía**

Entidad sin fines de lucro con personería jurídica por decreto de Mayo 12 de 1937, inscripta con el número c/1812. Incluida en el Registro Nacional de Entidades de Bien Público con el N° 6124.

## S U M A R I O

<b>HISTORIA DE LA ASTRONOMIA</b> .....	<b>3</b>
Por Miguel Ruffo	
<b>LA ACTIVIDAD ATMOSFERICA DE JUPITER: APARICION 1991</b> .....	<b>6</b>
Por Roberto Mackintosh	
<b>DISPOSITIVO PARA LA SINCRONIZACION DE CAMARA FOTOGRAFICA Y CRONOMETRO</b> .....	<b>15</b>
Por Rodrigo O. Vázquez	
<b>EL CAMBIO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS ORBITALES DEL B(1950.0) AL J(2000.0)</b> .....	<b>19</b>
Por Ricardo Gil Hutton, <i>Obs. Astr. Félix Aguilar y Yale Southern Observatory</i>	
<b>NOTICIAS DE LA ASOCIACION</b> .....	<b>20</b>
<b>ASTRONOVEDADES</b> .....	<b>21</b>
Por Hernán Christian Rebak	

### EDITORIAL

¿Qué les parece la nueva presentación de Revista Astronómica? El cambio de papel era imprescindible para obtener una buena reproducción de las fotografías; además, tal vez podamos incorporar el color si encontramos la manera de solventar el aumento del costo.

Lamentablemente, como contrapartida, el atraso en la salida ha sido enorme, pero una vez alcanzado el standard de calidad que buscamos, con la colaboración de todos, autores, colaboradores, anunciantes y naturalmente también los lectores, esperamos lograr la regularidad en la aparición que fervientemente deseamos.

Hasta la próxima los saluda,

El Director

**NUESTRA TAPA:** Algunas muestras de la labor del Departamento de Radioastronomía, con mapas de nuestra Galaxia en el continuo de 600 MHz en coordenadas ecuatoriales y galácticas (ver Noticias de la Asociación)

# HISTORIA DE LA ASTRONOMIA

Por Miguel Ruffo

## LA ASTRONOMIA RENACENTISTA I

A fines del siglo XV el desarrollo de las artesanías y el comercio en el occidente europeo había adquirido una importancia fundamental. El comercio había abierto la Europa feudal al Oriente a través de la ruta mediterránea y transformado progresivamente sus condiciones de vida. Aunque las sociedades europeas continuaban siendo predominantemente rurales y su población estaba formada mayoritariamente por campesinos, el mundo urbano, asentado en la artesanía y el comercio, modificaba las relaciones feudales e introducía nuevos sujetos sociales. Entre ellos cabe señalar a la burguesía comercial; ella trajo consigo el nuevo espíritu, inquieto e individualista, que en el ámbito de la investigación científica se manifestaba en una crítica a la metafísica tradicional en favor de las ciencias experimentales.

La investigación moderna de la naturaleza, con sus parámetros científico-experimentales, data de la época del Renacimiento. La autonomización de las ciencias naturales en relación a la teología reconoce en la obra de Copérnico su punto de partida; al perder la Tierra su posición privilegiada en el Universo, también se destronaba al hombre como centro de la Creación. Posteriormente, los trabajos observacionales de Galileo y su nueva física cuantitativa y matemática, cambiaron de raíz la cosmovisión del mundo. Los cielos ya no eran cualitativamente distintos del mundo terrestre ni tampoco perfectos; el telescopio mostró manchas en el Sol, cráteres en la Luna y satélites en Júpiter. Giordano Bruno reflexionaba en torno a la existencia de mundos habitables en la inmensidad estelar.

La primera etapa de la nueva física estuvo representada por la mecánica de los cuerpos terrestres y celestes, avanzándose en el conocimiento de los movimientos planetarios. Primero, con Copérnico se abandonó la teoría geocéntrica y los planetas fueron reconocidos como cuerpos que orbitaban en torno al Sol; luego, con Kepler se descubrieron las leyes de los movimientos planetarios y finalmente, con Newton, los movimientos planetarios fueron explicados desde las leyes generales del movimiento de la materia. Asimismo, el desarrollo de la física óptica, derivado de las necesidades prácticas de la astronomía, facilitó las observaciones estelares y planetarias. Fueron superados los límites de las magnitudes visibles por el ojo humano y se incrementó la población estelar observable. Los planetas dejaron de ser solo puntos luminosos con un movimiento propio en relación a las estrellas fijas, y fueron resueltos en discos.

Ahora bien, como la única forma de movimiento reconocida era la correspondiente al movimiento mecánico, regulado por la gravitación universal, y no se reconocían las

transformaciones en el tiempo de la Naturaleza, una interpretación de inmutabilidad universal era lo predominante en las concepciones naturales; en otros términos, el Universo que se observaba era el mismo desde sus orígenes.

Los cambios en la concepción astronómica estuvieron determinados por un conjunto de factores. Unos estaban relacionados con las necesidades prácticas derivadas de las actividades productivas: cuando el Mediterráneo dejó de ser el eje de los intercambios comerciales y la navegación atlántica se convirtió en dominante, la orientación de los navegantes en un mar abierto, sin costas próximas, exigió nuevos conocimientos astronómicos. El problema principal era el de las longitudes; mientras que la latitud podía determinarse observando la altura de la estrella Polar o la del Sol a mediodía, la longitud sólo podía saberse si se estaba en condiciones de comparar la hora del lugar con la hora del lugar de origen. El navegante Américo Vesputio propuso establecer un observatorio en el monte Valeriano, donde se realizarían observaciones astronómicas. Proponía utilizar a la Luna como reloj visible porque estaba dotada del movimiento celeste más rápido; pero las complejidades del movimiento lunar exigían que para que pudieran ser resueltas se conociesen con precisión los movimientos planetarios.

Pero no fueron solo necesidades de orden práctico las que impulsaron un cambio en la interpretación de aquellos movimientos; hubo otras, de carácter teórico, relacionadas con la influencia de las filosofías platónicas y pitagóricas en los humanistas y científicos del Renacimiento. Hay una glorificación del Sol en las filosofías antedichas y la influencia de estas se manifestaba en los trabajos de Copérnico; así, en un fragmento de "De Revolutionibus", Copérnico aludía a Hermes Trimegisto que estaba relacionado con el culto solar de los faraones del antiguo Egipto. También los trabajos de Galileo se vinculaban con necesidades prácticas y teóricas; el problema del movimiento de los proyectiles de artillería se relacionaba con la ley de la caída de los cuerpos y el principio de inercia, y los nuevos planteos en cuanto al movimiento de los cuerpos se basaba en una crítica de la física aristotélica, que partía del principio de que los cuerpos están en reposo a menos que se aplique una fuerza sobre los mismos, mientras que el cambio de conceptualización galileana lleva a considerar a los cuerpos en movimiento a menos que una fuerza los detenga.

Giordano Bruno criticaba el predominio de los sentidos en la astronomía aristotélico-ptolemaica y consideraba que los trabajos de Copérnico habían establecido el predominio de la razón sobre las percepciones inmediatas.

La época renacentista tuvo una pléyade de importantes científicos; indicamos en la nómina siguiente los aportes principales de cada uno de ellos:

### Copérnico (1473-1543)

Sobre la base del estudio de los autores clásicos y las observaciones experimentales, formuló la teoría heliocéntrica que transformó radicalmente la concepción del mundo. Tal como dice Kuhn, los hombres que creían que la Tierra era tan solo un planeta que giraba alrededor del Sol, valoraban de una forma diferente su ubicación en el marco cósmico; no

era lo mismo considerarse el centro de la creación divina que pensarse como el habitante de un pequeño planeta que no tenía posición privilegiada alguna y que vagaba, como los otros planetas, sobre un fondo de estrellas fijas. La revolución copernicana fue una transformación radical en el campo de las ideas, una transformación en el concepto del Universo que tenía el hombre hasta aquel momento y de su propia relación con los espacios estelares. Copérnico se había propuesto incrementar la precisión y sencillez de la teoría astronómica transfiriendo al Sol funciones que se le atribuían a la Tierra; al modificarse el centro de los movimientos planetarios se cambiaron los conceptos fundamentales de la astronomía. El problema consistía en perfeccionar las técnicas para el cálculo de los movimientos planetarios y esta transformación planteó nuevos problemas, por ejemplo en el ámbito de la física, que solo Newton resolvería.

Tal como lo señalamos, Copérnico se inspiró en los autores clásicos. No desconocía la especulación filosófica de Aristarco de Samos que consideraba que el Sol era el centro de los movimientos planetarios. En un artículo anterior indicamos que las condiciones sociales de la Grecia clásica no favorecieron la adopción del sistema heliocéntrico. El geocentrismo no solo explicaba los fenómenos observables sino que además se relacionaba orgánicamente con las formas de pensamiento social dominante.

Y aunque Copérnico también tuvo que hacer frente a la ideología dominante para desarrollar su sistema del mundo, y aunque su obra fue condenada por herética, razones técnicas, sociales y teóricas llevaron a tomar en consideración su interpretación de los movimientos planetarios.

Debemos tener en cuenta que Copérnico no volvió simplemente a las ideas de Aristarco, sino que postuló toda una mecánica del movimiento de los planetas, más compleja que la de Aristarco, pero más sencilla que la de Ptolomeo y que explicaba el movimiento aparente de los astros. La teoría copernicana tuvo una influencia decisiva en el desarrollo espiritual de la humanidad; se transformó la relación entre el hombre y el Cosmos.

La obra fundamental del sabio polaco fue "De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI". El valor de esta obra reside en sus nuevos principios cosmológicos:

- 1) La Tierra no es el centro del mundo.
- 2) La Tierra tiene movimientos diario y anual.
- 3) Los planetas, al igual que la Tierra, giran alrededor del Sol.

Copérnico se demoró en publicar su obra por temor a una censura eclesiástica. Es así como la historia de la primera edición de "De Revolutionibus" constituye una página de la historia de las tensiones entre el pensamiento científico y el religioso.

La obra al ser publicada en 1543, lo fue con una introducción moderada, donde un autor anónimo redujo la teoría de Copérnico a una simple hipótesis formal. Pese a la condena eclesiástica, la obra adquirió difusión; en esto tuvo importancia el desarrollo de la imprenta, la traducción de "De Revolutionibus" a otras lenguas y el trabajo de dos científicos que siguieron la hipótesis copernicana: Kepler y Galileo.

Con el trabajo de Copérnico iba a llegar a su fin el predominio del "Almagesto" de Ptolomeo. Durante 13 siglos el paradigma ptolemaico había sido considerado como la representación perfecta del Universo. Desde el Renacimiento contamos con un nuevo paradigma astronómico, que sucesivamente revolucionado, introdujo nuevas cosmovisiones de la Naturaleza y del hombre.

Frente a las posibles censuras derivadas de la contradicción entre su teoría y la Biblia escribió Copérnico: "Si no obstante hay gentes retorcidas que, aunque ignoren todo de las matemáticas, se permitan juzgar estas cosas y, a causa de algún pasaje de las Escrituras, malévolamente desviado de su sentido, osan censurar y atacar mi obra, no me preocuparé en absoluto de ellos, e incluso despreciaré su juicio por temerario".

Es dable destacar la madurez científica del astrónomo polaco, que tuvo la valentía de enfrentar la autoridad de los antiguos e incursionar por los caminos de la investigación científica con el único espíritu que se puede trabajar en este campo: el crítico.

#### **Tycho Brahe (1546-1601) y Johannes Kepler (1571-1630):**

Los trabajos de estos astrónomos hicieron progresar nuestros conocimientos de los movimientos planetarios. Contaron con el respaldo de los monarcas Federico II y Rodolfo II que les proporcionaron ayuda pecuniaria y les adjudicaron observatorios. Tycho elaboró tablas astronómicas y Kepler formuló las leyes de los movimientos planetarios. En el sistema heliocéntrico de Copérnico los planetas describen órbitas circulares alrededor del Sol, fue Kepler quien señaló que las órbitas eran elípticas, desplazándose el planeta más rápidamente en el afelio que en el perihelio.

#### **Galileo (1564-1642):**

Halló la ley de la caída en un plano inclinado y formuló el principio de inercia que es uno de los principios fundamentales de la dinámica. Fue el primer científico que utilizó un telescopio para observar el cielo; a sus ojos se revelaron las manchas solares, los cráteres y las montañas lunares, los satélites de Júpiter (a los que denominó "astros mediceos", pero que posteriormente fueron nombrados Io, Europa, Calixto y Ganímedes), los anillos de Saturno (aunque no los reconoció como tales), las fases de Venus, nuevas agrupaciones de estrellas. Según su interpretación de los satélites de Júpiter, es el sentido de la vista el que nos muestra directamente 4 pequeños planetas girando en torno a Júpiter. Las fases de Venus solo eran explicables desde la hipótesis heliocéntrica. Las montañas y accidentes lunares mostraban que la quintaesencia pura de la perfectibilidad de las esferas celestes era errónea. Convencido de que el sistema aristotélico-ptolemaico del Universo estaba equivocado, Galileo adoptó la cosmología de Copérnico y consagró los estudios de toda su vida a demostrar el movimiento terrestre.

Galileo es considerado un "mártir de la ciencia" porque el Santo Oficio lo sometió a un juicio inquisitorial que lo obligó a abjurar del movimiento de la Tierra, dado que este postulado se oponía a la tradición católica. "Eppur si muove"

dijo Galileo a su perro mientras pronunciaba la fórmula de abjuración, y mediante estas palabras resumía su lucha en favor del copernicanismo y sus críticas a las argumentaciones contrarias a la tesis de Copérnico.

La Iglesia sostenía que la teoría del astrónomo polaco era falsa porque en la Biblia, en el Libro de Josué (10, 12-13), leemos: "Entonces habló Josué a Yahveh, el día que Yahveh entregó al amorreo en manos de los israelitas, a los ojos de Israel y dijo:

'Detente, Sol, en Gabaón

Y tu, Luna, en el valle de Ayyalón

Y el Sol se detuvo y la Luna se paró'

Hasta que el pueblo se vengó de sus enemigos''

Como Josué mandó detener al Sol, entonces es este el que se mueve mientras la Tierra está fija. Por eso en 1616 la Iglesia condenó la obra de Copérnico, señalando que "la opinión de que el Sol está inmóvil en el centro del Universo es loca, filosóficamente falsa y herética, como contraria a las Sagradas Escrituras. La opinión de que la Tierra no ocupa el centro del Universo y experimenta una rotación diaria es filosóficamente falsa y, al menos, una creencia errónea".

Siguiendo esta línea de pensamiento en 1632 el Santo Oficio intimó a Galileo para que se trasladase a Roma poniéndose a disposición del Tribunal de la Inquisición. El "Diálogo" de Galileo constituía un nuevo desafío a la autoridad bíblica. Para los inquisidores Galileo "no solo arma la opinión copernicana con argumentos nuevos, jamás propuestos por ningún ultramontano, sino que lo hace en italiano, lengua no adecuada, por cierto, para ultramontanos y doctos, pero la más indicada para arrastrar al vulgo ignorante entre el error que hace presa con más facilidad... El autor sostiene haber discutido una hipótesis matemática, no obstante lo cual le confiere realidad física, cosa que los matemáticos no hacen nunca". Finalmente el tribunal, luego de arduos interrogatorios pronunció su sentencia: "Decimos, pronunciamos, declaramos que Tú, Galileo, por las cosas deducidas en el proceso y por tí confesadas, te has hecho ante este Santo Oficio vehementemente sospechoso de herejía, es decir de haber mantenido y creído doctrina falsa y contraria a las Sagradas Escrituras, según las cuales el Sol es el centro de la Tierra y no se mueve de oriente a occidente, y que la Tierra se mueve y no es el centro del mundo, y que se pueda tener y defender como probable una opinión después de haber sido definida y declarada contraria a la Sagrada Escritura; y consiguientemente has incurrido en todas las censuras y penas de los sagrados cánones y otras constituciones generales y particulares impuestas y promulgadas contra semejantes delincuentes. De los cuales nos sentimos contentos de que seas absuelto, con tal de que antes, con corazón sincero y fe no fingida, abjures ante nosotros, maldigas y detestes los dichos errores y herejías y cualquier otro error y herejía contraria a la Católica y Apostólica Iglesia, en el modo y en la forma que por nosotros te serán indicados. Y a fin de que este grave y pernicioso error y transgresión no quede completamente en la impunidad, y seas más cauto en el porvenir y ejemplo para que los demás se abstengan de semejantes delitos, ordenamos que por edicto público se prohíba el libro de los "Diálogos" de

Galileo Galilei". La abjuración de Galileo el 22 de Junio de 1633 señala dramáticamente las tensas relaciones entre la investigación moderna, racional y experimental de la naturaleza y la dominante teología e Iglesia Católica.

Asimismo, sus observaciones astronómicas fueron impugnadas por algunos eclesiásticos, basándose en la dogmatización del pensamiento aristotélico. Así en el siglo XVII el astrónomo jesuita P. Scheiner, quien observó las manchas solares descubiertas por Galileo, fue censurado por el Provincial, que le manifestó: "He leído varias veces a mi Aristóteles y os puedo asegurar que no he encontrado nada semejante. Retiraos, hijo mío, tranquilizaos y tened la seguridad de que se trata de defectos de vuestros cristales o de vuestros ojos lo que habéis tomado como manchas del Sol".

La escolástica había convertido al pensamiento aristotélico en un dogma, en un sistema cerrado y acabado de conocimiento, solo quedaba su trasmisión a través de la enseñanza; para muchos no se trataba de desarrollar los conocimientos sino de conservar y transmitir los conocimientos disponibles. Por lo tanto, cuando la observación telescópica contradecía los postulados teóricos, el error estaba en la observación.

