

# REVISTA ASTRONOMICA

ORGANO MENSUAL DE LOS

“AMIGOS DE LA ASTRONOMIA”

DIRECTOR:

CARLOS CARDALDA

BUENOS AIRES

## SUMARIO

**El Sol** - Conferencia del doctor Bernhard H. Dawson.

**Un planetario improvisado**, *por Ernesto Nelson.*

**La Luna** - Datos interesantes para el aficionado, *por W. G. Colgrove (traducido por C. L. Segers).*

**Curiosos enigmas en ciertos fenómenos de la Naturaleza**, *por Ismael Gajardo Reyes. (conclusión.)*

**El tiempo** - Su definición práctica, su medida, *por A. Danjon (traducido por C. C.).*

**Noticiario astronómico** - Próxima ocultación de Antares - Necrología - Bibliografía - Notas sísmicas.

**Noticias** - Próxima conferencia - Visita a los observatorios de nuestros consocios - Observaciones astronómicas.

---

SEDE SOCIAL

# EL SOL

CONFERENCIA DEL DR. BERNHARD H. DAWSON

---

Tal como se había anunciado, se realizó el sábado 16 de mayo próximo pasado, la conferencia con que se inició el ciclo anual que patrocina nuestra Asociación, la que estuvo a cargo de nuestro consocio doctor Bernhard H. Dawson, astrónomo principal del Observatorio de La Plata, quien disertó sobre el tema: El Sol. Esta conferencia tuvo lugar en el Club de Flores, cuyo vasto "hall" — gentilmente cedido por las autoridades de dicho Club — se vió colmado por una numerosa concurrencia, renovándose así, en esta oportunidad, el éxito que siempre han alcanzado las conferencias auspiciadas por nuestra Institución.

El señor J. Eduardo Mackintosh inició el acto, haciendo la presentación del conferenciante en los siguientes términos:

Señoras y señores:

La Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía", que patrocina la conferencia de esta noche, fué fundada por iniciativa de su actual Secretario don Carlos Cardalda, el 4 de enero de 1929. Fué propósito de sus fundadores: reunir a los "amateurs" de la noble ciencia de Urania, en torno de un hogar común, donde el fuego del saber de unos diera a los más el calor necesario para desarrollar el germen en potencia de los que, por propia inclinación, se inician en esta rama de la ciencia; difundir los conocimientos de la ciencia astronómica, en sus aspectos más elementales, para que lleguen al pueblo y — ¿por qué no decirlo? — preocupen también a las clases intelectuales que, por negligencia o falta de ambiente, se olvidan de lo que sobre este tópicó han leído, perdiendo el contacto con tan delicada como profunda manifestación del saber humano.

En el corto lapso de dos años, el éxito de la Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía", ha sido grande, si se tiene en cuenta las dificultades económicas que surgen en todo comienzo, así como la indiferencia con que se toma en nuestro medio toda obra que no tenga una finalidad material. Cuenta nuestra entidad con un número apreciable de socios; entre ellos, desde el "dilettante" que toma sus primeras nociones en las páginas de nuestra "Re-

vista Astronómica”, hasta los sabios que tienen a su cargo los observatorios nacionales; siendo, sin duda alguna, la atención que le dispensan estos últimos, lo que más valora y prestigia la labor que realiza nuestra Asociación. Con la colaboración espontánea de astrónomos profesionales y aficionados — y el hábil método y disciplina de trabajo impuestos por su director — ha hecho que surgiera nuestra publicación mensual, la *Revista Astronómica*, con señalado éxito en el ambiente de los dedicados a esta ciencia, y mereciera elogios de la prensa en general. Hoy tenemos canje con todas las revistas similares del mundo, y en ellas se citan trabajos de nuestros colaboradores, con toda la importancia que le merecen.

Sirvan estas consideraciones, señoras y señores, para que aquellos que sientan simpatía por nuestra obra o tengan inclinación por la Astronomía, se resuelvan a engrosar nuestras filas.

Y bien; después de esta digresión, que vosotros y el conferenciante debéis disimular, os diré, a grandes rasgos, quién es el doctor Bernhard H. Dawson. Nació en Kansas City (EE. UU). Siendo un niño aún, ya conocía el nombre y posición de las constelaciones del cielo boreal y los conceptos principales de la cosmografía, que le supo transmitir su abuela materna; pero, en realidad, fué la oposición de Marte del año 1907, lo que despertó en él un verdadero interés por la parte técnica de la Astronomía. Tenía a la sazón 17 años de edad, y desde entonces fué el aficionado entusiasta que no cejó hasta ingresar a la Universidad de Michigan, al iniciarse el año escolar 1911-12 para abrazar, desde ese momento, la carrera a que su vocación lo impelía. Demostró tanto empeño desde sus comienzos que, poco después, el profesor Hussey, entonces director del Observatorio de La Plata, lo trajo a esta ciudad para que iniciara sus trabajos prácticos, ingresando a este observatorio como ayudante astrónomo en julio de 1912. Debutó colaborando en los cálculos para el calendario astronómico del siguiente año, cuya preparación estaba atrasada. En octubre del mismo año empezó la observación de estrellas dobles, con el anteojo mayor, al cual ha dado siempre preferencia para cumplir su programa observacional. En 1914 vuelve a Michigan para completar sus estudios, graduándose, dos años después, con el título de ingeniero geógrafo, con las más sobresalientes clasificaciones. En agosto de 1916 reingresa al Observatorio de La Plata, como astrónomo, cargo que mantuvo hasta septiembre del año siguiente, en el que se le nombra Profesor Extraordinario de Astronomía, ascendiéndosele a Primer Astrónomo en 1918, para elevarlo a la categoría de Astrónomo Principal en 1921. A partir de este año, aunque sus investigaciones principales se refieren a las estrellas dobles, es múltiple la labor que realiza,

pues como encargado del gran ecuatorial, le corresponde toda clase de observaciones fuera de rutina, efectuando estudios sobre cometas, asteroides, estrellas variables, determinación de tiempo y latitud, manchas solares, eclipses, satélites de Júpiter y de Marte, ocultaciones, triangulación de cúmulos, etc. Esta profícua labor no le impide colaborar para numerosas instituciones extranjeras, de las que es socio; tales como la "Unión Astronómica Internacional", "American Astronomical Society", "Astronomische Gesellschaft", "American Association of Variable Star Observers" y "American Association for the advancement of Science". A fines del año 1929 emprende un nuevo viaje a EE. UU., y tras un curso complementario en la misma Universidad de Michigan, a la que presenta importantes trabajos pacientemente realizados en la quietud de su gabinete, rinde su última prueba, obteniendo el elevado título de Doctor en Astronomía. Hoy el Observatorio Nacional de La Plata, cuya dirección interina le ha sido confiada en diversas oportunidades, cuenta de nuevo con su sabia colaboración.