Toda la disputa entre Galileo y la Iglesia se debía a la superposición de los campos respectivos de la ciencia y la teología. Ya en carta a la Gran Duquesa de Toscana, Cristina de Lorena, Galileo sostenía que debían separarse los poderes de la Iglesia y de la ciencia. Y en carta a Benedicto Castelli, Galileo no negaba la verdad de las Sagradas Escrituras, pero sí decía que podían fallar los intérpretes de la palabra divina, sobre todo cuando esa interpretación depende de la capacidad de comprensión; la Biblia no debía ser literalmente interpretada, porque entonces quedaríamos prisioneros de la capacidad de comprensión del pueblo hebreo, condicionada por un determinado momento histórico. La ciencia era autónoma, respecto de la Biblia, cuando se investigaba la naturaleza. Naturaleza y Biblia procedían de Dios, aunque el lenguaje de la palabra divina escrita estaba acomodado a las necesidades del vulgo; pero la naturaleza, que también procedía de Dios, no tenía necesidad de acomodarse a la capacidad comprensiva del vulgo y por lo tanto lo conocido mediante la investigación científica no podía ser rechazado por contraponerse a tal o cual pasaje bíblico.

#### Giordano Bruno (1548-1600):

Giordano Bruno también desarrolló un papel importante en la revolución científica del Renacimiento. Escribió un conjunto de diálogos "metafísicos" y "morales"; en los primeros abordó la problemática astronómica. Entre sus diálogos hay dos, "Sobre el infinito Universo y los mundos" y "La cena de las cenizas", en los que Bruno incluye:

1) *el elogio de Copérnico*. Al astrónomo polaco lo considera un hombre de extraordinario valor y de mayor importancia que sus predecesores, Ptolomeo, Hiparco y otros. Pero le reprocha a Copérnico no haber extraído de su hipótesis heliocéntrica todas las consecuencias cosmológicas en ella contenidas. Para Bruno, Copérnico puso al descubierto la naturaleza, puso de manifiesto su verdad oculta a los sentidos y nos hizo comprender que habitar la

Tierra no significa encontrarse en una situación peor a la que tendríamos que afrontar si habitásemos un mundo celeste.

2) *la defensa del movimiento de la Tierra*. Para Bruno este movimiento no era una mera hipótesis sino una realidad física irrefutable. La teoría de Copérnico refutaba a quienes argumentaban lo contrario y el movimiento de la Tierra había sido demostrado por un pensador que se desempeñaba no solamente como matemático sino también como físico.

3) *el Universo es infinito*. La infinitud universal determinaba la imposibilidad de fijarle un centro al mismo y de hallar una simetría en su composición; esta infinitud debía afirmarse, por cuanto era imposible determinar fin alguno, ya sea que nos valiésemos de los sentidos o de la razón.

4) *el Universo es homogéneo*. De esta manera Bruno se oponía a la concepción aristotélica de las diferencias cualitativas entre el mundo sublunar y las esferas celestes; sostenía que los otros globos son otras tantas tierras, iguales a ésta en su composición y solo diferentes por su tamaño.

5) *el pansiquismo del Universo*. Consideraba que, de la misma manera que la Tierra era dadora de vida, los otros mundos también cumplían con esa función.

6) *la complementariedad entre la nueva concepción del Universo y los postulados de la religión cristiana*. Para Bruno no había contradicción entre la nueva dimensión que el mundo estaba adquiriendo y la verdadera teología; esto se debía a que la revelación era de carácter moral y no físico. Decía el filósofo italiano: "En cuanto a esto, creedme que si los dioses se hubieran dignado enseñarnos la teoría de las cosas de la naturaleza, como nos han hecho el favor de proponernos la práctica de las cosas morales, me atendería a la fe de su revelación antes de regirme por la certidumbre de mis propias razones y sentimientos. Pero, como clarísimamente puede ver cualquiera, en los libros divinos no se tratan en beneficio de nuestro entendimiento las demostraciones y especulaciones acerca de las cosas naturales, como si fuese filosofía, sino que, en favor de nuestra mente y sentimientos, se ordena, por medio de las leyes, la práctica de las acciones morales. Teniendo pues el divino legislador este propósito ante sus ojos, en lo demás no se ocupa de hablar de acuerdo con aquella verdad, de la cual no se aprovecharía el vulgo para evitar el mal y adherirse al bien, sino que deja la contemplación de estas cosas a los hombres contemplativos, y al vulgo le habla de manera que, según su modo de entender y de expresarse, llegue a captar lo que es más importante".

Aunque Bruno no negaba la existencia de Dios y diferenciaba la ciencia de la teología, la interrelación que se había establecido durante la medievalidad entre fe y razón, entre revelación y pensamiento crítico, llevaron a la Iglesia a perseguir y a ejercer sobre el filósofo italiano una de las más severas censuras eclesiásticas, para finalmente condenarlo a morir en la hoguera, en Roma, en el año 1600.

La revolución científica del Renacimiento, además de los pensadores mencionados, tuvo a otros representantes en Leonardo Da Vinci, Agrícola, Tartaglia, Benvenuto Cellini, Cardano, Benedetti, Gassendi, Stevin, Torricelli y Cassini.

Este extraordinario proceso de innovaciones, descubrimientos y nuevas formulaciones teóricas alcanzaría su culminación sintetizadora en la obra de Newton. En los

próximos artículos de esta Historia de la Astronomía abordaremos en estudios separados a cada uno de los científicos y filósofos mencionados.

## LA ACTIVIDAD ATMOSFERICA DE JUPITER: APARICION 1991

Por Roberto Mackintosh

*Entre Febrero y Julio de 1991 los miembros del grupo de observación de planetas de la AAAA observaron la atmósfera superior de Júpiter. Los resultados de este trabajo se presentan en gráficos que permiten visualizar la deriva de diferentes rasgos sobre las distintas bandas. Además se exponen tablas con los resultados cinemáticos obtenidos del análisis de la base de datos observacionales. Este trabajo fue presentado en la V Convención de Observadores de la LIADA, realizada en Montevideo, Uruguay.*

### INTRODUCCION

El estudio de la atmósfera superior de Júpiter permite comprobar la intensidad de esta actividad y llevar un registro de la vida media de diferentes rasgos detectados sobre el planeta además de analizar el movimiento de dichos rasgos, lo que en definitiva nos dará la posibilidad de estimar las velocidades zonales o periodos de rotación de las variadas corrientes atmosféricas de Júpiter. Los aficionados pueden colaborar intensamente efectuando dibujos, fotografías u obteniendo imágenes de CCD de Júpiter para medir luego la posición de los diferentes rasgos y determinar su longitud planetocéntrica (lo que nos permite realizar un exhaustivo análisis cinemático) y su vida media.

### SITUACION DEL PLANETA EN LA OPOSICION DE 1991

Júpiter estuvo en oposición el día 29 de Enero de 1991. En dicho momento el planeta poseía una ascensión recta de 8h 45m y 18° 51' de declinación, siendo su magnitud de -2,6 y su diámetro ecuatorial igual a 45,72". Se deriva de lo antedicho, y teniendo en cuenta la posición geográfica del Observatorio de la AAAA, que el día de la oposición Júpiter culminó a 46,6° de altura.

### RESULTADOS

Entre el 4 de Febrero y el 8 de Junio de 1991 el autor y el Sr. G. Rodríguez obtuvieron un total de 60 dibujos (37 y 23 respectivamente) utilizando el telescopio Gautier (0,216 m) del observatorio de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía. Los ya citados clasificaron los dibujos siguiendo las normas impuestas en 1978 para el programa IJVTOP (International Jupiter Voyager Telescope Observation Program) por Muller (1978 a,b), y las longitu-

des planetocéntricas de los rasgos observados fueron calculadas en base a fórmulas y algoritmos de cálculo propuestos por el autor y el Sr. L. Ríos (1992). Asimismo efectuaron la medición de todos los dibujos, quedando a cargo del Sr. Mackintosh el análisis de movimiento de los diferentes rasgos, que fue realizado en base a lo expuesto por los Sres. Lavega y Sánchez (1984), como así también la elaboración de conclusiones a partir de los datos obtenidos. Cabe agregar que el "software" utilizado en las diferentes etapas de cálculo fue realizado por el autor en el Departamento de Informática de la AAAA.

Separadamente, en forma de apéndice, se desarrolla la aplicación de la técnica de cuadrados mínimos a la determinación de las magnitudes cinemáticas correspondientes y el análisis de la propagación de errores en el cálculo de estas magnitudes. Dicho apéndice fue confeccionado por el Sr. C. Angueira Vázquez a pedido del autor.

### LA ACTIVIDAD EN LAS DIFERENTES REGIONES

A partir de aquí se expondrán los resultados obtenidos del estudio de los dibujos llevados a cabo durante la aparición de 1991, teniendo como objetivo principal hallar la velocidad zonal y periodo de rotación medios de las diferentes corrientes que dominan la atmósfera joviana.

### LA NORTH TEMPERATE ZONE Y LA NORTH TEMPERATE BELT

La actividad observada en estas dos regiones podría decirse que fue nula dada la escasa cantidad de rasgos detectados en cada una de las bandas. En la NTeZ se observaron 2 secciones oscuras a fines de Febrero; cada una fue detectada en una oportunidad, situándose una de ellas en 163° (S2) y la otra en 154° (S2) (dib. 1). Aparte de estos rasgos se observaron 2 manchas blancas, una el 13/02/91 y el 7/05/91 la otra en 1° (S2) y 246° (S2), respectivamente. En cuanto a la NTB solo mostró en una ocasión (el 16/02/91) una bahía en su borde sur, aparentemente asociada al margen oeste de una sección oscura (dib. 2); ésta se localizaba en 146° (S2) siendo el centro de la segunda 126° (S2). Casi un mes más tarde, el 11/03/91, pudo observarse un "notch" en la NTBs que podría haberse transformado en una "gap" de varios grados de extensión observado 20 días después 12° más al oeste (línea de deriva a) y en su extremo oeste coincidía con el borde precedente de una sección oscura de la NTB (dib. 3).

### LA NORTH TROPICAL ZONE

La NTrZ, si bien presentó algo más de actividad que las 2 regiones anteriores, no llegó a alcanzar el nivel observado en otras apariciones. Fundamentalmente fueron observadas, por lo menos en 2 ocasiones, 6 manchas blancas cuya forma podría decirse que era ovalada, y 4 festones que unían la NEBn con la NTBs. A 6 de estos rasgos, por tener 3 observaciones como mínimo, le fueron calculados sus parámetros cinemáticos (condensados en una tabla que se da más adelante) y a partir de ellos se derivan la velocidad zonal y el periodo de rotación de la North Tropical Current, lógicamente con un margen de error amplio, producto de la escasa

cantidad de rasgos que fue posible registrar durante la aparición. La velocidad zonal media calculada de las observaciones para la corriente citada es igual a -1,16 m/s y su periodo de rotación medio 9h 55m 33,2s, pudiéndose apreciar los valores extremos en la tabla ya citada. Los datos obtenidos para la North Tropical Current están en acuerdo con lo expuesto por B. M. Peek (1958), que da para el periodo 1898-1948 un valor de velocidad zonal media de +0,2 m/s, siendo -3 m/s y +5 m/s sus valores extremos.

### LA NORTH EQUATORIAL BELT

Por razones de orden citaremos lo observado en la NEBn y los rasgos que hayan abarcado toda la extensión en latitud de la NEB dejando los nódulos de festones observados en la NEBs para incluirlos con las manchas blancas de la EZn por pertenecer ambas regiones a la misma corriente.

Sobre el margen norte de la NEB fue habitual detectar durante cada observación no pocas proyecciones bajas o bahías. Un problema de hacer notar, con el cual los observadores se encontraron en este punto, fue el concerniente a la diferenciación de una bahía de un simple interespacio entre 2 proyecciones consecutivas. Esto se vio reflejado en el momento de graficar las observaciones de estos rasgos, todo lo que se obtenía era un caos de puntos en el cual era difícil visualizar la evolución de alguno de ellos. Sin embargo no sucedió lo mismo con el gráfico que corresponde a las proyecciones como puede apreciarse más adelante.

En lo que respecta a la NEB, en todo su desarrollo en latitud se observó un numero importante de secciones oscuras como lo muestra el gráfico correspondiente. Un detalle que se desprende de un simple análisis visual del gráfico es que la vida de estos rasgos, en la mayoría de los casos, se extiende a lo largo de toda la aparición.

Lamentablemente, debido al volumen de datos a ser manejado para obtener parámetros cinemáticos, se debió resignar la obtención de los mismos para los rasgos de la NEBn y las secciones oscuras de la NEB, para poder así llegar en término a la Convención.

### LA NORTH EQUATORIAL CURRENT

A lo largo de la aparición fue posible seguir en la EZn la evolución de una cantidad importante de festones y manchas blancas pertenecientes a la North Equatorial Current. Por lo tanto fue posible en base al análisis cinemático de 35 rasgos derivar la velocidad zonal y periodo de rotación medios de esta corriente, siendo sus valores 105,7 m/s y 9h 50m 30,22s respectivamente; lo que se encuentra en perfecto acuerdo con lo publicado por T. Gerðels et al. (1976).

Cabría aclarar que la posición medida de los festones corresponde al nódulo que generan sobre NEBs. Separadamente se pueden apreciar los gráficos obtenidos y el listado abarcando sus parámetros cinemáticos medios.

### LA SOUTH EQUATORIAL BELT

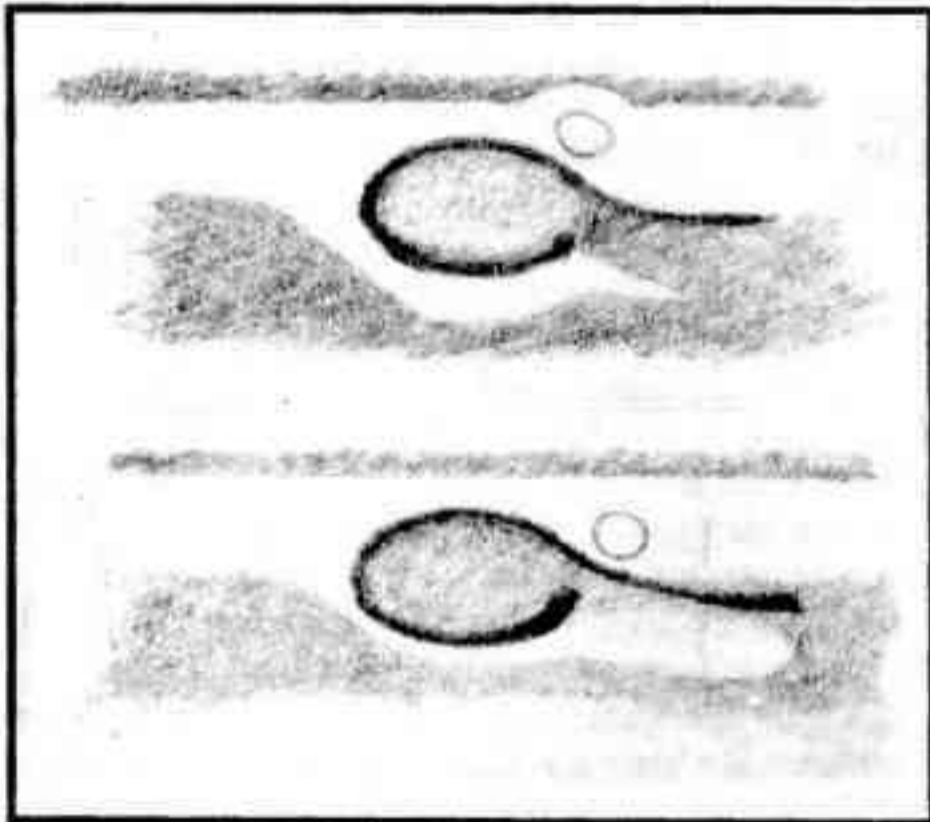
La apariencia en conjunto de la SEB dependía del "seeing" del momento de la observación; sin embargo, se podría decir que en general se distinguían ambas componentes norte y sur separadas por una zona de escaso desarrollo en

latitud que podía o no cruzar todo el disco del planeta y que además sufría en muchos casos de "shading" que también era de carácter variable (desde apenas un leve agrisamiento de la zona hasta prácticamente hacer confundir ambas componentes de la SEB).

Los rasgos detectados sobre el margen norte de la SEBn deben tener una vida muy breve, dado que no se ha podido verificar la evolución de ninguno. Estos rasgos se podrían clasificar como bahías, que por lo analizado en los dibujos parecen estar relacionados con las manchas blancas de la EZ; en otras palabras, se podría decir que aquellos rasgos parecen ser deformaciones causadas por estas últimas (dib. 4).

En lo que respecta a la totalidad de la SEBn, se pudo observar en 2 ocasiones un "rift" que la atravesaba por completo, una vez el 27/04/91 y la siguiente el 08/05/91 (ver gráfico correspondiente). Además de este rasgo se pudieron observar 5 secciones oscuras de las cuales solo una de ellas fue detectada en 2 oportunidades, por lo que se puede inferir que poseen una corta vida. Además, cabría destacar que estas secciones están siempre asociadas a bahías bastante pronunciadas sobre la SEBn, y de las que ya se habló (dib. 4).

La SEBs presentó un carácter bastante uniforme, detectándose solo 3 proyecciones bajas, 3 "rifts" y 1 bahía pronunciada, pero todos ellos se registraron solo en una ocasión, por lo que su aporte no es importante en la determinación del movimiento de la corriente con la que se relacionan. Faltaría agregar un "rift" observado el 9/04/91 y 10 días después cuyo desplazamiento se encuentra afectado por la rotación de la GMR como lo muestra la figura 1 y el gráfico correspondiente (línea de deriva a). La GMR será tratada por separado, si bien se encontraba casi en su mayoría sobre la SEBs.



## LA SOUTH TROPICAL ZONE

La South Tropical Zone desarrolló relativamente bastante actividad, ya que, si bien no ocurrió un fenómeno de la

escala de la South Tropical Disturbance, fue posible observar a lo largo de la aparición de Júpiter siempre algún par de manchas blancas y alguno que otro festón entre el margen norte y sur de la STB y la SEBs respectivamente.