Ahora bien, señoras y señores: a la Asociación Argentina "Amigos de la Astronomía", que auspicia esta conferencia — con la que inicia el ciclo que este año se propone desarrollar en las más importantes instituciones culturales y sociales de la Capital — le es gratísimo declarar la satisfacción con que lo hace desde la tribuna del "Club de Flores", altamente prestigiada, en los últimos tiempos, por la presencia de eminentes artistas, literatos y poetas. Hoy es un tema científico el que os toca escuchar, pero tenéis la felicidad de que la más autorizada palabra os hará comprender conceptos profundos sin mayor esfuerzo, por la sencillez y claridad de su expresión; tal la del doctor Bernhard H. Dawson.

A continuación el doctor Dawson inició su conferencia sobre

### **El Sol**

He prometido hablaros sobre el Sol — comenzó diciendo, — si bien en el Observatorio de La Plata no efectuamos investigaciones solares. Es verdad que hubo un tiempo en que lo observamos diariamente, pero eran observaciones rutinarias de las que no hacíamos discusión y no pueden calificarse de investigaciones. No es que desconozcamos, ni tampoco despreciemos la importancia del Sol y de su investigación, sino que el Sol que vemos desde aquí es el mismo que se ve desde Europa, existiendo, por otra parte, varios observatorios especialmente equipados para su investigación detallada. En cambio las estrellas que vemos aquí son en gran parte distintas de las que allá se observan. Por consiguiente, y salvo rara excepción, nosotros nos dedicamos a la investigación de los astros

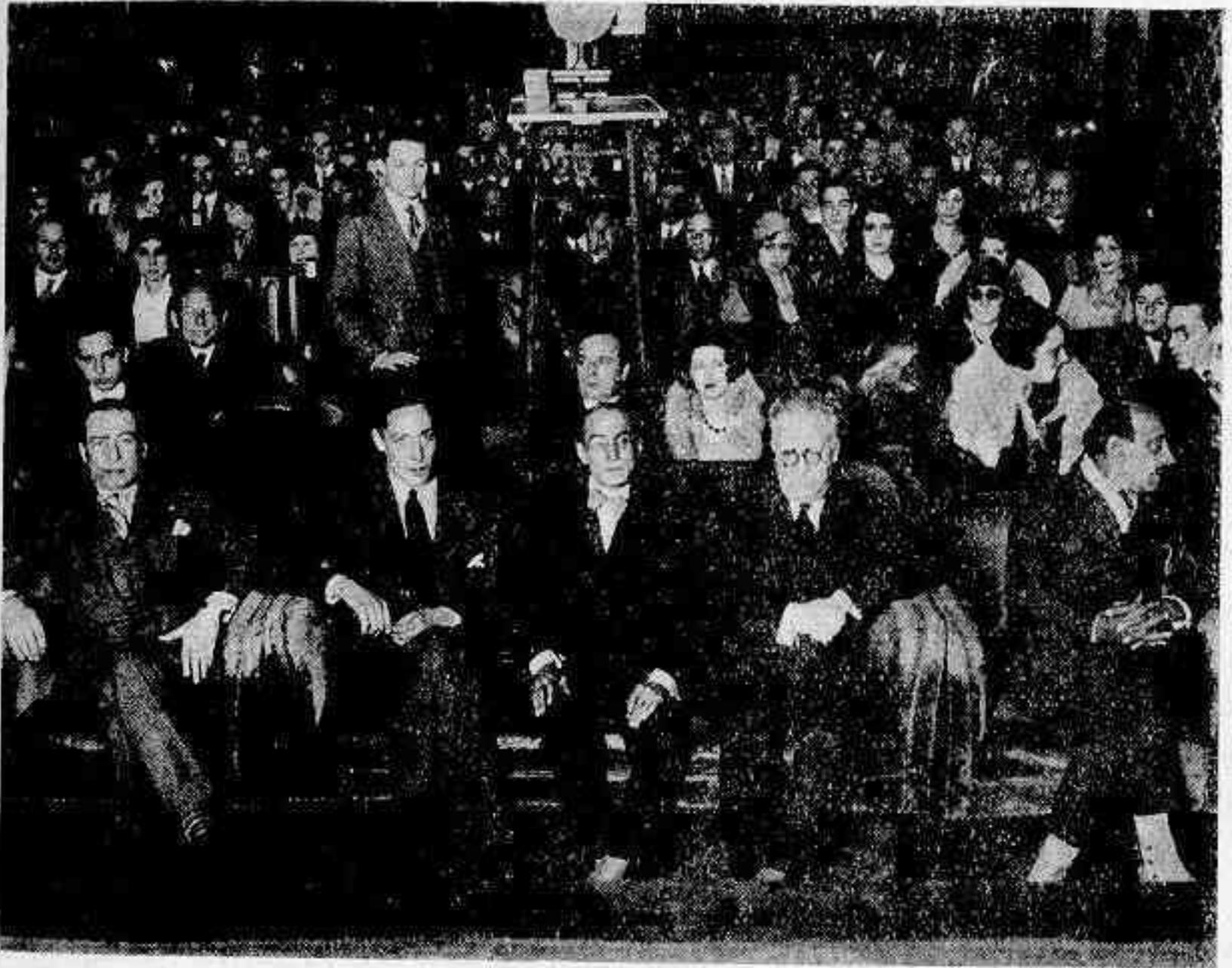
netamente australes. Vengo, pues, a hablaros sobre el Sol, sin ser especialista en su estudio, como, por ejemplo, si sabiendo tocar la viola viniera a hablaros sobre el trombón. Pero como el violista está sentado en la orquesta con el trombón a la espalda, por falta



**Fig. 14 - El Dr. Dawson leyendo su conferencia.**

de especialista que lo describa, muy bien podría decirnos algo sobre el trombón sin saberlo tocar, así yo, por falta de especialista en observaciones solares, traigo una recopilación de datos y fotografías que trataré de interpretar lo mejor que pueda.