En lo que respecta a las manchas blancas fue posible detectar durante la campaña un total de 10, 3 de las cuales fueron observadas al menos en 3 ocasiones (por lo cual solo a estas fue posible calcularles sus magnitudes cinemáticas), y el resto solo en una ocasión.

En general estas manchas blancas, por lo que se desprende de lo anterior, tienen en la mayoría de los casos una corta vida. Morfológicamente estos rasgos suelen ocupar la extensión en latitud de la zona y en la mayoría de los casos estaban asociadas con "streaks" oscuras sobre alguno de los márgenes de la STB o de la SEBs (dib. 5) o con algún festón que "tomaba" su contorno este.

Con respecto a los festones podríamos decir que fueron observados 6 de ellos, de los cuales solo uno fue detectado como mínimo en 3 oportunidades, por lo que se podría concluir, como en el caso anterior, que por regla general poseen una corta vida.

A lo largo de la aparición fue posible seguir la evolución de uno de los 3 óvalos estables que se encuentran en esta zona. Un detalle que cabe destacar es el abrupto cambio de velocidad zonal que sufrió hacia principios de mayo, y coincidiendo con este fenómeno el 10/05/91 se observaba un festón que partiendo de él llegaba hasta la SEBs (dib. 6). Sería de interés reunir mayor cantidad de observaciones de esta época para poder establecer con certeza si existió relación entre ambos fenómenos.

Faltaría agregar una mancha blanca observada el 9/4/91 y 10 días después, cuyo desplazamiento se encuentra afectado por la rotación de la GMR como lo muestra la figura 1 y el gráfico correspondiente (línea de deriva b).

Finalmente, en base a los datos cinemáticos de los rasgos observados se estimó para la South Tropical Current un periodo de rotación medio de 9h 55m 37,4s y una velocidad zonal media de -2,355 m/s. Seguidamente se da la tabla con todos los valores obtenidos para cada una de las manchas blancas y festones observados.

## LA SOUTH TEMPERATE BELT

Sobre este cinturón se registraron 11 "streaks" oscuras diferentes pero solo se puede afirmar con total seguridad que una sola de ellas fue posible observarla en más de una oportunidad. Esta "strike" estaba en contacto en su limbo oeste con la mancha número 47 de la STRZ (estos "vínculos" entre las manchas blancas y las "streaks" ya se habían hecho notar párrafos atrás) (dib. 5).

## LA GRAN MANCHA ROJA

Durante la campaña de observación se obtuvieron de los dibujos realizados 10 posiciones de la GMR (hecho el descarte de los dibujos en los cuales la GMR se encontrase alejada del meridiano central). En base a ellas se calcularon sus magnitudes cinemáticas, que se dan a continuación:

COEFICIENTE A0 = 38,50885  
 COEFICIENTE A1 = 2,529445E-02  
 COEFICIENTE A2 = -1,196731E-03



ERROR PROMEDIO =  $\pm 1,63^\circ$   
 DERIVA DIARIA MEDIA =  $-0,1075427^\circ/\text{día} \pm 3,679693E-02$   
 PERIODO DE ROTACION MEDIO =  $9\text{h} 55\text{m} 36,21\text{s} \pm 1,51\text{s}$   
 VELOCIDAD ZONAL MEDIA =  $-2,16 \text{ m/s} \pm 0,5\text{m/s}$   
 ACELERACION ANGULAR =  $-2,393462E-03^\circ/\text{día}^2 \pm 5,584731E-03^\circ/\text{día}^2$   
 ACELERACION TANGENCIAL =  $-3,771573E-07\text{m/s}^2 \pm 8,800313E-07\text{m/s}^2$

## CONCLUSIONES

- Ninguna de las regiones observadas pareció estar afectada por algún tipo de perturbación global.

- Desde el comienzo de la campaña se pudo observar la SEB luego de haber estado afectada por un largo periodo de "fading" general. La diferenciación de sus dos componentes norte y sur fue observable, aunque su calidad varió durante la aparición.

- La GMR mantuvo sus parámetros cinemáticos muy parecidos a los de la aparición anterior (1989 - 1990) (vel. zon. =  $-2,6\text{m/s}$ )

- Se observó un buen número de manchas blancas y festones en la STrZ, aunque en general la vida media característica fue corta.

- Recapitulación de los periodos de rotación y velocidad zonal medias de las corrientes medidas:

CORRIENTE	VEL. ZON. m/s	PERIODO ROTACION		
		hs	min	seg
North Tropical	-1,16	9	55	33,2
North Equatorial	105,7	9	50	30,22
South Tropical	-2,355	9	55	37,4

## COMENTARIO FINAL

Luego de un proceso evolutivo que tuvo comienzo en el artículo que comprendía la aparición de 1988-1989, pasando por el trabajo realizado sobre la aparición 1989-1990, hemos llegado con el presente trabajo de la campaña 1991 a determinar las velocidades zonales y periodos de rotación de algunos de los sistemas de corrientes que dominan la atmósfera joviana. Por ende se ha logrado cumplir uno de los más importantes objetivos, sino el más importante, que tienen las campañas de observación de Júpiter. Queda como proyecto de futuro hacer una apreciación morfológica más precisa de los diferentes rasgos, lograr un mayor número de observaciones y con mayor precisión (esto quizás se logre con la utilización de un equipo de CCD, para cuya adquisición la AAAA esta realizando los trámites pertinentes), lo que nos permitirá principalmente: obtener resultados cinemáticos con mayor precisión, identificar y seguir la evolución de una cantidad de rasgos suficientes que nos permita estimar la ecuación de movimiento del mayor número de corrientes; verificar si realmente la mayoría de los rasgos de muchas de las bandas tienen corta vida o si existen problemas de calidad de imagen o instrumental que no nos permitan llevar registro de la evolución completa de los rasgos observados en ellas.

Llegar hasta este punto de desarrollo de metodología de observación y técnicas de reducción no fue para nada sencillo, pero el trabajo a realizar es mucho, por lo que invito a los interesados a colaborar con esta Sección de Planetas a acercarse e intercambiar ideas y ganas de trabajar.

## AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Carlos Angueira Vázquez por su excelente predisposición para evacuar cualquier duda que pudiese existir con respecto a los temas tratados en el apéndice, cuya confección debo agradecerle también.

Al Sr. Gustavo D. Rodríguez por su invaluable aporte observacional.

Al Sr. Ricardo Gil Hutton porque siempre puedo encontrar en él una persona dispuesta a dar su opinión y consejo.

Al Director del Observatorio de la AAAA, Sr. Alejandro Blain, quien desarrolla un esfuerzo continuo en pos de la tarea del observador.

Finalmente, quisiera agradecer muy especialmente a la Srta. Andrea Dugour sin cuya ayuda no hubiese terminado este trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

- P. Muller "The International Jupiter Telescope Observation Program". Laboratory for Planetary Atmospheres, University College, London, England. 1978a
- P. Muller "The International Jupiter Telescope Observation Program. Supplement number one". Laboratory for Planetary Atmospheres, University College, London, England. 1978b
- B. M. Peek "The planet Jupiter". 1958
- T. Gerberls "Jupiter". University of Arizona, U.S.A.. 1976
- R. Mackintosh y L. Ríos "Cálculo de la longitud planetocéntrica de un rasgo de la atmósfera Joviana". Revista Astronómica 247, Argentina. 1992
- R. Mackintosh, G. D. Rodríguez "La actividad de la Atmósfera de Júpiter Diciembre de 1989 - Mayo de 1990". Memorias de la IV Convención de Observadores de la LIADA, Venezuela (en publicación).

## DETERMINACION DE LAS MAGNITUDES CINEMATICAS MEDIANTE LA APLICACION DEL METODO DE LOS CUADRADOS MINIMOS Y ANALISIS DE LA PROPAGACION DE ERRORES A LOS COEFICIENTES

*COLABORACION DEL SR. CARLOS EDUARDO  
ANGUEIRA VAZQUEZ, SECCION DE OBSERVACIONES  
SOLARES.*

La medición de la posición de los rasgos de la atmósfera joviana permite, recurriendo a técnicas matemáticas relativamente sencillas, la determinación de los valores de varias magnitudes cinemáticas que caracterizan la actividad atmosférica de Júpiter: la deriva diaria, la aceleración angular y la aceleración tangencial de los rasgos, en primera instancia, y el periodo de rotación y velocidad zonal, a partir de aquellos datos.

Para ello, y de acuerdo a lo consignado en (1), suponemos que el movimiento de cada rasgo esta determinado por una ley de la forma:

$$(a) \quad W = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2$$

donde W es la longitud del rasgo referida al Sistema I, y t es el tiempo medido a partir de un instante arbitrariamente elegido a tal fin.

El aficionado dispone de un conjunto de valores medidos de  $W$ , para determinados valores de  $t$ . Su objetivo es determinar los valores de los coeficientes  $a_0$ ,  $a_1$  y  $a_2$ , a partir de los cuales se determinarán más adelante las magnitudes cinemáticas de interés.

La determinación de dichos coeficientes se realiza mediante la aplicación de la técnica de los cuadrados mínimos, de la forma que pasamos a detallar.

En primer lugar, se toma el conjunto de  $n$  mediciones de un rasgo, a las que llamaremos  $t_i$  y  $w_i$ , suponiendo  $W=f(t)$  de acuerdo a la ley (a).

Planteamos, entonces:

$$D^2 = \sum_{i=1}^n (W_i - a_0 - a_1 \cdot t_i - a_2 \cdot t_i^2)^2$$

Derivando esta expresión respecto de los coeficientes  $a_0$ ,  $a_1$  y  $a_2$ , obtenemos las siguientes tres ecuaciones:

$$dD^2/da_0 = \sum_{i=1}^n -2 \cdot (W_i - a_0 - a_1 \cdot t_i - a_2 \cdot t_i^2)$$

$$d^2/da_1 = \sum_{i=1}^n -2 \cdot t_i \cdot (W_i - a_0 - a_1 \cdot t_i - a_2 \cdot t_i^2)$$

$$d^2/da_2 = \sum_{i=1}^n -2 \cdot t_i^2 \cdot (W_i - a_0 - a_1 \cdot t_i - a_2 \cdot t_i^2)$$

La aplicación de la técnica de cuadrados mínimos implica considerar nulas estas tres ecuaciones (ya que se trata, precisamente, de determinar los valores de  $a_0$ ,  $a_1$  y  $a_2$  que minimizan la ecuación de  $D^2$ ). Haciendo esto y reordenando los términos, llegamos al siguiente sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas:

$$a_0 \cdot n + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n t_i + a_2 \cdot \sum_{i=1}^n t_i^2 = \sum_{i=1}^n W_i$$

$$a_0 \cdot \sum_{i=1}^n t_i + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n t_i^2 + a_2 \cdot \sum_{i=1}^n t_i^3 = \sum_{i=1}^n W_i \cdot t_i$$

$$a_0 \cdot \sum_{i=1}^n t_i^2 + a_1 \cdot \sum_{i=1}^n t_i^3 + a_2 \cdot \sum_{i=1}^n t_i^4 = \sum_{i=1}^n W_i \cdot t_i^2$$

Matricialmente, este sistema de ecuaciones puede escribirse como:

$$A \cdot X = b \quad \text{o} \quad \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix}$$

siendo:

$$\begin{aligned} a_{11} &= n & a_{12} &= \sum_{i=1}^n t_i & a_{13} &= \sum_{i=1}^n t_i^2 \\ a_{21} &= a_{12} & a_{22} &= a_{13} & a_{23} &= \sum_{i=1}^n t_i^3 \\ a_{31} &= a_{13} & a_{32} &= a_{23} & a_{33} &= \sum_{i=1}^n t_i^4 \\ b_1 &= \sum_{i=1}^n W_i & b_2 &= \sum_{i=1}^n W_i \cdot t_i & b_3 &= \sum_{i=1}^n W_i \cdot t_i^2 \end{aligned}$$

y siendo, además, las incógnitas  $x_1=a_0$ ,  $x_2=a_1$  y

$x_3=a_2$ . Obviamente, la resolución de este sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas nos permite determinar los valores de los coeficientes  $a_0$ ,  $a_1$  y  $a_2$  de la ley (a).

En base a estos coeficientes pueden determinarse, a su vez, una serie de magnitudes cinemáticas importantes relacionadas con la meteorología joviana, como ser:

DERIVA DIARIA:

$$\dot{W} = dw/dt = a_1 + 2 \cdot a_2 \cdot t$$

ACELERACION ANGULAR:

$$\alpha = d^2/dt^2 = 2 \cdot a_2$$

ACELERACION TANGENCIAL:

$$2 \cdot a_2 \cdot \pi \cdot R \cdot \cos \text{lat} / 180 \cdot (24 \cdot 3.600)^2$$

PERIODO DE ROTACION:

$$\beta = 360 \cdot 24h / (\beta_{\text{sist}} - W)$$

con  $\beta_{\text{sist}}$  = periodo de rotación del sistema correspondiente en °/día

VELOCIDAD ZONAL:

$$U = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot \cos \text{lat} \cdot ((\beta^{-1}) - (\beta_{\text{sist}}^{-1}))$$

con:

$$R = 71.398 \text{ km}$$

$$\text{lat} = \text{Latitud del rasgo}$$

$$\beta_{\text{sist}3} = \text{periodo de rotación del sistema 3 en } ^\circ/\text{día}$$

## ANALISIS DE LA PROPAGACION DE ERRORES

El segundo paso que debemos seguir en esto de procesar las mediciones realizadas es la determinación de los errores con que se obtienen los coeficientes  $a_0$ ,  $a_1$  y  $a_2$ .

Estos coeficientes resultan de operar matemáticamente sobre las mediciones  $t_i$ ,  $W_i$ . Pero estos datos se encuentran afectados, a su vez, por los errores propios de toda determinación experimental, a los que se denomina ERRORES INHERENTES DE LOS DATOS.

Interesa analizar cómo estos errores inherentes se propagan a través de los procesos de cálculo hasta formar los errores de los coeficientes  $a_0$ ,  $a_1$  y  $a_2$ . Para este análisis, partiremos de la ecuación matricial planteada antes,

$$A \cdot x = b$$

Pero, los coeficientes de estas tres matrices se encuentran afectados por errores, a saber:

- \* Los coeficientes de la matriz  $A$  están afectados por lo que llamaremos genéricamente  $E_A$ , matriz cuyos coeficientes son los errores de cada uno de los coeficientes de la matriz  $A$ .

- \* Los coeficientes de la matriz  $b$  están afectados por lo que llamaremos  $E_b$ , matriz cuyos coeficientes son los errores de cada uno de los coeficientes de la matriz  $b$ .

- \* Los coeficientes del vector incógnita  $x$ , cuando realizamos la resolución del sistema matricial, resultan afectados por lo que llamaremos  $E_x$ , matriz cuyos coeficientes son los errores de cada una de las incógnitas.

Las dos primeras matrices ( $E_A$  y  $E_b$ ) pueden ser determinadas directamente en base a los errores o indeterminaciones en las mediciones de  $t_i$  y de  $W_i$ . Nuestro objetivo es, ahora, determinar cómo estas dos matrices de error influyen (o, expresado en los términos matemáticos apropiados, se propagan) a través del proceso de cálculo para determinar la matriz  $E_x$  de errores en los resultados.

Planteamos, entonces, que se debe verificar la siguiente ecuación matricial:

$$(A+EA) \cdot (x+Ex) = (b+Eb)$$

desarrollando los productos matriciales resulta:

$$A \cdot x + A \cdot Ex + EA \cdot x + EA \cdot Ex = b + Eb$$

que, combinada con la ecuación matricial original

$(A \cdot x = b)$ , nos lleva a:

$$A \cdot Ex + EA \cdot x + EA \cdot Ex = Eb$$

que, reordenada, se transforma en la ecuación:

$$(A + EA) \cdot Ex = (Eb - EA \cdot x)$$

Segun el caso específico, la matriz EA podrá ser despreciable frente a la matriz A, en  $A + EA$ , pero no en  $EA \cdot x$ .

Pero, la ecuación a la que hemos llegado no es otra cosa que otro sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas (las incógnitas son los coeficientes de la matriz Ex), cuya resolución nos da los errores de los coeficientes  $a_0$ ,  $a_1$  y  $a_2$ .

Se debe recordar que al hacer  $EA \cdot x$ , usamos los valores de x determinados anteriormente por cuadrados

mínimos.

Para finalizar, el error en las magnitudes cinemáticas finales (deriva diaria, aceleración angular, etc.) se halla en base a los errores recién determinados. Una técnica válida para ello es la propagación mediante diferenciales. Para ello, dada una función  $f(a_0; a_1; a_2)$ , el error en f debido a los errores  $ea_0$ ,  $ea_1$  y  $ea_2$  de los coeficientes, puede calcularse como:

$$ef^2 = (df/da_0 \cdot ea_0)^2 + (df/da_1 \cdot ea_1)^2 + (df/da_2 \cdot ea_2)^2$$

#### BIBLIOGRAFIA :

Lo que al principio hemos señalado con (1), es el trabajo sobre "OBSERVACIONES DE UN SISTEMA NUBOSO OVAL EN LA ZONA ECUATORIAL SUR DE JUPITER, DURANTE LOS AÑOS 1975 A 1983", de A. Sánchez Lavega y J. R. Sánchez, publicado en la Revista "ASTRUM" de Enero de 1984.

Además, los interesados en el problema de la propagación de errores a través de procesos de cálculo que involucran expresiones matriciales, pueden recurrir a la obra "APUNTES DE ANALISIS NUMERICO", del Lic. Hernán Gonzales, editada por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.