Casi huelga decir que, después de la Tierra, el Sol es el astro que más importancia tiene para nuestra vida. A toda persona le es evidente que la salida y puesta del Sol dividen las 24 horas en día y noche; también sabemos todos que las estaciones y, pues, el año, dependen de la posición del Sol con relación al eje de la Tierra. Pero pensando un poco no podemos escapar al convencimiento de que toda vida, casi todo movimiento en la Tierra proviene, en ál-



**Fig. 15 - La concurrencia al acto.**

timo análisis, de la energía solar. La vida nuestra y la de los otros animales dependen directa o indirectamente de las plantas, y el crecimiento vegetal es un aprovechamiento de la energía de la radiación solar. Carbón y petróleo no son más que energía solar almacenada en las eras pasadas. La fuerza del agua empleada en las usinas hidroeléctricas proviene también del Sol, pues ha sido el calor solar el que levantara el agua de los mares para luego caer en forma de lluvia y alimentar los arroyos y ríos. Aun las olas del mar deben su energía a los vientos, y éstos a su vez son causados por el calentamiento de ciertas partes de la atmósfera por los rayos solares. Casi la única excepción son las fuerzas volcánicas; y ellas, desgraciadamente, no hemos podido aprovechar todavía.

El primer problema que se nos presenta en el estudio del Sol es el de su tamaño. Algunos lo aprecian del tamaño de un plato,

otros como una rueda, otros de otra manera. Es evidente que para saber el tamaño verdadero es necesario conocer su distancia, además del tamaño aparente. Observado a través de un vidrio ahumado u otro medio adecuado, se ve que el disco es perfectamente redondo y de un diámetro de poco más de medio grado. La manera más lógica de conocer su distancia sería la misma que emplea el agrimensor para determinar cuánto dista un punto inaccesible desde otro accesible; en que toma un tercer punto, también accesible, y mide en el triángulo así formado, la base y los ángulos en sus extremos. En este caso la base sería la distancia entre dos observatorios; pero el triángulo resulta desfavorable. Las observaciones así directas tendrían que ser exactamente simultáneas, pues un error de poco más de un segundo haría que las líneas resultasen paralelas, o bien aparentasen cortarse con el doble del ángulo verdadero. También influye grandemente cualquier error de la refracción atmosférica. Por consiguiente estamos obligados a buscar un método *diferencial*. Si las estrellas fueran visibles de día, detrás del Sol, podríamos determinar la distancia de éste, observando la posición en que se proyecta el disco sobre el fondo del cielo, pero desgraciadamente no es tan fácil.

Hasta fines del siglo pasado, el método más eficaz para determinar esta cantidad era la observación de los pasos del planeta Venus delante del disco solar. Estos fenómenos se producen a intervalos muy desiguales de 122 años, 8 años, 105 años y 8 años. El paso más reciente fué en 1882; el próximo será en el año 2004; de manera que no ocurre ninguno en el siglo actual. El paso de 1882 fué observado en ambas Américas por varias expediciones, de las cuales cuatro vinieron a la República Argentina. Una de ellas se ubicó en el pueblo de Bragado, en la Provincia de Buenos Aires, y el Observatorio de La Plata debe su fundación al interés despertado por este fenómeno. Los instrumentos empleados en Bragado pasaron a ser la base del plantel de instrumentos de dicho Observatorio.

A continuación el doctor Dawson explicó con diagramas la manera de determinar la distancia del Sol por observaciones del paso de Venus y por la determinación de paralaje de planetas (tal como se ha hecho recientemente con Eros en ocasión de su gran acercamiento a la Tierra), presentando otro diagrama que mostraba el tamaño verdadero del Sol en comparación con los planetas.

Mostró luego con fotografías el procedimiento más simple para observar los fenómenos de la superficie solar, presentando varios dibujos y fotografías de las manchas solares, con diagramas que representaban la rotación solar, la periodicidad de las manchas, y

el andar paralelo de ciertos datos magnéticos con la frecuencia de las mismas. Luego dijo:

No sólo los fenómenos magnéticos sino otros muestran la influencia de las manchas solares. Hay variaciones de clima en ciertas regiones, en que la precipitación y el crecimiento vegetal varían con el mismo período. Este efecto se ha estudiado en los troncos de los árboles gigantes de California, hallando que el espesor de los anillos anuales varía de una manera que permite reproducir la curva de las manchas solares. Basándose en esto se ha podido estudiar su frecuencia en siglos anteriores a su descubrimiento. Las auroras polares también se relacionan con las manchas, y



**Fig. 16 - El conferenciante rodeado de miembros de los "Amigos de la Astronomía" y del "Club de Flores".**

aun con manchas individuales. En las recepciones telegráficas, tanto submarinas como por radio, se notan sus efectos. Hasta se ha querido predecir el tiempo con anticipación de ocho días, basándose principalmente en observaciones de las manchas solares. Nuestra Oficina Meteorológica Argentina fué la primera en tentar tales pronósticos, y fué a pedido de ella que hicimos en el Observatorio de La Plata, durante un par de años, observaciones diarias de las manchas, comunicándolas telefónicamente.

Conjuntamente con la variación periódica de número y área de las manchas hay una variación en su distribución. Las manchas

que aparecen después de una época de mínimo son observadas en latitudes heliográficas relativamente fuertes, mientras las observadas después de máximo y poco antes de mínimo se hallan cerca del ecuador solar.

Pasó entonces el doctor Dawson a explicar a grandes rasgos la teoría de la espectroscopía y la determinación de la presencia en el Sol de los mismos elementos químicos que conocemos en la Tierra.

Al hablar de los eclipses de Sol y del mecanismo de este fenómeno, el conferenciante explicó por qué se ven en distinta forma desde diferentes puntos de observación, presentando al efecto fotografías del desarrollo de un eclipse parcial, y fotografías y dibujos de la corona solar tomadas en eclipses totales. Presentó también fotografías de protuberancias y del espectro "flash" o relámpago, que corresponde a la atmósfera superior del Sol.