Dibujo 1



Dibujo 2



Dibujo 3



Dibujo 4



Dibujo 5



Dibujo 6

NORTH EQUATORIAL CURRENT: MAGNITUDES CINEMATICAS

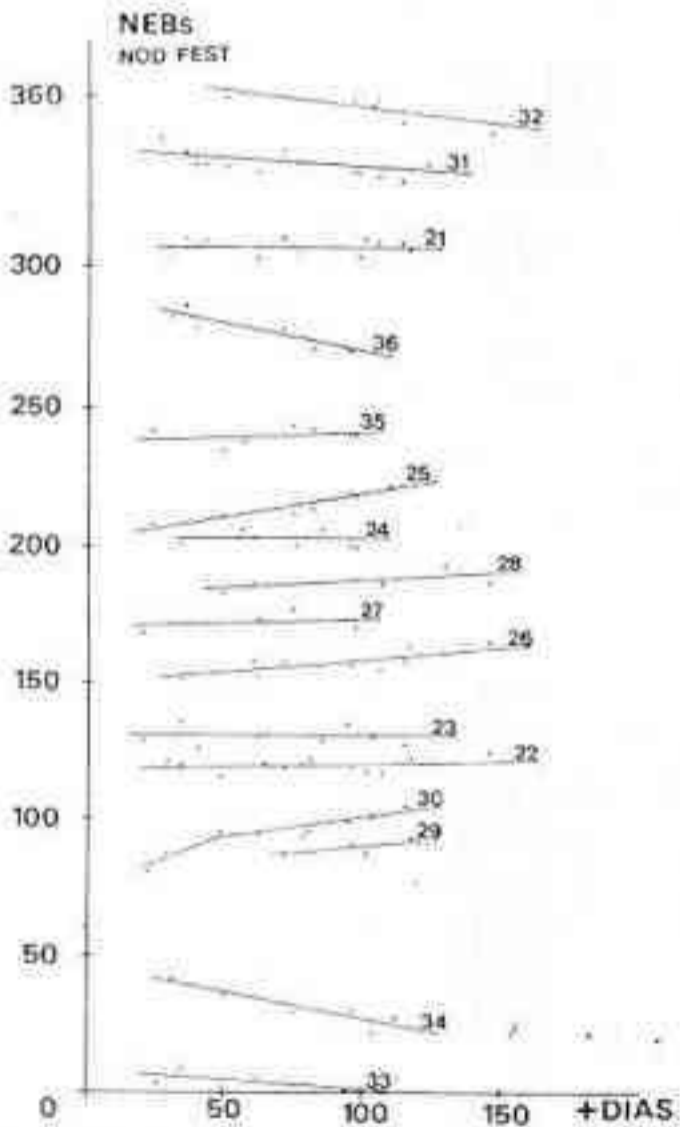
N°	Vel. zonal media		Período rotación medio		Deriva diaria media		Aceleración angular		Aceleración tangencial	
	m/s	± m/s	Hh	± Hh	"/dia	± "/dia	"/dia²	± "/dia²	m/a²	± m/a²
1	107.78	0.840	9.840315	0.0006538237	-0.12065370	0.05833866	-0.001028982	0.01093902	-1.714956E-07	1.823157E-06
2	106.73	0.700	9.841130	0.0005468352	-0.04790165	0.04878432	0.010805490	0.03817349	1.800902E-06	6.362200E-06
3	105.90	1.120	9.841778	0.0008760771	0.00988326	0.07814639	0.007560875	0.01834056	1.260136E-06	3.056737E-06
4	106.66	12.240	9.841187	0.0096035860	-0.04291685	0.85674640	0.007518718	0.07171181	1.253110E-06	1.195188E-05
5	107.01	8.300	9.840910	0.0064611350	-0.06758333	0.57643720	0.008276430	0.04224860	1.379394E-06	7.041379E-06
6	108.48	0.002	9.839766	1.356346E-06	-0.16964780	0.00012104	-0.019088210	2.2353E-05	-3.181344E-06	3.725430E-09
7	105.88	0.880	9.841795	0.0006834729	0.01142254	0.06096581	-0.009344833	0.01544376	-1.557460E-06	2.573941E-06
8	105.22	0.028	9.842308	2.217716E-05	0.05711058	0.00197799	-0.000801438	8.4288E-05	-1.335719E-07	1.404798E-08
9	106.95	6.620	9.840960	0.0051510320	-0.06312447	0.45955030	0.004293879	0.04294303	7.156410E-07	7.157117E-06
10	105.99	1.900	9.841708	0.0014769420	0.00361502	0.13174570	0.001120151	0.01250425	1.866904E-07	2.084025E-06
11	106.51	0.250	9.841303	0.0001921587	-0.03248256	0.01714228	-0.000385945	0.01241533	-1.397647E-06	2.069206E-06
12	105.96	0.890	9.841734	0.0006932835	0.00597181	0.06184169	-0.000381193	0.00265996	-6.353174E-08	4.433236E-07
13	104.68	3.200	9.842725	0.0024927390	0.09429044	0.22231050	0.006552747	0.03128298	1.092116E-06	5.213790E-06
14	104.66	1.470	9.842746	0.0011486800	0.09622053	0.10244250	0.014743410	0.01875987	2.457217E-06	3.126622E-06
15	104.54	0.610	9.842838	0.0004764929	0.10440780	0.04249419	-0.000689976	0.00774283	-1.149951E-07	1.290463E-06
16	115.14	0.522	9.834588	0.0004063178	-0.63198510	0.03629671	-0.017500520	0.08467183	-2.916731E-06	1.411186E-05
17	103.92	3.260	9.843315	0.0025377630	0.14696720	0.22629870	-0.009185681	0.02731221	-1.530935E-06	4.552001E-06
18	106.53	0.460	9.841286	0.0003589329	-0.03404566	0.03202015	0.006553865	0.24627380	1.092302E-06	4.104532E-05
19	103.25	10.460	9.843843	0.0081453670	0.19397460	0.72626500	0.014627210	0.44217020	2.437850E-06	7.369448E-05
20	105.71	0.730	9.841928	0.0005663183	0.02322303	0.05051426	-0.001936089	0.00336663	-3.226790E-07	5.611010E-07
21	105.43	1.530	9.841702	0.0011958840	0.00306218	0.10667490	-0.000967009	0.02231683	-1.603045E-07	3.699539E-06
22	104.98	1.400	9.842053	0.0010925470	0.03442467	0.09745014	0.001709160	0.00577421	2.833335E-07	9.572104E-07
23	105.53	1.310	9.841620	0.0010224450	-0.00417655	0.09120538	-0.002190780	0.00935112	-3.631733E-07	1.550169E-06
24	105.49	1.400	9.841652	0.0010938030	-0.00138061	0.09757017	-0.009358922	0.02876612	-1.551461E-06	4.768660E-06
25	103.12	0.620	9.843510	0.0004877652	0.16429820	0.04349352	0.005268130	0.00983628	8.733164E-07	1.630595E-06
26	104.17	1.010	9.842685	0.0007882745	0.09075011	0.07030141	0.000525929	0.01245702	8.718517E-08	2.065043E-06
27	104.95	0.850	9.842074	0.0006695695	0.03633018	0.05972224	-0.008080957	0.00345007	-1.339609E-06	5.719301E-07
28	104.63	2.930	9.842329	0.0022949140	0.05898104	0.20468430	-0.002789259	0.02669525	-4.623852E-07	4.425364E-06
29	103.78	4.900	9.842995	0.0038363990	0.11838670	0.34212360	0.007195702	0.22768220	1.192857E-06	3.774368E-05
30	102.61	1.680	9.843911	0.0013128010	0.20013860	0.11705160	-0.001691240	0.01001454	-2.803628E-07	1.660146E-06
31	106.61	2.320	9.840775	0.0018121940	-0.07964104	0.16168130	0.003002555	0.01592024	4.977440E-07	2.639154E-06
32	107.51	0.940	9.840070	0.0007358094	-0.14252230	0.06565725	-0.004013338	0.01277926	-6.653050E-07	2.118462E-06
33	106.62	1.430	9.840768	0.0011214350	-0.08027724	0.10805290	-0.005340451	0.01222573	-8.853053E-07	2.026702E-06
34	108.14	1.530	9.839581	0.0001300401	-0.18613300	0.01160480	0.004644690	0.01527365	7.699671E-07	2.531966E-06
35	105.28	1.300	9.841820	0.0010208310	0.01362527	0.09105771	0.002896561	0.01754841	4.801730E-07	2.909061E-06
36	108.48	3.020	9.839316	0.0023607640	-0.20979890	0.21068640	-0.002297759	0.03296774	-3.809076E-07	5.465177E-06
	105.71		9.841726		0.00527595		0.000563527		9.421318E-08	

NORTH TROPICAL CURRENT: MAGNITUDES CINEMATICAS

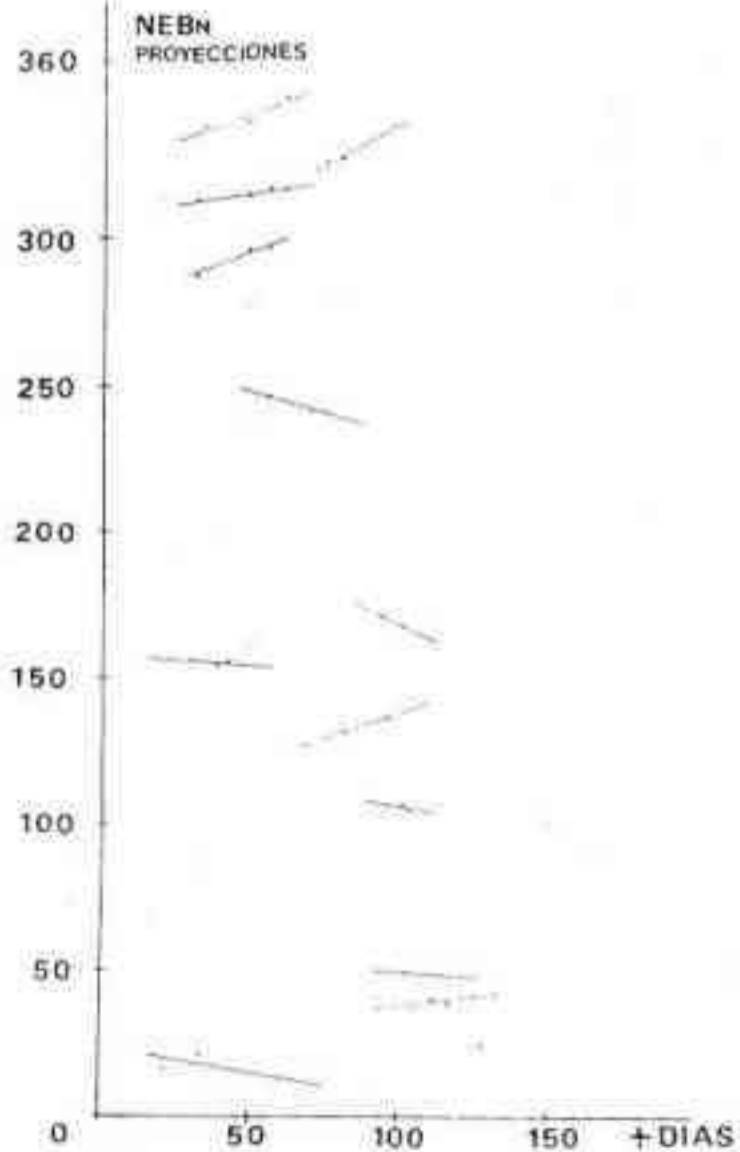
N°	Vel. zonal media		Periodo rotación medio		Deriva diaria media		Aceleración angular		Aceleración tangencial	
	m/s	± m/s	ha	± ha	"/día	± "/día	"/día²	± "/día²	m/s²	± m/s²
37	-4.010	1.39	9.928253	0.0011536670	0.02633760	0.10112270	-0.16547120	0.04868652	-2.627624E-05	7.731244E-06
38	-4.180	0.25	9.928392	0.0002059494	0.03851858	0.01805163	-0.00900040	0.01263996	-1.429232E-06	2.007180E-06
39	-0.270	0.54	9.925147	0.0004535006	-0.24605150	0.03977569	-0.17661780	0.01834990	-2.804628E-05	2.913898E-06
40	-2.300	0.24	9.926832	0.0002002816	-0.09829316	0.01756036	-0.13766120	0.00661242	-2.186010E-05	1.050029E-06
41	-1.190	9.20	9.925910	0.0076474160	-0.17910210	0.67033740	0.16785760	0.07075213	2.665518E-05	1.123518E-05
42	2.090	0.05	9.923184	4.113454E-05	-0.41819940	0.00360926	-0.12651570	0.00902535	-2.009024E-05	1.433193E-06
	-1.165		9.925889		-0.18100640		-0.11244878		-1.785646E-05	

SOUTH TROPICAL CURRENT: MAGNITUDES CINEMATICAS

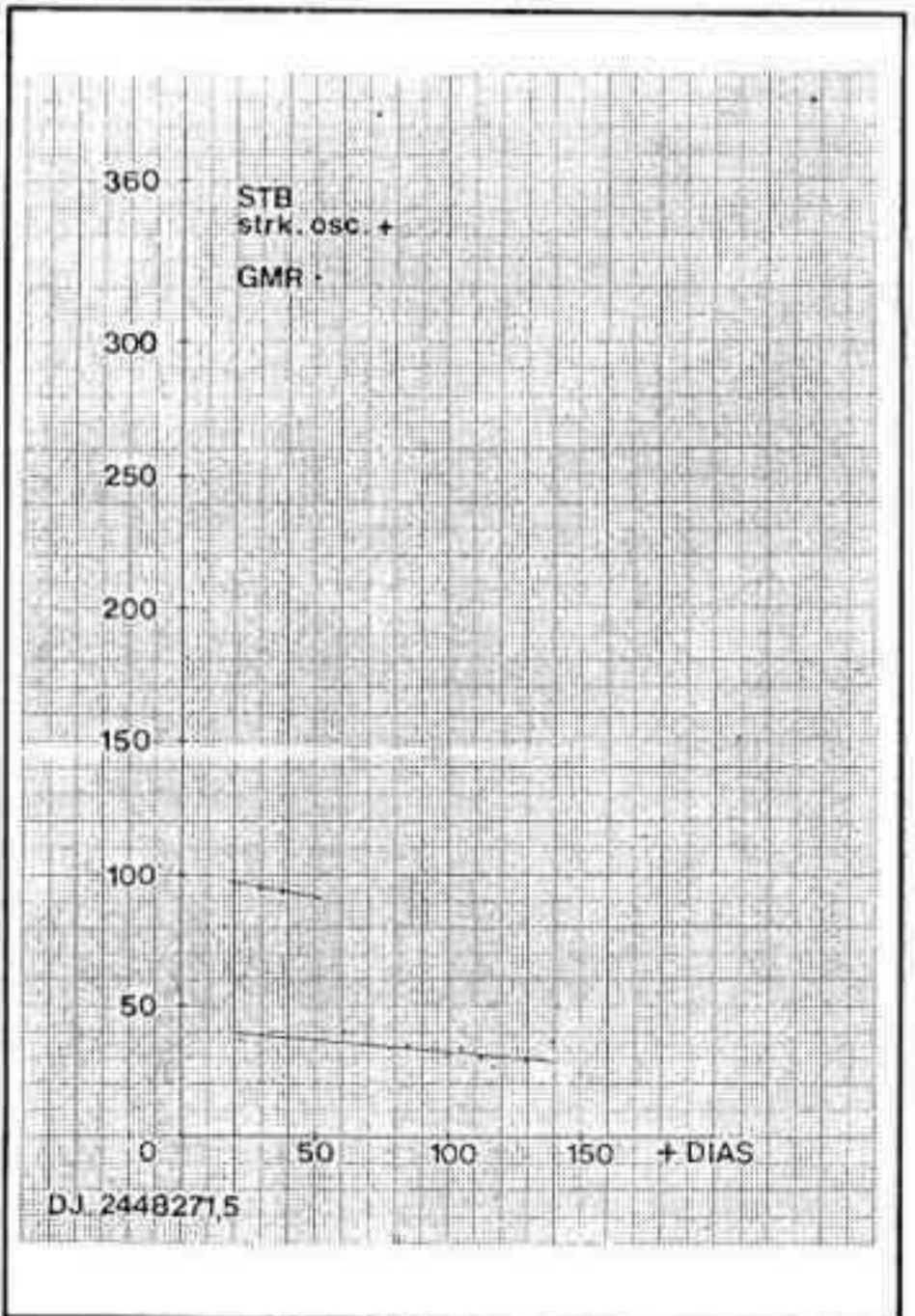
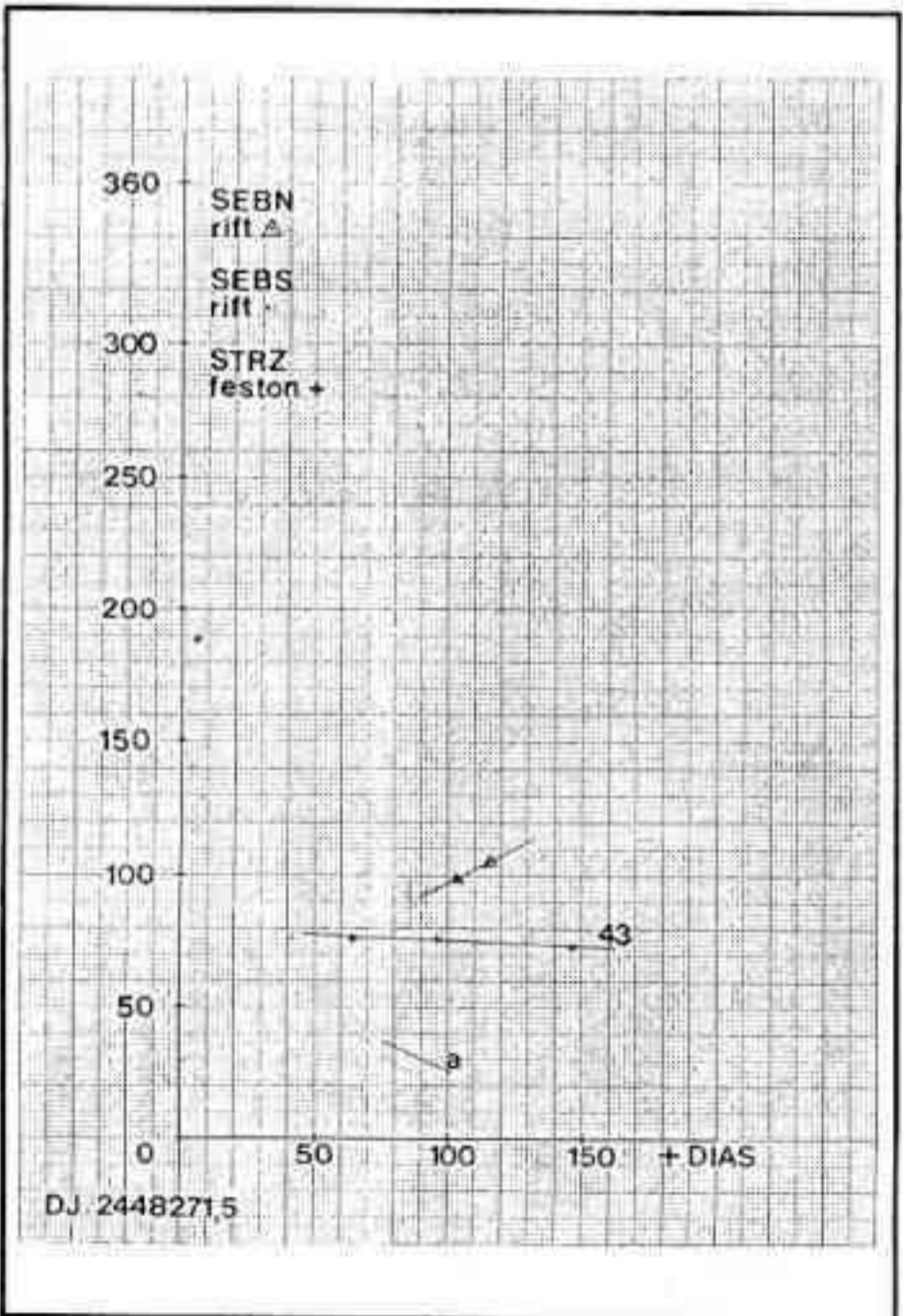
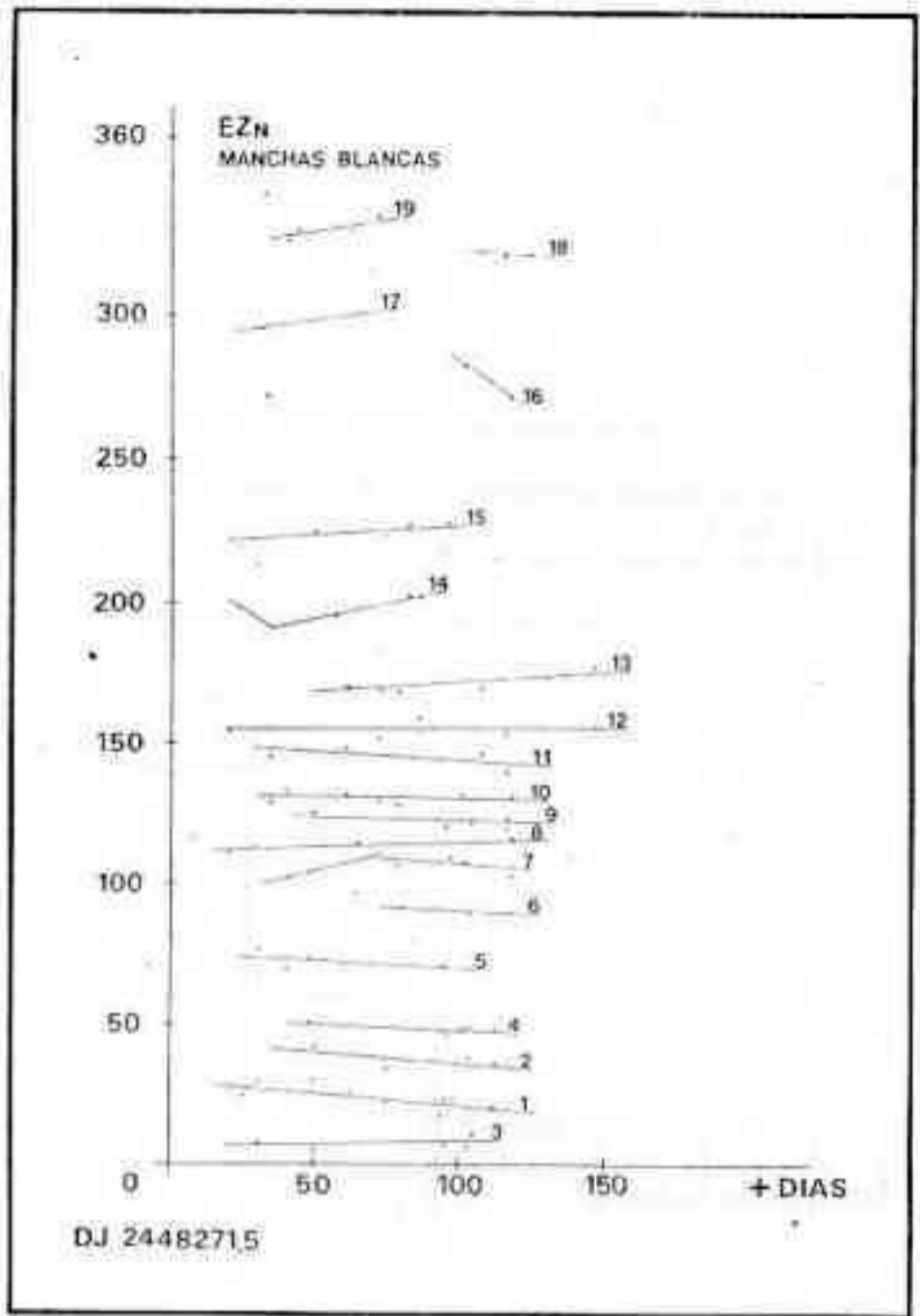
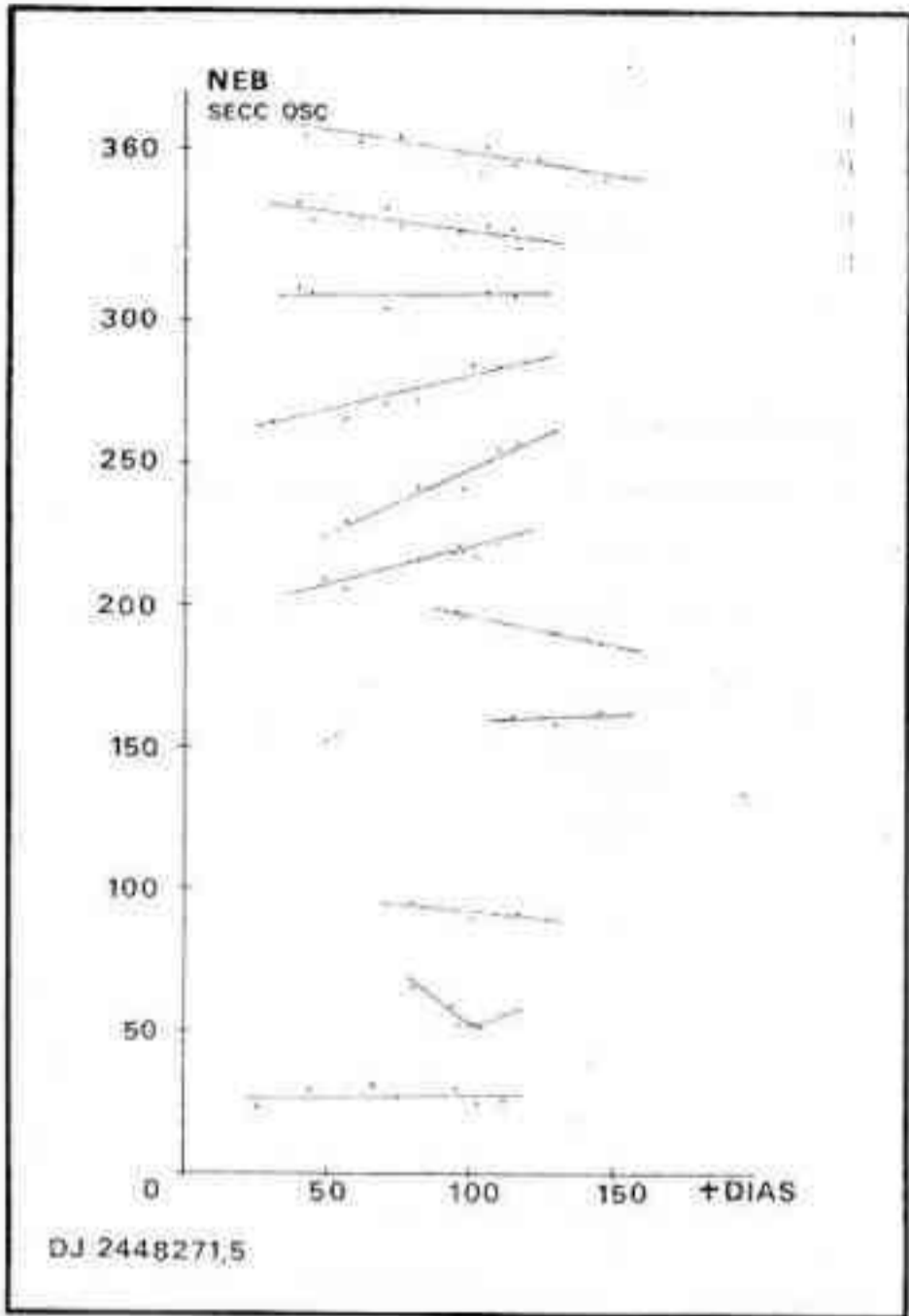
N°	Vel. zonal media		Periodo rotación medio		Deriva diaria media		Aceleración angular		Aceleración tangencial	
	m/s	± m/s	ha	± ha	"/día	± "/día	"/día²	± "/día²	m/s²	± m/s²
43	-2.880	0.002	9.9274910	2.134292E-06	-0.04053347	0.0001871064	-0.0012583810	3.207401E-05	-1.861494E-07	4.744636E-09
44	-3.460	0.010	9.9281900	8.700604E-06	0.02080971	0.0007626459	-0.0151122500	0.0001451072	-2.235521E-06	2.146538E-08
45.1	0.330	0.340	9.9246230	0.0003065031	-0.29208690	0.0268856500	-0.0129221900	0.0088153290	-1.872238E-06	-1.277214E-06
45.2	-9.960	4.070	9.9339970	0.0037168200	0.52949830	0.3254147000	-0.0497280700	0.1894207000	-7.204879E-06	2.744432E-05
46	-1.560	1.100	9.9263130	9.836897E-06	-0.14377100	0.0008625731	0.0075485610	9.758132E-05	1.116641E-06	1.443498E-08
47	3.600	0.240	9.9217190	0.0002138710	-0.54687750	0.0187711900	-0.1759768000	0.0060716770	-2.603184E-05	8.981693E-07
	-2.355		9.9270555		-0.07882681		-0.0412415217		-6.068998E-06	

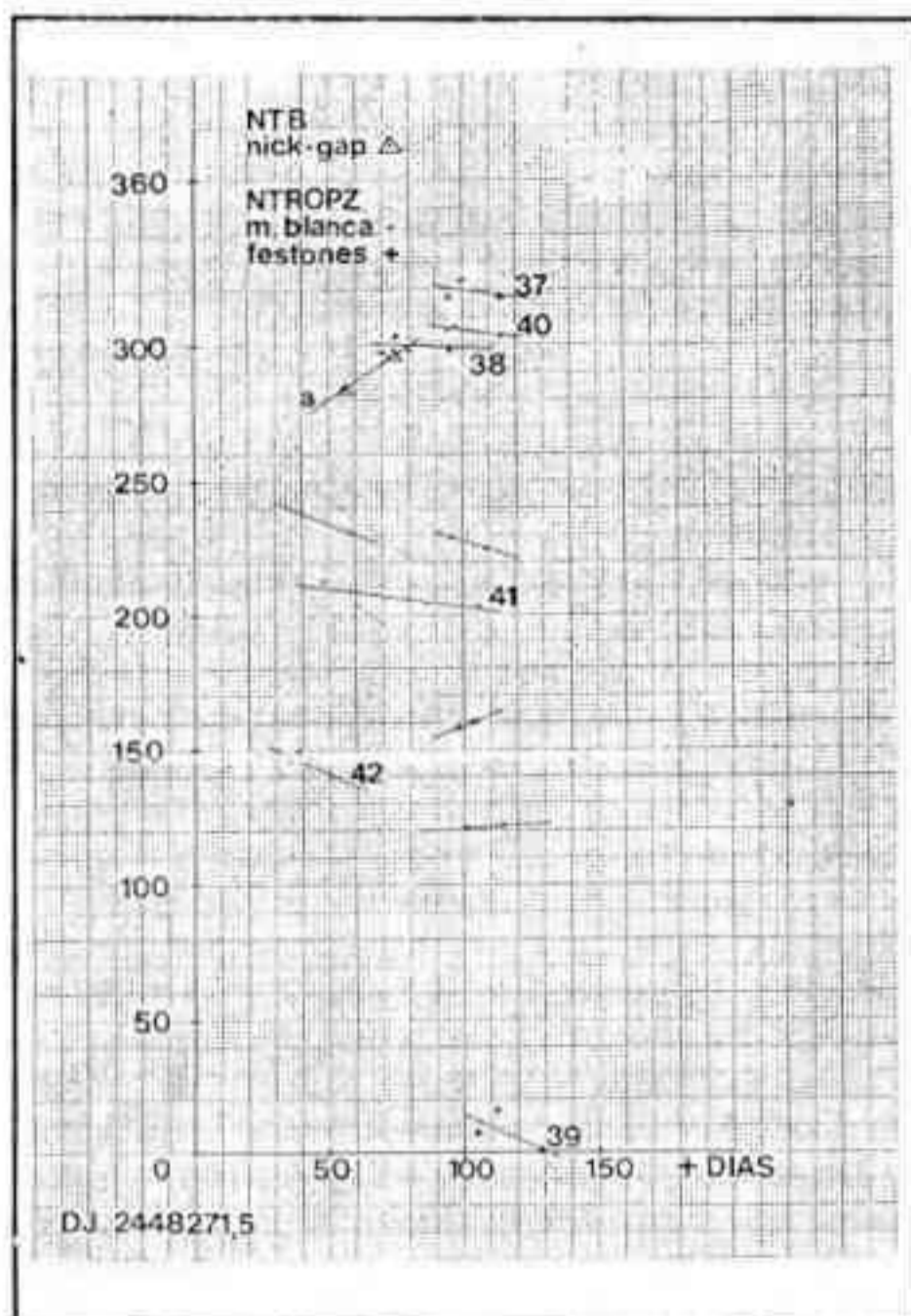
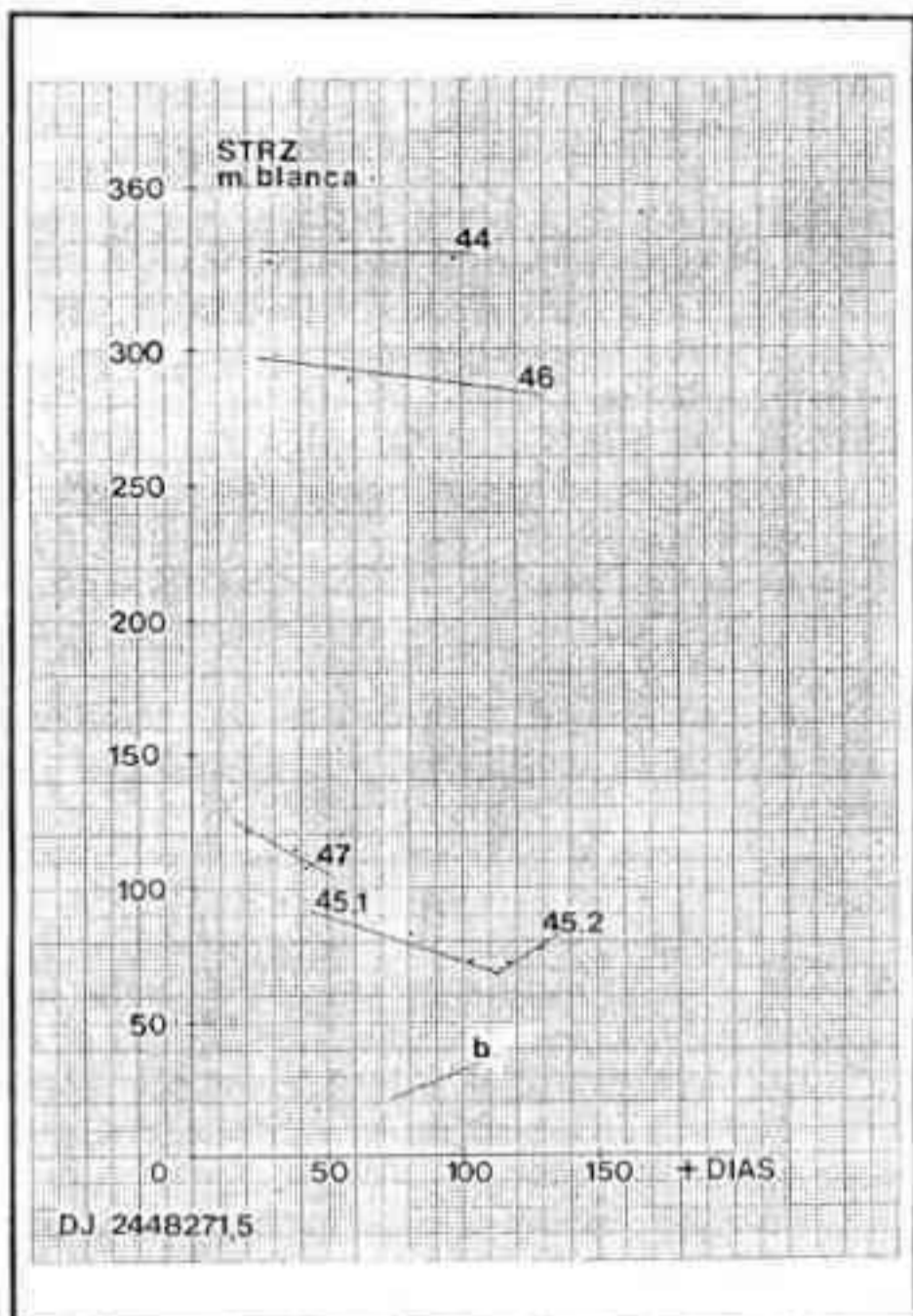


0J 2448271,5



0J 2448271,5





## DISPOSITIVO PARA LA SINCRONIZACION DE CAMARA FOTOGRAFICA Y CRONOMETRO

Por Rodrigo O. Vázquez

*El presente trabajo fue presentado por los autores en la V Convención de Observadores de la LIADA realizada en Montevideo, R. O. del Uruguay.*

### INTRODUCCION

Para ciertos trabajos astronómicos (como, por ejemplo, la obtención de secuencias fotográficas de los eclipses) se requiere obtener series de fotografías de corta exposición y cronometradas con aceptable precisión.