Explicó luego cómo estos fenómenos, descubiertos en eclipses totales, se han podido observar, mediante los adelantos de la técnica instrumental, sin la intervención de un eclipse; primero las protuberancias, luego el espectro relámpago, y más recientemente la corona, y cómo el espectroheliógrafo ha permitido estudiar la constitución interna de la atmósfera solar. Después de mostrar una serie de espectroheliogramas, dijo:

Son los espectroheliogramas en luz de hidrógeno los que nos han dado la solución del problema de la constitución de las manchas solares. Hemos visto que suelen aparecer fáculas asociadas con las manchas, y que las fáculas son nubes de gases en estado de erupción. Después de haber radiado su exceso de energía, esta materia en gran parte vuelve al cuerpo solar, formando enormes torbellinos. Las manchas parecen embudos, y efectivamente son embudos por donde esta materia enfriada (o mejor dicho, menos caliente), entra nuevamente al interior del Sol. Como esta materia es en gran parte ionizada — vale decir, cargada eléctricamente — un movimiento de ellas representa una corriente eléctrica. Estas corrientes espirales, indicadas en el movimiento de los gases alrededor de las manchas, producen fuertes campos magnéticos. En eso queda la explicación de la fuerte influencia que las manchas ejercen sobre el magnetismo terrestre.

La radiación que la Tierra recibe del Sol y que mantiene nuestra vida sería suficiente, en término medio, para derretir en el curso de un año, una capa de hielo de cuarenta metros de espesor sobre toda la superficie terrestre. Expresado de otra manera, representaría una potencia de 265 millones de millones de caballos. Considerando el tamaño de la Tierra y su distancia del Sol, vemos que

toda esta energía que intercepta la Tierra es menos que una parte en dos mil millones de la energía total que emite el Sol. ¿De dónde proviene toda esta energía? Las combinaciones químicas no existen a las altas temperaturas allí observadas, y aunque fueran posibles — aunque el Sol estuviera compuesto de hidrógeno y oxígeno en las proporciones correctas — el consumo total de la energía química de su combinación no daría lo suficiente para mantener su radiación por más de unos tres mil años. La hipótesis de la caída de materia meteórica sobre el Sol fué propuesta como explicación de la energía solar, pero se ha demostrado que si bien puede contribuir algo, está lejos, sin embargo, de ser suficiente para mantenerla. Pero la caída de la misma materia solar en sí, tomando en cuenta la fuerza de gravitación que es casi treinta veces la terrestre, nos daría energía suficiente con una disminución de tan sólo 75 metros anualmente en el radio del Sol: una cantidad imperceptible en el intervalo que cubren las observaciones exactas de su tamaño aparente. Esto daría una vida de veinte a treinta millones de años desde el estado nebuloso hasta la actualidad, y nos ofrece varios millones de años de duración futura. Pero los geólogos exigen más aun para explicar lo que leen en las rocas. En la física moderna y en la relatividad, en la estructura eléctrica de los átomos y la equivalencia de masa y energía, se vislumbran fuentes de energía que ni soñábamos hasta hace poco. No podemos saber todavía en qué grado es efectiva la transformación de materia bajo las condiciones que allí rigen, pero si acaso ocurre, bastaría un consumo ínfimo para mantener la radiación solar durante centenares de millones de años.

Pensemos finalmente que este astro, Sol, cuya atmósfera tiene tormentas ciclónicas con vórtices mayores que toda nuestra Tierra, es solamente uno entre millones. En seguida que nuestra vista se dirige más allá de los planetas del sistema solar, cada estrella que vemos como un punto luminoso es un sol; algunos más pequeños que el nuestro, otros tanto mayor en proporción, como es nuestro Sol mayor que la Tierra. ¿Quién sabe cuántos de entre ellos tienen sistemas planetarios? ¿Sería arriesgado creer que el nuestro fuera el único!

Al terminar con estas palabras su notable conferencia, el doctor Dawson fué largamente aplaudido por el auditorio que había seguido con atención el desarrollo del tema y que gustó mucho de la escogida serie de más de 50 diapositivos que se proyectaron en la pantalla, muchos de los cuales habían sido preparados especialmente por el conferenciante para este acto.

# UN PLANETARIO IMPROVISADO

Para la "REVISTA ASTRONOMICA"

---

Inspeccionando hace algún tiempo un colegio incorporado al Ministerio de Instrucción Pública, presencié una clase de Cosmografía, en la que se trataba del movimiento aparente de los planetas exteriores. Como los alumnos no parecieran entender bien la causa de los retrocesos y avances aparentes de esos astros, se me ocurrió allí el procedimiento que seguidamente puse en práctica con buen resultado.

Pidiendo se me trajera un reloj despertador fuera de uso — prenda que no escasea en los dormitorios de un internado — reduje la longitud del minuterero hasta hacerla menor que la del horario, y doblando las extremidades de ambas agujas, las uní mediante una goma de caja de fósforos.

Imaginando al Sol situado en el eje del reloj, a la Tierra en el extremo del breve minuterero y a Júpiter en el del horario, la gomita señalaba la visual de la Tierra a Júpiter. Colocado el reloj en posición horizontal, los objetos de la clase, sus ocupantes, etc., representaban las estrellas fijas, o sean los puntos de referencia con respecto a los cuales se verificaría el movimiento de Júpiter con respecto a la Tierra.

Colocando las agujas sobrepuestas, como cuando señalan las doce, los dos astros Tierra y Júpiter están en conjunción respecto al Sol, y Júpiter se proyecta, digamos, sobre la pared norte del aula. Haciendo marchar las manecillas, es evidente que la goma se desvía, resultando que Júpiter, visto de la Tierra, se proyectará hacia el oeste. Llega un momento en que la goma es casi tangente al pequeño círculo que describe la extremidad del pequeño minuterero (Tierra) y en ese momento Júpiter parecerá estacionario. Pasado ese momento, la línea determinada por la goma empieza a recobrar su primitiva posición, que alcanza cuando el minuterero y el horario se hallan en línea recta, digamos, a las 12.32  $\frac{1}{2}$  horas. Durante este tiempo Júpiter se irá proyectando sobre la pared norte y avanzando en apariencia hacia el este (aunque se halla en realidad invisible por encontrarse en la misma región celeste que el Sol).

Así continuará la goma desviándose hacia el este, y cuando son en el reloj las 12 y 40 los alumnos comprenden fácilmente que Júpiter será visible en la madrugada y que su movimiento aparente con relación a las estrellas continúa siendo hacia el este.

Llega, finalmente, el momento en que la línea de la goma es tangente a la órbita de la Tierra, lo que ocurrirá cuando las manecillas del reloj marquen más o menos las 12 y 50, apareciendo Júpiter de nuevo estacionario para volver a retroceder hacia el este en su movimiento aparente. La nueva conjunción lo encontrará

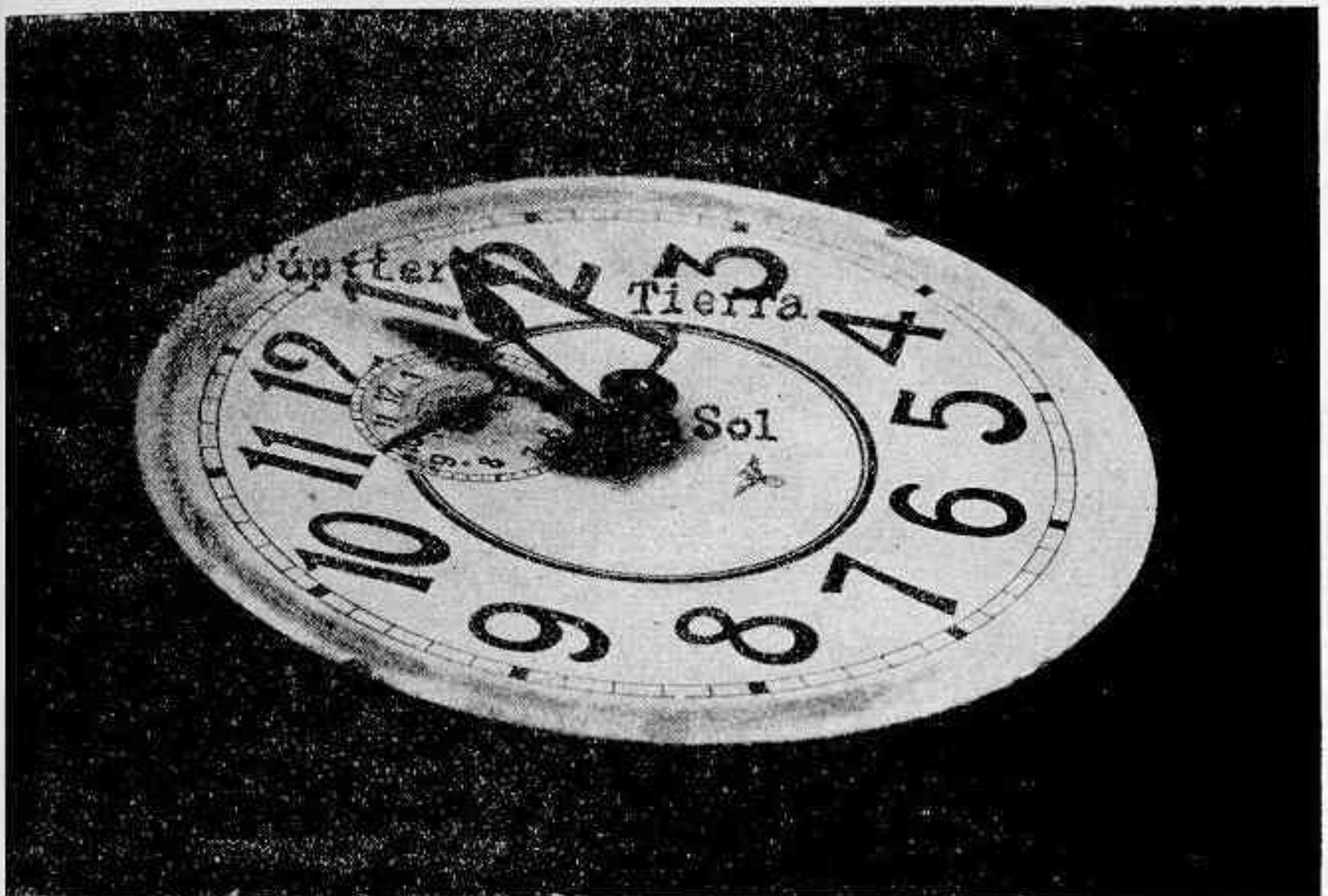


Fig. 17 - Fotografía de un planetario realizado por el Dr. Dawson según la idea expuesta por el Dr. Nelson en el presente artículo.

desplazado  $1/12$  en la eclíptica, porque en nuestro reloj será la 1 y 5.

Como se ve, la relación entre la marcha del minuterero y del horario permite no solamente el análisis cualitativo del fenómeno, sino casi hasta el de sus valores cuantitativos, pues el desplazamiento real de Júpiter casi alcanza ese valor de  $1/12$ .

*Ernesto Nelson.*  
Inspector de Enseñanza Secundaria

Buenos Aires 1931.



# LA LUNA

## DATOS INTERESANTES PARA EL AFICIONADO

---

**NOMBRE.** — Entre los egipcios y los babilonios fué una deidad masculina. Aquellos la llamaron Aah y Thoth, mientras que los segundos la denominaron Namar y Sin (el dador de luz y dispensador de sabiduría). Los griegos la cambiaron en una diosa, llamada Artemisa y Febea, hija de Zeus y Leto; mientras que los romanos la designaron con los nombres de Diana, Luna, Febe (la radiante), hija de Júpiter y Latona y hermana de Febo Apolo.

**MITO.** — La cazadora Diana, diosa de la caza y proveedora del sustento de todos los seres vivientes, se enamoró una vez de un bello pastor que siempre estaba dormido, el joven Endimión; este personaje había sido dotado por los dioses de eterna juventud y también de sueño permanente. Mientras él dormía, ella cuidaba amorosa sus rebaños y manadas (1). El culto de Diana estuvo muy extendido en el imperio romano y su templo en Efeso fué considerado como una de las siete maravillas del mundo antiguo.