Hoy en día, cualquier aficionado tiene acceso a un cronómetro digital con precisión del orden de la centésima de segundo, y el tiempo de exposición de las fotografías de, por ejemplo, una secuencia de un eclipse solar, es de ese mismo orden.

Pero, aquí aparece un problema. Habitualmente, el aficionado, mientras con una mano oprime el disparador de la cámara, con la otra oprime el botón del cronómetro,

tratando de que ambas cosas sean simultáneas. Pero, hasta que punto son estas dos cosas realmente simultáneas?. Todos sabemos que un observador más o menos experimentado tiene un TIEMPO DE REACCION del orden de la décima de segundo (un principiante puede llegar hasta el medio segundo o más). Esto plantea un cierto desaprovechamiento de recursos : tenemos un instrumento que mide hasta la centésima (el cronómetro) pero la técnica de trabajo no nos permite aprovecharla. Por esta razón, en la Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía" hemos encarado la resolución de este problema por la vía del mejoramiento de la técnica empleada.

### LA CUANTIFICACION DEL PROBLEMA

En primer lugar, medimos cuál es el error que se obtiene por la técnica habitual. Para ello hicimos una secuencia de fotografías de la siguiente forma: se sostenía el cronómetro con una mano, y con la otra la cámara, y se hacía una foto del cronómetro, tratando de detener a este último en el mismo momento en que se obturaba la cámara y anotándose la lectura que aparecía en el cronómetro.

La idea era que la diferencia entre el tiempo anotado y el que aparecería luego en la foto nos daría una idea del tiempo de reacción del sistema Cámara/Operador/Cronómetro, en una situación análoga al trabajo de obtener una secuencia cronometrada de un eclipse.

El tiempo de exposición empleado fue de 1/250 de segundo (ya que requeríamos una velocidad de obturación

superior a la precisión del cronómetro). En la Tabla 1 se detallan los resultados obtenidos, junto con la diferencia entre las lecturas del cronómetro y las que quedaron registradas en las fotos. En la Figura 1, se muestra una de las fotos obtenidas. Como diferencia promedio se obtuvo 0,12 segundos, con valores individuales de hasta 0,35 segundos y una dispersión standard de 0,095 segundos.

## LA SOLUCION DEL PROBLEMA

Un mejor aprovechamiento de la precisión del cronómetro se puede obtener haciendo que sea la propia cámara la que lo accione.

Esto se puede lograr utilizando el contacto para el flash de la cámara fotográfica, conectado al pulsador del LAP del cronómetro. De esta manera, cada vez que se oprima el disparador de la cámara, se detendrá el cronómetro señalando el tiempo de ese instante. Oprimiendo el LAP, el cronómetro continuará haciendo correr el "display" (se eligió el botón del LAP ya que al detener el cronómetro con este, la memoria del reloj sigue avanzando y sólo se detiene o se "congela" el display de lectura). El dispositivo que hemos armado se esquematiza en la Figura 2, y en la Figura 3 tenemos una fotografía de las conexiones realizadas sobre nuestro cronómetro. En la Figura 4, se observa el dispositivo final armado y conectado a nuestra cámara. En las Figuras 2 y 3 se advierte que la conexión se completa con la presencia de dos capacitores (de 1 picofaradio cada uno, conectados en paralelo). Estos son necesarios porque, con tiempos de exposición muy cortos, la corriente que pasa por la conexión al oprimirse el obturador de la cámara no alcanza para accionar al cronómetro.

## VERIFICACION FINAL DEL DISPOSITIVO

Para poder asegurarnos de que el dispositivo armado realmente es de utilidad, necesitamos verificarlo experimentalmente. Esto lo hicimos obteniendo una nueva serie de fotografías del cronómetro, pero ahora accionándolo a éste a través de la conexión al terminal del flash de la cámara. Así, en el instante en que se tomaba cada foto, la propia cámara detenía el cronómetro. Las lecturas obtenidas (la del cronómetro y la de la foto) se detallan en la Tabla 2, junto con las diferencias entre ambas. Se observa que la diferencia promedio entre ambas lecturas fue de 3 centésimas de segundo, con una dispersión standard de 2 centésimas: **EL ERROR SE HA REDUCIDO A LA CUARTA PARTE Y ES MUY PROXIMO A LA PRECISION DEL CRONOMETRO.** Conviene que nos detengamos un poco en analizar el significado de estos resultados. En la Figura 5 tenemos los histogramas de las diferencias medidas en los dos casos (sin usar la conexión del flash, en la Parte A, y con la conexión -sistema sincronizado- en la Parte B). Se ha graficado, para los intervalos de diez centésimas de segundo, el porcentaje del total de mediciones realizadas que "caen" en cada intervalo. La línea gruesa señala la diferencia promedio, y las líneas de trazos los límites señalados por la dispersión standard. En dicha figura vemos claramente la diferencia entre usar o no el dispositivo que hemos ideado: si no lo usamos, el error o indeterminación inherente a la técnica elegida cubre un

amplio espectro y es muy variable (teniendo en cuenta la precisión del cronómetro). En cambio, al usar la sincronización mediante la conexión del flash, la banda de error se hace mas "monocromática". El promedio y la dispersión standard de las diferencias detalladas en la Tabla 2 son datos muy útiles, ya que constituyen una buena estimación del error sistemático y de la indeterminación del método, respectivamente. Entonces, cuando hacemos, por ejemplo, una secuencia de fotografías de un eclipse solar, la técnica de trabajo que debemos seguir es:

1.- Conectamos el cronómetro a la cámara fotográfica, mediante la ficha del flash.

2.- Hacemos cada foto, oprimiendo el obturador, anotando como instante de la foto el tiempo en que queda detenido el cronómetro.

3.- Oprimimos el botón de LAP del cronómetro (después de anotar cada tiempo) para que el display siga avanzando.

4.- Volvemos al paso 2 para continuar la secuencia de fotos.

5.- Una vez terminada la secuencia de fotos, corregimos los tiempos del cronómetro restándoles el valor del error promedio que deberemos haber determinado previamente.

6.- Consideramos como error (indeterminación) de los tiempos obtenidos a lo que anteriormente hemos calculado como dispersión standard.

Nota : Para los trabajos en los que interesa un "valor absoluto de tiempo" (y no las diferencias entre los instantes de las fotos), los pasos 5 y 6 son innecesarios si el tiempo inicial es determinado con una indeterminación o error mayor que la que permite el método.

## ALGUNAS ADVERTENCIAS

Al construir este dispositivo, el aficionado puede encontrarse con algunos problemas:

1.- Algunas cámaras SOLO activan el contacto del flash con algunos tiempos de exposición, pero no con todos. En estos casos, el dispositivo resulta inútil con los tiempos de exposición en que el flash queda desactivado.

2.- Los errores que hemos determinado dependen de NUESTRA combinación de cámara y cronómetro: cada aficionado debe hacer su propia determinación del error con su equipo. Además, como el comportamiento del equipo podría variar, conviene hacer la determinación lo mas próximamente posible al momento de uso y en las mismas condiciones.

3.- Algo que hemos podido observar al probar el dispositivo es que, para que el mismo funcione en forma óptima, el contacto del flash debe encontrarse perfectamente limpio: la corriente que pasa por la conexión es tan débil que la menor suciedad no nos lo deja funcionar.

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer a las siguientes personas de la Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía", por su colaboración en la realización de este trabajo: Sr. Carlos E. Angueira Vázquez, Sr. Jorge Weselka.



**TABLA 1**  
LECTURAS DEL FOTOGRAMA,  
DIRECTA DEL CRONOMETRO Y DIFERENCIA  
- SISTEMA SIN SINCRONIZAR -

FOTO N°	LECTURA DE LA FOTO (A)	LECTURA DEL CRONOMETRO (B)	DIFERENCIA (B)-(A)
01	02:24.59	02:24.59	00:00.00
02	02:56.70	02:56.80	00:00.10
03	03:14.35	03:14.46	00:00.11
04	03:29.43	03:29.43	00:00.00
05	03:44.27	03:44.27	00:00.00
06	ILEGIBLE	04:37.27	-----
07	05:00.85	05:00.93	00:00.08
08	05:20.52	05:20.62	00:00.10
09	ILEGIBLE	05:40.46	-----
10	05:57.37	05:57.37	00:00.00
11	06:11.65	06:11.74	00:00.09
12	06:27.21	06:27.27	00:00.06
13	06:49.05	06:49.09	00:00.04
14	07:04.91	07:05.02	00:00.11
15	07:22.71	07:22.93	00:00.22
16	07:44.99	07:44.93	-00:00.06
17	08:03.28	08:03.43	00:00.15
18	08:26.53	08:26.68	00:00.15
19	11:15.19	11:15.30	00:00.11
20	11:43.73	11:43.93	00:00.20
21	12:04.59	12:04.59	00:00.00
22	DESCARTADA	DESCARTADA	-----
23	13:02.69	13:02.80	00:00.11
24	DESCARTADA	DESCARTADA	-----
25	14:17.39	14:17.46	00:00.07
26	14:46.91	14:47.12	00:00.21
27	15:12.09	15:12.24	00:00.15
28	DESCARTADA	DESCARTADA	-----
29	15:41.47	15:41.65	00:00.18
30	15:58.09	15:58.27	00:00.18
31	16:13.13	16:13.27	00:00.14
32	ILEGIBLE	16:45.12	-----
33	ILEGIBLE	17:06.05	-----
34	17:31.89	17:32.12	00:00.33
35	17:57.20	17:57.55	00:00.35
36	18:19.09	18:19.27	00:00.18
37	ILEGIBLE	18:38.80	-----

**TABLA 2**  
LECTURAS DEL FOTOGRAMA,  
DIRECTA DEL CRONOMETRO Y DIFERENCIA  
- SISTEMA SINCRONIZADO -

FOTO N°	LECTURA DE LA FOTO (A)	LECTURA DEL CRONOMETRO (B)	DIFERENCIA (B)-(A)
01	-----	-----	-----
02	-----	00:11.30	-----
03	00:35.19	00:35.24	00:00.05
04	01:00.28	01:00.33	00:00.05
05	01:24.13	01:24.18	00:00.05
06	01:41.19	01:41.18	-00:00.01
07	02:03.67	02:03.68	00:00.01
08	02:24.04	02:24.08	00:00.04
09	02:44.05	02:44.08	00:00.03
10	03:12.39	03:12.40	00:00.01
11	04:05.29	04:05.33	00:00.04
12	ILEGIBLE	04:30.33	-----
13	04:50.04	04:50.08	00:00.04
14	ILEGIBLE	05:10.33	-----
15	05:33.29	05:33.30	00:00.01
16	ILEGIBLE	05:51.30	-----
17	10:02.25	10:02.30	00:00.05
18	ILEGIBLE	10:17.36	-----
19	ILEGIBLE	10:30.36	-----
20	ILEGIBLE	10:54.61	-----
21	11:36.49	11:36.49	00:00.00
22	ILEGIBLE	12:01.49	-----
23	12:31.79	12:31.83	00:00.05
24	ILEGIBLE	12:53.99	-----
25	13:08.26	13:08.30	00:00.04
26	ILEGIBLE	13:24.86	-----
27	13:40.89	13:40.90	00:00.01
28	ILEGIBLE	14:04.36	-----
29	18:52.73	18:52.77	00:00.04
30	ILEGIBLE	19:21.58	-----
31	ILEGIBLE	19:44.58	-----
32	ILEGIBLE	20:00.33	-----
33	ILEGIBLE	20:15.86	-----
34	20:26.03	20:26.08	00:00.05
35	ILEGIBLE	20:42.02	-----
36	ILEGIBLE	20:58.05	-----
37	ILEGIBLE	21:12.93	-----

Todos los tiempos están expresados en minutos, segundos y centésimas de segundo.



Fig. 1: Ejemplo de fotografía del cronómetro sin conectar dispositivo de sincronización (N° 19 de la Tabla 1). El cronómetro quedó detenido en 11m 15,30s.

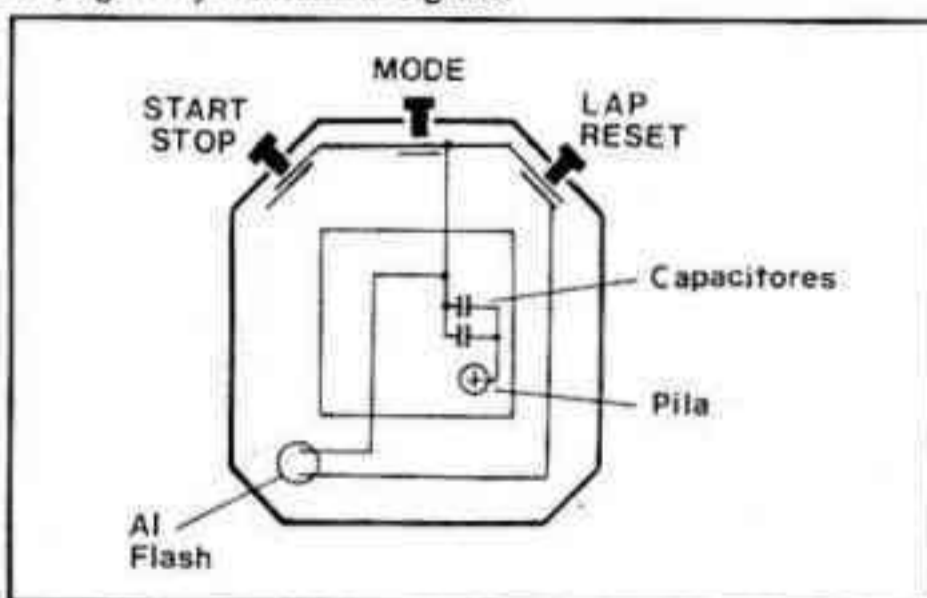


Fig. 2: Esquema de las conexiones realizadas sobre el cronómetro.

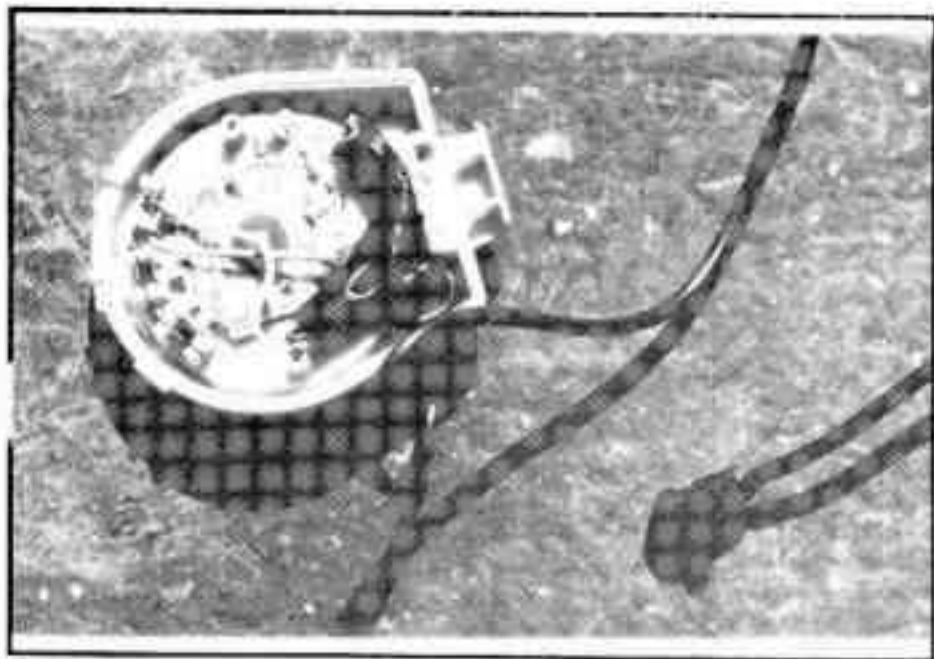


Fig. 3: Fotografía del cronómetro, en la que se aprecian las conexiones realizadas, y, en especial, los dos capacitores.