**SIMBOLO.** — ☾ Una luna en cuarto creciente es el símbolo general, pero las medias lunas (☾ ☽) y las lunas llena y obscura (☽ ☾) son empleadas para indicar los cuartos y las fases llena y nueva.

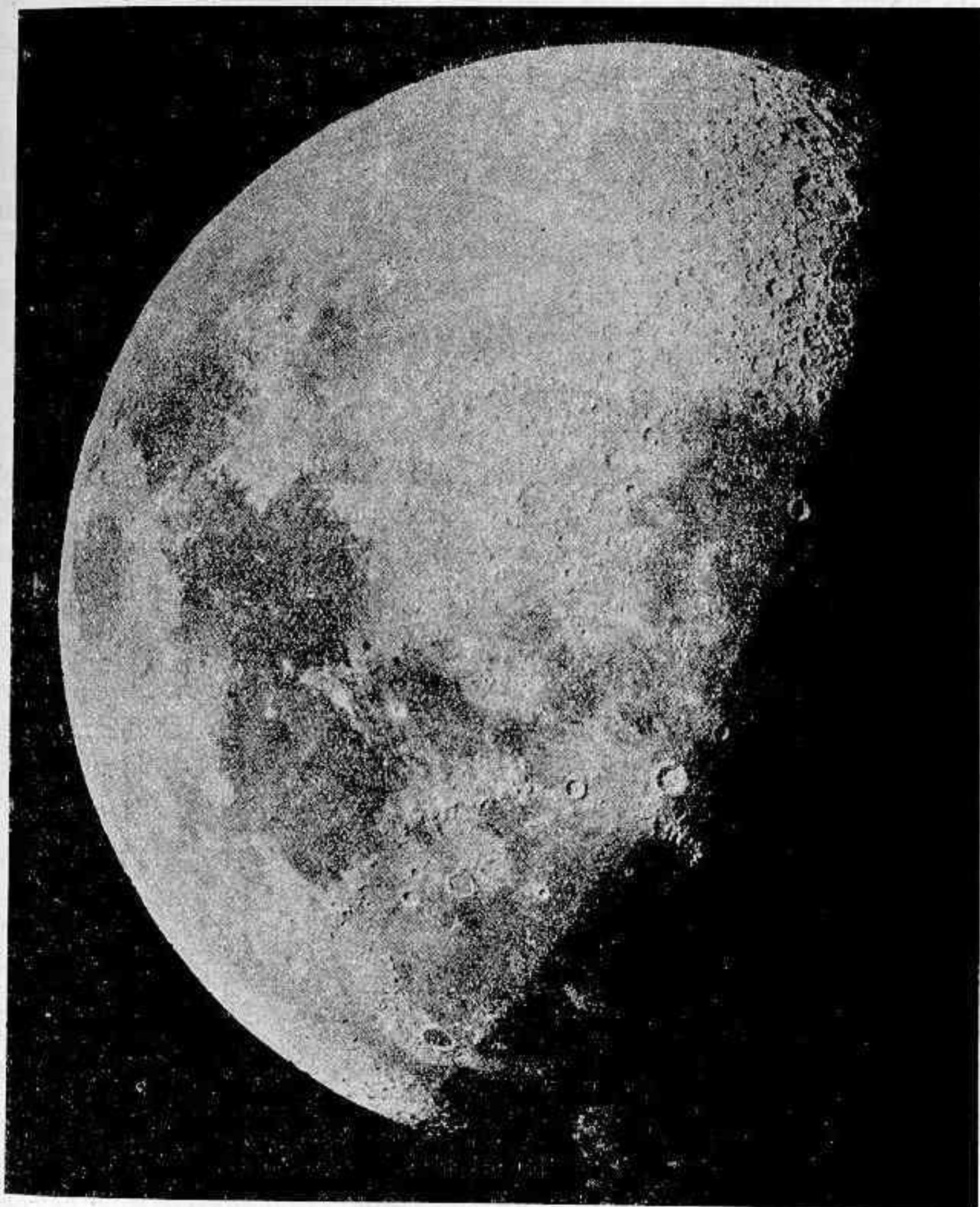
**COLOR.** — El color de la Luna, igual que el del Sol, varía mucho y se extiende del blanco plateado al rojo intenso, de acuerdo a su posición con referencia al Sol, su fase y la condición y densidad de nuestra atmósfera.

**DETALLES.** — Observada a simple vista, la superficie muestra grandes áreas sombreadas y pequeñas brillantes. El “hombre en la Luna” es una ilusión óptica que desaparece al observarla por un telescopio. Los antiguos decían que el “hombre” había sido colocado allí por cortar leña en día domingo. La “mujer en la Luna”, el “conejo” de los hindúes y el “mono” de los chinos son también ilusiones ópticas. Observando por un telescopio esas manchas apa-

---

(1) Algunos autores en mitología tienen a Endimión por un príncipe amante de la Astronomía, que solía pasar las noches en la cima de los montes observando el curso de los astros, lo cual dió motivo a la fábula de sus amores con Diana. (N. del T.).

recen como grandes lechos de mares de los cuales el agua ha desaparecido. También pueden verse algunos grupos de montañas y muchos cráteres de volcanes extinguidos. La división irregular entre la luz solar y la sombra se llama *terminador* y es de bordes defi-



**Fig. 18 - Región occidental de la Luna.**

nidos porque no hay atmósfera que produzca crepúsculo como en la Tierra.

**MAGNITUD.** — Cuando se halla en su fase llena es de  $-12.55$  o sea cerca de la mitad de la del Sol y diez veces la de Sirio; mas estas cifras no expresan las proporciones de sus brillos. Por supuesto que su brillo es menor en las otras fases.

**DIAMETRO ANGULAR.** — Este diámetro aparente varía mucho; en el perigeo es de  $32'56''$ , medio  $31'5''$ , y en el apogeo  $29'31''$ . La paralaje horizontal es de más o menos  $1^\circ$ . Todos hemos observado que parece más brillante en el meridiano que en el horizonte, y de mayor tamaño en el horizonte que en el meridiano. Lo primero se debe principalmente a la gran densidad y espesor de la atmósfera a través de la cual la vemos, lo segundo es una ilusión óptica.