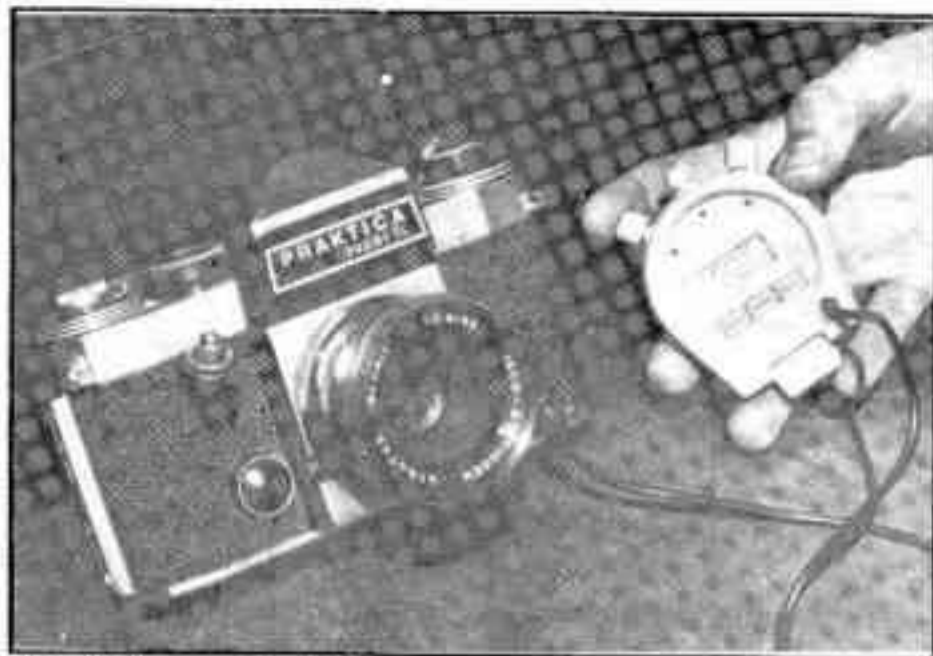


Fig. 4: Fotografía del sistema completo armado y conectado

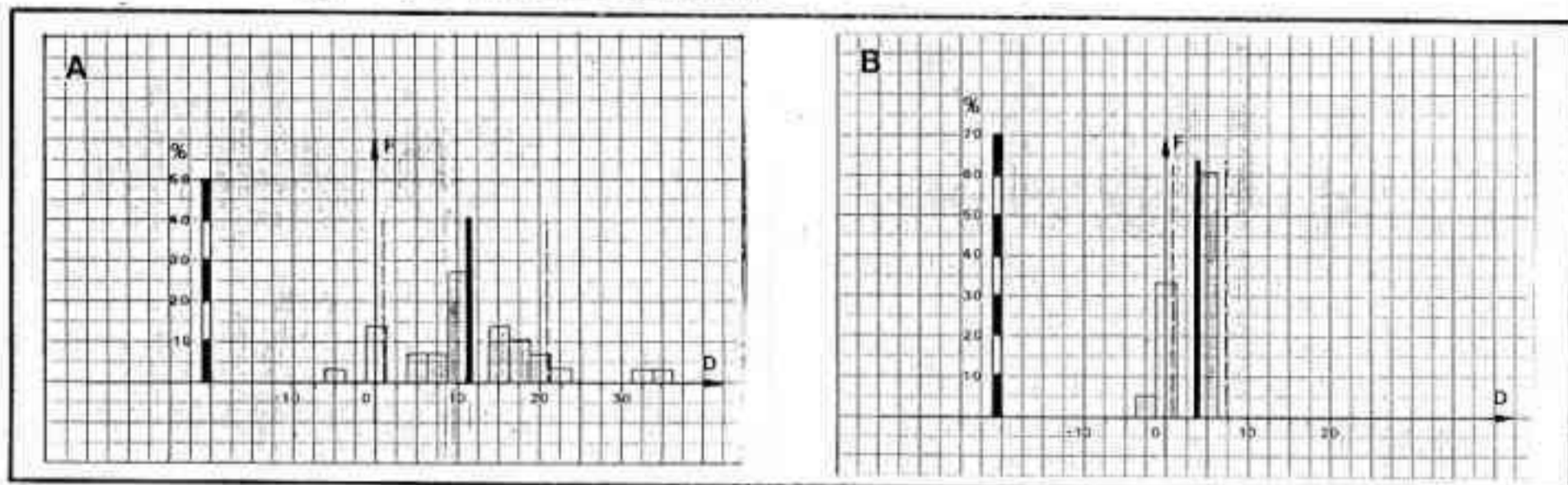


Fig. 5: Histogramas de frecuencias  $F$  de las diferencias  $D$  entre las lecturas de las fotos y del cronómetro. El gráfico A corresponde al sistema sin sincronizar (ver Tabla 1) y el gráfico B al sistema sincronizado --conectado el cronómetro a la salida del flash de la cámara fotográfica-- (datos de la Tabla 2). Las frecuencias  $F$  están expresadas en porcentaje y las diferencias  $D$  en centésimas de segundo; se usaron intervalos de 2,5 centésimas de segundo en ambos gráficos. En cada gráfico, la línea gruesa indica el valor promedio y las líneas de trazos los límites marcados por la dispersión standard.

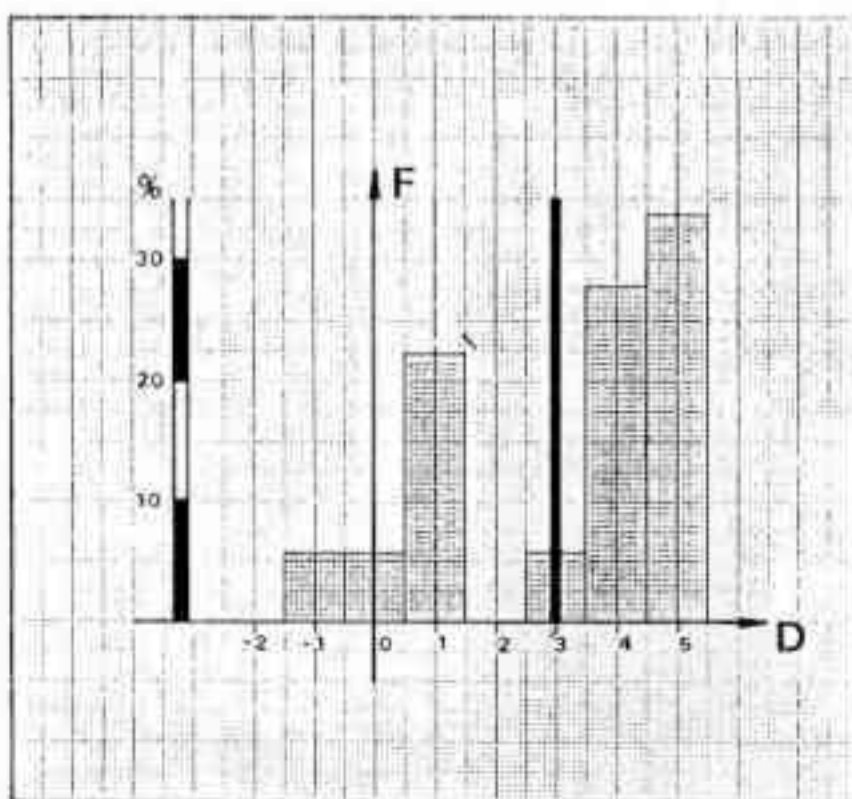


Fig. 6: Histograma de frecuencias  $F$  de las diferencias  $D$  entre las lecturas de las fotos y del cronómetro para el sistema sincronizado --conectado el cronómetro a la salida del flash de la cámara fotográfica-- (datos de la Tabla 2), utilizando intervalos de 1 centésima de segundo.

# EL CAMBIO DE COORDENADAS Y ELEMENTOS ORBITALES DEL B(1950.0) AL J(2000.0)

Por Ricardo Gil Hutton

Obs. Astr. Félix Aguilar y Yale Southern Observatory

Desde la definitiva instauración en 1984 del sistema FK5 en reemplazo del antiguo FK4, los aficionados se enfrentan con el problema de obtener buenas posiciones en el sistema B(1950.0) (para el cual disponen de muy buenos atlas y cartas) a partir de las posiciones publicadas en el sistema J(2000.0). Si bien el problema no es trivial, para la observación diaria de objetos brillantes suele ser suficiente obtener una posición aproximada aplicando una corrección por precesión entre las dos épocas y despreciar las restantes correcciones. Sin embargo, la solución no es tan sencilla cuando necesitamos observar objetos débiles o miembros de nuestro Sistema Solar: incluso los elementos orbitales de asteroides y cometas son dados para el sistema J(2000.0) desde 1992.

Anualmente aparece en el *Astronomical Almanac* un método matricial para convertir posiciones entre ambos sistemas basado en propuestas de Standish (1982) y Aoki et al. (1983), pero Murray (1989) encuentra algunas diferencias entre estos investigadores y propone un método más simple y que además permite corregir elementos orbitales. Este último método es el que se aplica normalmente para efectuar la conversión y es el que se describe a continuación:

### a) Conversión de $(\alpha, \delta)$ del FK4 al FK5

$(a_0, d_0) = \alpha$  y  $\delta$  correspondientes al FK4.

$(a, d) = \alpha$  y  $\delta$  correspondientes al FK5.

$$1) \quad r_0 = \begin{bmatrix} \cos a_0 \cdot \cos d_0 \\ \sin a_0 \cdot \cos d_0 \\ \sin d_0 \end{bmatrix}$$

$$2) \quad r_1 = r_0 - A + (r_0' \cdot A) \cdot r_0$$

donde:  $r_0'$  = vector transpuesto de  $r_0$ ,  $(r_0' \cdot A)$  es un producto escalar, y:

$$A = \begin{bmatrix} -1,6255710^{-6} \\ -0,3191910^{-6} \\ -0,1384310^{-6} \end{bmatrix}$$

$$3) \quad r = M \cdot r_1$$

donde:  $M = X(0) + T \cdot X(0)'$ , siendo:

$$T = (t - 2433282,423) / 36525$$

la diferencia en centurias entre las épocas, y:

$$X(0) = \begin{bmatrix} 0,9999256794956877 & 0,0111814832391717 & 0,0048590037723143 \\ -0,0111814832204662 & 0,9999374848933135 & -0,0000271702937440 \\ -0,0048590038153592 & -0,0000271625947142 & 0,9999881946023742 \end{bmatrix}$$

$$X(0)' = \begin{bmatrix} -0,002645526210^{-6} & 1,154062816110^{-6} & -2,111297904810^{-6} \\ -1,153991868910^{-6} & -0,012904299710^{-6} & -0,005602444810^{-6} \\ 2,111134619010^{-6} & 0,023602147810^{-6} & 0,010258773410^{-6} \end{bmatrix}$$

$T \cdot X(0)'$  remueve el error introducido cuando las estrellas con coordenadas B(1950.0) son avanzadas a la época de observación usando sus movimientos propios, y la matriz  $X(0)$  corrige el  $\frac{1}{2}''$  de arco del offset del equinoccio del FK4 y precesa el vector  $r_1$  al J(2000.0). Las matrices  $X(0)$  y  $X(0)'$  son las matrices de Murray.

$$4) \quad \begin{aligned} r &= (x^2 + y^2 + z^2)^{0,5} \\ \cos a \cdot \cos d &= x / r \\ \sin a \cdot \cos d &= y / r \\ \sin d &= z / r \end{aligned}$$

### b) Conversión de $(\alpha, \delta)$ del FK5 al FK4

Se utiliza la misma notación que en el apartado anterior.

$$1) \quad r = \begin{bmatrix} \cos a \cdot \cos d \\ \sin a \cdot \cos d \\ \sin d \end{bmatrix}$$

$$2) \quad r_1 = M^{-1} \cdot r$$

donde:  $M^{-1}$  es la inversa de  $M$ .

$$3) \quad r_0 = r_1 + A - (r_1' \cdot A) \cdot r_1$$

donde:  $r_1'$  es el vector transpuesto de  $r_1$ , y  $(r_1' \cdot A)$  es un producto escalar.

$$4) \quad \begin{aligned} r_0 &= (x_0^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0,5} \\ \cos a_0 \cdot \cos d_0 &= x_0 / r_0 \\ \sin a_0 \cdot \cos d_0 &= y_0 / r_0 \\ \sin d_0 &= z_0 / r_0 \end{aligned}$$

### c) Conversión de Coordenadas Ecuatoriales entre el FK4 y el FK5

$r_0, v_0$  = vectores de posición y velocidad para B(1950.0).

$r, v$  = vectores de posición y velocidad para J(2000.0).

$$\begin{aligned} r &= X(0) \cdot r_0 \\ v &= X(0) \cdot v_0 \end{aligned}$$

Para efectuar la conversión inversa, utilizar la matriz inversa de  $X(0)$  que, en este caso, coincide con la transpuesta.

#### d) Conversión de Elementos Keplerianos entre el FK4 y el FK5

$i_0, w_0, \Omega_0$  = inclinación, argumento del perihelio y longitud del nodo para B(1950.0).

$i, w, \Omega$  = inclinación, argumento del perihelio y longitud del nodo para J(2000.0).

$$L_0 = 5,19856209^\circ$$

$$L = 4,50001688^\circ$$

$$J = 0,00651966^\circ$$

$$\begin{aligned} \sin(w - w_0) \cdot \sin i &= \sin J \cdot \sin(L_0 + \Omega_0) \\ \cos(w - w_0) \cdot \sin i &= \sin i_0 \cdot \cos J + \cos i_0 \cdot \sin J \cdot \cos(L_0 + \Omega_0) \\ \cos i &= \cos i_0 \cdot \cos J - \sin i_0 \cdot \sin J \cdot \cos(L_0 + \Omega_0) \\ \sin(L + \Omega) \cdot \sin i &= \sin i_0 \cdot \sin(L_0 + \Omega_0) \\ \cos(L + \Omega) \cdot \sin i &= \cos i_0 \cdot \sin J + \sin i_0 \cdot \cos J \cdot \cos(L_0 + \Omega_0) \end{aligned}$$

Por último, es importante mencionar que para aquellos que desean usar un programa de computadora para hacer los cálculos, es indispensable programar todo en doble precisión debido a la exactitud requerida al operar con las matrices  $X(0)$  y  $X(0)'$ .

#### Referencias

Aoki, S., Soma, M., Kinoshita, H., and Inoue, K. (1983) *Astron. Astrophys.* 128, p.263.

Murray (1989) *Astron. Astrophys.* 218, p.325.

Standish, E.M. (1982) *Astron. Astrophys.* 115, p.20.

## NOTICIAS DE LA ASOCIACION

### ING. BENJAMIN TRAJTENBERG 1919-1993

Debemos lamentar la pérdida de nuestro socio Vitalicio y Honorario. Miembro de Comisión Directiva en varias ocasiones, recordaremos siempre los que tuvimos la oportunidad de tratarlo su sentido común y su sensatez. La C.D. ha decidido colocar una placa recordatoria en su memoria en la cúpula que alberga el telescopio Cancela, en cuya instalación tuvo importante participación. Había ingresado en 1962.

### CAP. ALFREDO J. PANIZZA

Aunque había ingresado hacía poco tiempo (en 1989), su figura ya era inconfundible en la Asociación. Capitán retirado de marina mercante, como buen marino amaba el cielo; de amena conversación e interesado en la historia, coleccionaba modelos de antiguos instrumentos astronómicos de navegación que el mismo había construido, y sobre los que nos dió una interesante charla en ocasión de la celebración de los 500 años del viaje de Colón. Todos sentimos su partida.

### ING. ANGEL DI PALMA

Desaparecido en plena actividad, era el Director del Observatorio Municipal de la Ciudad de Mercedes. Logró la jerarquización de dicho observatorio, y dió permanentemente apoyo a la labor seria de los aficionados que concurrían a trabajar aprovechando el mejor cielo de esa ciudad, lejos de las luces de la capital. Un infausto suceso que afecta profundamente a los Amigos de la Astronomía.

## NOVEDADES DE LOS DISTINTOS DEPARTAMENTOS

### RADIOASTRONOMIA Y COMUNICACIONES

Reparada la antena, se ha comenzado un barrido sistemático del cielo en el continuo de 600 MHz, obteniéndose datos, que luego de elaborarse con la computadora del departamento, usando programas especialmente desarrollados, dan imágenes como las que se observan en la tapa de este número. Ante resultados tan prometedores, los integrantes del grupo no ocultan su entusiasmo; están tratando de mejorar "software" y "hardware" para lograr cosas aún más espectaculares. ¡Estén atentos!

### BIBLIOTECA

Detalle de los títulos ingresados en el primer semestre de 1993; se indica la posición en los estantes. Son 136 títulos; los números indican los donantes: (1) Sr. Menella Szántó, (2) Sra. Susana Peña, (3) Sr. Alberto Meade, (4) Ing. Augusto E. Osorio, (5) Ing. Benjamín Trajtenberg.

Algebra lineal y sus aplicaciones, L. I. Golovina (5), E 424

Algo interesante sobre la Cosmogonía, A. N. Tomilin (5), G 710

Análisis matemático, Truco-Caspari (5), F 772

Astronomía, Norman Lockyer (3), H 334

Astronomía elemental, Mestorino Sardella (5), H 416

Astronomía popular, Newcomb Engelmann (3), H 757

Astronomía práctica, Norberto B. Cobos (3), H 405

Átomos y astros, Victor Delfino (3), D 557

Biografía de la Física, George Gamow (2), 73 Salvat

Biografía de la Tierra, George Gamow (3), F 455

Bueno, ¿y qué...?, Y. Jurguin (5), F 767

Cerebro y psique, Jonathan Winson (2), 59 Salvat

Claves ciertas, Gerald Feinberg (2), 60 Salvat

Cosmografía, Loedel-De Luca (3), H 312

Cosmographie, Th. Moreux (3), H 759

Cours de Cosmographie, F. G. - M. (3), H 747

Curso de Física general (I-II-III), Friab-Timoreva (5), E 426

Dalle stelle a gli atomi, Carlo Stoermer (3), D 556

De Stonehenge a la cosmología moderna, F. Hoyle (5), C 718

De estrellas y hombres, H. Shapley (5), D 620

De los átomos a los cuasares, James S. Trefil (2), 8 Salvat

Dios y la nueva Física, Paul Davies (2), 36 Salvat

Ecos de marciélagos y hombres, Donald Griffin (1), E 421

El ABC de la mecánica cuántica, V. Rydrik (5), E 422

El Sol, A. Secchi (3), H 746

El Universo, P. Coudere (5), D 404

El Universo estelar y atómico, George Edwind Frost (3), H 760

El busca de las ondas de gravitación, Paul Davies (2), 84 Salvat

El cerebro de Broca, Carl Sagan (5), C 719

El clima futuro, John Gribbin, 58 Salvat

- El cosmos, H. Bondi (5), H 563  
 El firmamento, Luis Rodés (3), H 455  
 El inquieto Universo, Max Born (5), H 516  
 El origen del Universo, Bonnor-Lyttleton (5), G 707  
 El panorama inesperado, James S. Trefil, 39 Salvat  
 El rayo láser, D. Teseri (2), 74 Salvat  
 El sistema solar, Biblioteca Salvat (5), G 701  
 El umbral de la relatividad, A. P. Maiztegui (5), E 431  
 El universo accidental, Paul Davies (2), 56 Salvat  
 El universo desbocado, Paul Davies (2), 1 Salvat  
 El átomo inquieto, A. Romer (5), D 571  
 Elementi di Astronomia (vol II), G. Boccardi (3), H 749  
 Elementos de Cosmografía, F. Charola (5), H 307  
 Elementos de óptica instrumental, Silverio Troncoso (5), G 528  
 Estrellas, cúmulos y galaxias, Biblioteca Salvat (5), G 702  
 Evolución de las ciencias en Arg., Soc.Cientif.Arg. (5), H 342  
 Field book of the skies, W. T. Olcott (5), G 714  
 Fotografía Astronómica, J. Galli (5), G 407  
 Frontiers of Astronomy, Fred Hoyle (4), D 703  
 Física nuclear, Acad.de Ciencias-USA(2), 96 Salvat  
 Galaxias, Harlow Shapley (3), H 573  
 Galileo, J. Babini (5), C 714  
 Gravedad, G. Gamow (5), D 612  
 Histoire de l'Astronomie, Paul Couderc (3), D 550  
 Histoire de l'Astronomie, E. Doublet (3), D 547  
 Historia del neutrón, D. J. Hughes (5), F 532  
 Historia del neutrón, Donald Hughes (1), F 532  
 Il Sole, George Abetti (3), H 753  
 Informática para todos, Peter Laurie (2), 32 Salvat  
 Instantáneas matemáticas, Hugo Steinhaus (2), 62 Salvat  
 Introducción a la Astronomía, Payne-Gaposchkin (5), H 403  
 L'Astronomie sans télescope, Pierre Roussau (3), H 754  
 L'Univers, Paul Couderc (3), D 551  
 L'étude physique de la Terre, Charles Maurain (3), D 560  
 La Terre et son histoire, Lucien Rudaux (3), D 552  
 La Tierra bajo el mar, F. P. Shepard (5), F 368  
 La Vía Láctea, Bart y Priscilla Bok (3), H 562  
 La ciencia helenística, J. Babini (5), C 707  
 La ciencia alejandrina, J. Babini (5), C 706  
 La ciencia en la alta Edad Media, J. Babini (5), C 708  
 La ciencia en la baja Edad Media, J. Babini (5), C 709  
 La ciencia renacentista, J. Babini (5), C 710  
 La ciencia y el milagro griego, J. Babini (5), C 704  
 La ciencia y el siglo de Pericles, J. Babini (5), C 705  
 La construcción de la era atómica, Alwyn McKay (2), 68 Salvat  
 La creación, Peter W. Atkins (2), 54 Salvat  
 La determinación geográfica de un lugar, E. Schulte (5), H 505  
 La déduction relativiste, Emile Meyerson (3), D 566  
 La enfermedad de hoy, Luis Daufi (2), 83 Salvat  
 La evolución de la Física, A. Einstein (2), 24 Salvat  
 La evolución del Universo, F. R. Nolke (3), H 565  
 La forma del Universo, P. Javet (5), H 705  
 La leyenda de la Tierra, Dorothy Vitaliano, 46 Salvat  
 La Luna, Alfonso Fresa (3), H 540  
 La matemática y la astronomía renacentista, J. Babini (5), C 711  
 La mente (I), Anthony Smith (2), 21 Salvat  
 La naturaleza del mundo físico, A. S. Eddington (3), D 559  
 La prehistoria de la ciencia, J. Babini (5), C 703  
 La radioactividad artificial, M. Bordry (2), 80 Salvat  
 La vida en el Universo, M. W. Ovenden (5), H 528  
 Laplace, L. A. Santaló (5), C 713  
 Las etapas de la Astronomía, Paul Couderc (3), D 405  
 Las flechas del tiempo, Richard Morris (2), 65 Salvat  
 Las herramientas del astrónomo, Miczaika-Sinton (5), H 318  
 Las ondas y el oído, van Bergeijk-Pierce (5), F 546  
 Les étoiles dans leurs courses, James Jeans (3), H 754  
 Les certitudes du hasard, Marcel Boll (3), D 549  
 Les planètes, Pierre Quintini (3), H 752  
 Les éclipses, Th. Moreux (3), F 341  
 Los eclipses, Paul Couderc (3), D 415  
 Los enigmas del reino solar, Max Valier (3), H 755  
 Los errores de mi texto, Reyes Thévenet (3), D 458  
 Los orígenes de la vida, J. Carlés (5), C 712  
 Los rayos cósmicos al día, Harvey Braca Lemon (5), D 351  
 Los sistemas del mundo, G. A. Gurev (3), D 602  
 Los tres primeros minutos del Universo, Steven Weinberg (3), D 554  
 Los viajes espaciales, Biblioteca Salvat (5), F 366  
 Manual de Astronomía, Ignacio Puig (3), H 758  
 Michelson y la velocidad de la luz, B. Jaffe (5), F 541  
 Más allá del Sol, Desiderio Papp (3), H 518  
 Nacimiento y muerte del Sol, George Gamow (3), H 522  
 Nuevo manual de los cielos, Bernhard-Bennet-Rice (5), H 301  
 Ocultación de \_ Capricornio, Gladys Vergara (3), D 453  
 Origen y evolución del Universo, Biblioteca Salvat (5), G 700  
 Otras pruebas y juegos científicos, G. Barr (5), D 572  
 ¿Que viene el cometa?, Nigel Calder (2), 10 Salvat  
 ¿Qué edad tiene la Tierra?, P. M. Huely (5), F 367  
 ¿Qué es el cálculo diferencial?, V. G. Boltianski (5), E 321  
 ¿Qué es la mecánica cuántica?, V. I. Ridnik (5), F 760  
 ¿Qué es la teoría de la relatividad?, Landau-Rumer (5), E 429  
 ¿Qué son las radiaciones?, Ignacio Puig (5), E 425  
 Seeing stars, W. B. White (3), H 750  
 Sobre la teoría de la relatividad, A. Einstein (1), E 419  
 Sonhos de robó, Isaac Asimov (5), C 700  
 Super fuerza, Paul Davies (2), 4 Salvat  
 Teorías de la cosmología moderna, J. Singh (5), C 716  
 The observer's book of weather, Reginald M. Lester (1), F 370  
 The origin of the Earth, Crowder Chamberlin (3), D 548  
 The two solar families, Crowder Chamberlin (3), H 744  
 Tierra, luna y planetas, Fred I. Whipple (3), G 720  
 Trattato de Astronomia (vol I), Francesco Porro (3), D 565  
 Treinta años que conmovieron la Física, G. Gamow (5), D 532  
 Un anillo desaparecido, Martín Gil (3), D 653  
 Univers 1937, Paul Couderc (3), D 553  
 Vectores y tensores y sus aplicaciones, Luis A. Santaló (5), E 308  
 Vida en el Universo, C. M. Varsavsky (5), G 712

## ASTRONOVEDADES

Por Hernán Christian Rebak

**PERIODO JUNIO 1992 A FEBRERO  
1993**

Se realizó una misión del trasbordador Columbia con el objeto de producir cristales proteínicos para investigar el SIDA y otras afecciones.

*La cantidad de chatarra espacial que gira alrededor de*

*la Tierra oscila entre 30.000 y 70.000 desperdicios. ¡Después de contaminar la Tierra, ahora el hombre ensucia el espacio!*

El 11 de junio el Planetario Municipal de la Ciudad de Buenos Aires "Galileo Galilei" cumplió 25 años.

*El 30 de junio los porteños tuvieron la oportunidad de observar un hermoso eclipse parcial de Sol.*

En una misión del trasbordador espacial Endeavour se logró fertilizar huevos de rana en órbita.

*Fue lanzada a Marte la sonda espacial Mars Observer, que entre otras cosas cartografiará la superficie marciana durante dos años, estudiará su atmósfera, medirá la altura de rasgos geográficos e investigará la presencia de agua.*

Astrónomos del Observatorio Anglo-Australiano des-

cubrieron un grupo de 20 soles masivos, lo que arrojaría dudas sobre la hipótesis de la existencia de un agujero negro en el centro de nuestra Galaxia.

*El astrónomo Duncan Steel del Observatorio Anglo-Australiano anunció la posibilidad de que el cometa Swift-Tuttle choque con la Tierra en el año 2126.*

La NASA inauguró, en coincidencia con el V centenario de la llegada de Colón a América, el Proyecto de Observación de las Microondas, que consiste en una supercomputadora que podrá examinar simultáneamente 10.000.000 de canales, que está instalada en el radiotelescopio de Arecibo de 305m de diámetro con el objeto de detectar señales que indiquen la existencia de civilizaciones extraterrestres.

*Los tripulantes del trasbordador Columbia colocaron en órbita el satélite geodinámico Laser II (Langeos II) que ayudará a los científicos en el estudio de fenómenos relacionados con los terremotos.*

Los astrónomos de Observatorio Vaticano manifestaron su apoyo a los esfuerzos de la NASA en la búsqueda de civilizaciones extraterrestres, pues admiten la posibilidad de su existencia.

*El papa Juan Pablo II rehabilitó definitivamente a Galileo Galilei luego de 359 años. Recordemos que la Inquisición lo había obligado a abjurar de sus teorías sobre el movimiento de la Tierra y los planetas.*

El telescopio espacial Hubble descubrió una sorprendente cadena de nudos luminosos en el centro de una galaxia ubicada a 10.000 millones de años luz.

*El orbitador Pioneer Venus, primera nave estadounidense puesta en órbita alrededor de Venus, se quedó sin combustible precipitándose a la atmósfera del planeta en la que se desintegró, dando así fin a una misión de 14 años.*

El telescopio espacial Hubble detectó sistemáticamente "discos protoplanetarios" en más o menos la mitad de las estrellas jóvenes observadas en una vasta nube de gas que envuelve las constelaciones de Taurus y Auriga, a 1.500 años luz de distancia.

*El astrónomo Gerhardt R. Meuser de la Universidad de Montreal y su equipo hallaron arcos de gas reluciente en expansión en torno a NGC705, galaxia azul irregular de magnitud 13 ubicada en Pictor, que indicarían que dicha galaxia está expulsando una gran cantidad de materia en direcciones opuestas. Algunas estimaciones indican que si este flujo continuase, la galaxia podría dispersarse completamente.*

Aparentemente los meteoritos clasificados como shergottites, makhilites y chassignites, posiblemente fragmentos de Marte lanzados al espacio por alguna clase de impacto, y formados por minerales tales como olivina, piroxeno, arcillas y óxidos de hierro, contienen pequeñas cantidades de agua.

*Investigadores de Moscú examinaron un cráter originado por un meteorito de hierro de 1m de diámetro que cayó en un trigal cerca del pueblo ruso de Sterlitamak, el 17 de mayo de 1990.*

3 de las 6 lunas de Neptuno descubiertas por el Voyager 2 están ubicadas en lo que se denomina el límite de Roche,

lugar donde se supone que las fuerzas gravitatorias impiden la formación de satélites, hecho que ha dejado perplejos a los especialistas en mecánica celeste.

*Recientes observaciones indicarían que Cygnus X-3 es un sistema binario muy cerrado en el que uno de los componentes es una estrella de neutrones. Se encuentra a 30.000 años luz y su período orbital es de 4,8 horas.*

Un objeto ubicado a 350 años luz del centro galáctico emite radiación gamma intensa con una energía de 511.000 electrón-voltios, equivalente a la masa de un electrón o su contraparte antimateria el positrón. ¿Un agujero negro?

*El estudio realizado por los astrónomos de Georgia sobre la estrella de Plaskett en Monoceros (la binaria de mayor masa conocida) indicó que las componentes principal y secundaria tienen 51 y 43 masas solares respectivamente.*

Se probó en el Valle de la Muerte, California, un vehículo para explorar Marte de diseño ruso, de 70Kg de peso y 1,5m de longitud.

*Una peculiar estrella binaria de magnitud 10 en Monoceros, catalogada con el N° 560 del catálogo de Monte Wilson, no ha podido ser clasificada por su raro comportamiento.*

Pudo fotografiarse desde la Tierra a Proteus, uno de los satélites de Neptuno, el segundo en tamaño después de Tritón, con 400Km de diámetro. El objeto brillaba con magnitud 20.

*La densa atmósfera de Titán podría ser el resultado de los choques constantes de cometas en su superficie. Esta idea se basa en la composición química de los cometas (nitrógeno y metano).*

Estudios recientes indican que la orina solidificada de ratas prehistóricas serviría para conocer más sobre los rayos cósmicos.

*El telescopio espacial Hubble habría hallado un agujero negro de una masa de un millón de veces la del Sol en el centro de M51, la galaxia del Remolino, situada en Canis Venatici.*

Estudios recientes afianzarían con pruebas más firmes, la suposición de la existencia de un agujero negro de masa estelar en la posición de la nova de rayos X, V404 Cygni.

*Un cohete Delta II puso en órbita el 7 de Junio al Explorador del Ultravioleta Extremo (EUVE).*

Se halló el lente gravitacional más lejano, denominado BRI0952-01 en Sextans, cuya fotografía revela dos fuentes puntuales separadas por 0,95" de arco.

*Se probó con éxito el espejo espacial ruso de 26m de diámetro. El haz reflejado equivalía a la luz de cinco lunas llenas y tenía un diámetro de 5Km. Este tipo de aparato sería de utilidad para rescates en caso de accidentes y para la agricultura.*

Brasil ha lanzado un nuevo satélite como parte de un programa que incluye la recolección de datos del medio ambiente y la localización desde el espacio de recursos naturales en tierra.

*Se descubrió que el asteroide 4015 y el cometa Wilson-Harrington son en realidad un mismo objeto, y que la cola fotografiada en 1949 es real. El 4015 pasó por el perihelio en 1992 sin exhibir rasgos cometarios.*

El telescopio espacial Hubble fotografió el núcleo de AC114, un cúmulo de galaxias situado a unos 4.000 millones de años luz de distancia, y descubrió espejismos gravitacionales de una galaxia distante, cuya distancia se supone 2 o 3 veces mayor que la de AC114. El espejismo se forma al pasar la luz de una galaxia lejana a través de un cúmulo intermedio que contiene enormes cantidades de materia oscura.

Se sospecha que 49 Eridani, realmente ubicada en la parte sur de Taurus, es una estrella variable. Según señales transmitidas por uno de los buscadores de estrellas del telescopio espacial Hubble, durante 3 horas la estrella brillaba en magnitud 6,9 en lugar de 5,3 que es lo habitual.

El Hubble detectó la presencia de un núcleo doble en el corazón de una galaxia activa denominada Markarian 315. También descubrió que el objeto HEN1357, que aparentaba ser una estrella caliente ordinaria ubicada a 18.000 años luz de distancia, es una joven nebulosa planetaria.

Un equipo liderado por George W. Null anunció el 13

de octubre de 1992, durante una reunión de planetólogos, que la masa de Plutón es de  $1,3 \cdot 10^{25}$  gramos, unas 12 veces la masa de Caronte.

El 14 de septiembre la sonda Magallanes finalizó el mapeo por radar de Venus.

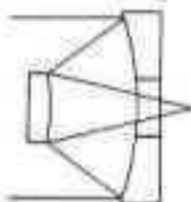
El impacto de un asteroide sobre la península de Yucatán, fue fechado en 65 millones de años, habiendo constituido quizás la causa principal de la extinción de los dinosaurios.

El pequeño planeta 1992AD, de magnitud 17, completa una traslación en torno al Sol en 93 años, reemplazando a Quirón (período 51 años) como el más distante de los planetas menores. Ahora conocido como 5145 Folus, se cree que es un asteroide orgánico.

Se descubrieron restos de meteoritos en el desierto de Atacama en Chile, compuestos de hierro y níquel; podría tratarse de los vestigios de la lluvia meteórica de Vaca Muerta, ocurrida quizá hace 3.500 años.

## GABRIEL HORDIJ

Optica instrumental  
y astronómica



NUEVA DIRECCION  
French 1327  
1708 MORON  
Tel. 628-0373

### Envíos al Interior

**TELESCOPIOS:** Ecuatoriales, 100-150-200-250 mm.

**OCULARES:** Montura  $\varnothing$  23 mm. Tratamiento antirreflejo en todas las superficies ópticas; contruidos con cristales ópticos especiales que disminuyen aberraciones y aumentan el campo. Tipos Ramsden, Huygens, Plössl y Erfle.

**ESPEJOS PARABOLICOS STANDARD:**  $\varnothing$  75 mm, 100 mm, 150 mm y 200 mm.

Objetivos refractores, anteojos buscadores, portaoculares. Discos de vidrio de  $\varnothing$  100, 130 y 200 mm. Instrucciones para construir su propio telescopio.

Consulte precios por aluminizado.

**Descuentos especiales a socios de la AAAA.**

## ABRA UNA VENTANA AL COSMOS

... CON SU *COSMOS 910*

La Asociación dispone para socios y no socios de telescopios con las siguientes características técnicas:

Diámetro del objetivo: 100 mm

Distancia focal: 1.000 mm (f:10)

Montura: Acimutal con frenos

Sólido trípode, desarmable para su transporte.

Se entrega con un ocular de 14 mm; hay disponibles otras distancias focales.

Consultar en Secretaría de la Asociación.