**DIAMETRO LINEAL.** — Su diámetro real es de 3.480 Km. o sea un poco más que una cuarta parte del de nuestra Tierra; su circunferencia se aproxima a los 10.933 Km. ¡Qué mundo pequeño e interesante sería!

**AREA DE SUPERFICIE.** — Su área es alrededor de 0,075 ó  $3/40$  de la superficie de la Tierra, esto es, 38.046.000 Km<sup>2</sup>, una extensión comparable a la que ocupa la extensión de tierras de nuestro hemisferio occidental.

**VOLUMEN.** — Su contenido cúbico es más o menos de 0,0204 ó  $1/49$  del de la Tierra, esto es, aproximadamente de 22.067.000.000 Km<sup>3</sup>. Si esta materia pudiera extenderse en forma pareja sobre la superficie de la Tierra formaría una capa de 42 Km. de espesor.

**MASA.** — Esta es más o menos de 0,0123 ó  $1/81$  de la terrestre, o sea alrededor de 73.400.000.000.000.000.000 de toneladas, es decir,  $1/27.200.000$  de la del Sol. El centro de gravedad del sistema tierra-luna está en el interior de la tierra, a unos 1.600 Km. de la superficie.

**DENSIDAD.** — Más o menos 3,34 de la del agua ó  $3/5$  de la de nuestro planeta. Esta se halla dividiendo la masa por el volumen.

**GRAVEDAD EN LA SUPERFICIE.** — Cerca de 0,16 ó  $1/6$  de la gravedad en la Tierra. Una persona que pese 54 kilos en la Tierra, en la Luna pesará solamente poco más de 9 kilos, puede dar saltos de 10 metros de altura y  $27 \frac{1}{2}$  metros de largo. La velocidad media de los cuerpos que caen es de unos 79 cm. para el primer segundo comparada con 4,90 m. en la Tierra.

**VELOCIDAD DE ESCAPE.** — Unos 2.366 metros por segundo comparados con 11.176 m. para la Tierra.

**PERIODO DE ROTACION.** — 27 días 7 horas 43 minutos 11,5 segundos, igual a su revolución sidérea, y por esto la Luna siempre nos presenta el mismo hemisferio, lo que está probado por el hecho de que siempre vemos los mismos accidentes de su superficie. Pero hay algunas libraciones que nos permiten ver un poco más de la mitad (59%) de la superficie.

**VELOCIDAD ECUATORIAL.** — Esta es sumamente lenta, produciéndose sólo una rotación cada 28 días. La velocidad ecuatorial que es de unos 16,7 Km. por hora, es constante, mientras que la velocidad orbital no lo es.

**ACHATAMIENTO EN LOS POLOS.** — Parece que no hay aplastamiento polar o abultamiento ecuatorial apreciable, lo que sin duda se debe a la lentitud de su rotación.

**INCLINACION DEL ECUADOR A LA ORBITA.** — Esta varía entre  $3^{\circ}36'$  y  $6^{\circ}41'$ , que son, respectivamente, la diferencia y la suma de las inclinaciones del ecuador y órbita respecto a la eclíptica.

**ATMOSFERA.** — No se conoce envoltura de aire que rodee la Luna y jamás se han visto nubes ni nieblas. No existiendo aire no puede haber sonido, y sin agua no puede haber vegetación. Sin viento ni agua habrá muy poca erosión, y es por esto que no se han notado cambios en la superficie. Debido a la falta de atmósfera el Sol la castiga por un día que dura dos semanas con intensidad tórrida; y después cuando llega su noche de igual duración el calor se disipa rápidamente en el espacio y sólo queda una densa obscuridad y frío intenso. En este momento, el otro hemisferio que jamás vemos, disfruta de sus dos semanas de temperatura tórrida.

**ALBEDO.** — Término medio 0,07. Esta proporción de poder reflejante hace que nuestro satélite sea una luna ideal y movió a los antiguos persas a llamarla el espejo del mundo (1).

**TEMPERATURA.** — La Luna es, evidentemente, un planeta muerto cuya única fuente de calor es el Sol. Durante su largo día recibe tanto calor que su temperatura sube hasta unos  $115^{\circ}\text{C}.$ , mientras que durante su prolongada y fría noche su temperatura desciende hasta unos  $-80^{\circ}\text{C}.$  La cantidad de calor que nos refleja es de poca consideración.

**PODER DE RADIACION.** — La Luna recibe más o menos la misma cantidad de luz y calor solar, por unidad de superficie, que la Tierra, siendo la radiación media mensual de lo que recibimos de ella alrededor de  $1/1.000.000$  de lo que recibimos del Sol. En otras palabras, recibimos tanta radiación del Sol en trece segundos como recibimos de la Luna en todo un año. Cuando se halla en su fase llena solamente nos refleja  $1/600.000$  de lo que el Sol nos envía. El efecto de tan pequeñas cantidades de luz y calor reflejados es imperceptible.

(1) No sabemos qué entiende el autor por "luna ideal", pero es evidente que con sólo un 7 % de poder reflejante, sólo se trata de un pésimo espejo. (N. del T.).

**LIBRACIONES EN LATITUD.** — Son pequeños movimientos de cabeceo de los polos. La inclinación del ecuador de la Luna a su órbita puede alcanzar a  $6^{\circ}41'$ , de modo que durante cada revolución sus polos se inclinan gradualmente en ambos sentidos de tal forma, que en su inclinación máxima podemos ver algo más de  $6^{\circ}$  detrás de ellos, aumentando así la superficie visible.

**LIBRACIONES EN LONGITUD.** — Estas son lentos cambios ecuatoriales a Este y a Oeste, debidos a la velocidad constante de rotación y la velocidad variable de revolución, de modo que nos es dable ver un poco más de cada borde, añadiendo así más a la superficie visible. Aparte de esto, hay pequeñas libraciones diurnas debidas a la rotación de la Tierra. En total, es posible ver, más o menos, un 59 % de la superficie de la Luna, o sea un área del tamaño de Norte América, mientras que el 41 % restante, equivalente al tamaño de Sud América, permanece siempre oculto para nosotros.

**DISTANCIA DESDE LA TIERRA.** — En el perigeo 363.297 Km., en el apogeo 405.509 Km., distancia media 384.403 Km. La distancia media de superficie a superficie es de unos 376.288 Km. El diámetro medio de su órbita es alrededor de unos 768.806 Km. y su circunferencia es de 2.415.000 Km. Su sombra se extiende en un promedio de 374.930 Km. En su máximo es tan larga que en ocasiones tenemos eclipses totales de Sol.

**DISTANCIA DESDE EL SOL.** — Esta, por supuesto, es más o menos la misma que la nuestra. Su revolución alrededor del Sol junto con la Tierra, combinada con su inclinación y la atracción del Sol y la Tierra, hace que su órbita solar sea muy sinuosa, pero siempre es cóncava al Sol.

**PERIODO SIDEREO.** — Este período de revolución se extiende desde el momento en que la Luna deja una estrella hasta que vuelve a la misma, y es por término medio, de 27 días 7 horas 43 minutos 11,5 segundos; las variaciones se deben a perturbaciones causadas por la atracción del Sol y los planetas cercanos, especialmente por la acción del primero.

**PERIODO SINODICO.** — Durante este período de revolución, el cual se determina generalmente de varios eclipses, la Luna pasa desde el Sol aparentemente alrededor del cielo y vuelve a éste nuevamente. Se llama una lunación y es en promedio de 29 días 12 horas 44 minutos 2,8 segundos. Este es un mes lunar y su duración mayor que el mes sidéreo, se debe al movimiento de la Tierra alrededor del Sol. El mes lunar es también su día y hay 12,37

de estos días lunares en un año de la Tierra. La Luna sale cada día sobre el horizonte unos 51 minutos más tarde, es decir, tiene un movimiento diario hacia el Este de cerca de  $13^\circ$  mientras que el movimiento aparente del Sol hacia el Este, debido a la revolución de la Tierra, es de más o menos  $1^\circ$  por día, de modo que la Luna alcanza al Sol unas 12 veces en un año.

**PERTURBACIONES.** — Estas son pequeñas variaciones orbitales debidas a la atracción del Sol y los planetas cercanos. Algunas veces suman hasta  $1^\circ,5$  y causan una variación de dos a tres horas en el período de revolución de la Luna. La regresión de la línea de los nodos es una forma de perturbación.

**VELOCIDAD ORBITAL.** — Esta es de unos 3.680 Km. por hora o sea 1.050 metros por segundo y es de Oeste a Este igual que todos los planetas; mas este movimiento no debe confundirse con su movimiento aparente de Este a Oeste el cual es debido a la rotación de la Tierra. Debemos recordar que esta velocidad es afectada por las perturbaciones.

**EXCENTRICIDAD DE LA ORBITA.** — Esta es de 0,0549 o más o menos  $1/18$ .

**INCLINACION DE LA ORBITA A LA ELIPTICA.** — Media de  $5^\circ 9'$ . Si restamos ésta de la que hemos dado más arriba, hallamos que el plano del ecuador de la Luna corta el plano de la eclíptica en un ángulo de  $1^\circ 32'$ , marcando así sus nodos. La oscilación orbital de la Luna es entre  $5^\circ$  y  $5^\circ 17' 35''$  y abarca 173 días.

**LONGITUD DEL NODO ASCENDENTE.** — Debido a la influencia del Sol la línea de nodos de la Luna gira en unos 18,6 años. Este es el ciclo de Metón o lunar, después del cual los eclipses se repiten en el mismo orden aunque no en las mismas posiciones sobre la Tierra. Esto, por supuesto, hace mover los nodos en dirección Oeste o en retroceso, produciendo lo que se llama la regresión de los nodos. Por esta causa no damos ninguna longitud definida, pero remitimos al lector para que consulte algún buen almanaque corriente.

**LONGITUD DEL PERIGEO.** — Igual que los nodos, la línea de ápsides que une los puntos de perigeo y apogeo, está también en movimiento y gira en unos 8,85 años, de modo que estos puntos son movidos en el mismo período. Tampoco aquí asentamos longitudes definidas.

**ELONGACION.** — Esta es la diferencia de longitud entre las posiciones del Sol y la Luna.

**CONJUNCION.** — La Luna está en conjunción con el Sol cuando sus longitudes son iguales. Entonces la elongación es de  $0^\circ$  y la Luna es nueva. La Luna está en conjunción con algún planeta cuando sus ascensiones rectas son las mismas (conjunción en ascensión recta).

**CUADRATURA.** — Esta ocurre cuando la Luna se presenta dicotómica, es decir, en su primer y último cuarto, siendo entonces la elongación de  $90^\circ$  ó  $270^\circ$ .

**OPOSICION.** — La Luna está en oposición al Sol cuando está llena; entonces la elongación es de  $180^\circ$ . En la conjunción y oposición se dice que está en sizigia.

**OCULTACIONES.** — Estas ocurren siempre que la Luna pasa entre nosotros y alguna estrella o planeta. Estas son muy frecuentes, pero sólo se observan las más importantes (1).

**FASES.** — Una fase es un cambio en la cantidad de la superficie de la Luna de la cual nosotros recibimos la luz solar reflejada, y depende de la distancia aparente que separa el Sol de la Luna. Inmediatamente antes e inmediatamente después de la Luna nueva el lado obscuro se halla hacia nosotros y no podemos ver la superficie iluminada; pero a las pocas horas, la Luna nueva, en la forma de un delgado creciente, con su lomo hacia el Sol poniente, se nos hace visible. Esta aumenta paulatinamente y en unos siete días llega al primer cuarto que es cuando vemos la mitad de su disco, pero sólo una cuarta parte de su superficie; luego, en un período similar, pasa a la Luna llena, cuando vemos todo su disco o la mitad de su superficie; entonces vuelve a disminuir en su marcha hacia el último cuarto cuando vemos la otra mitad de su disco o cuarta parte de su superficie y, finalmente, vuelve de nuevo a su posición de Luna nueva. Durante la fase de cuarto creciente puede verse la luz cenicienta resaltar en la parte obscura del disco. Entre el primer cuarto y la oposición y entre la oposición y el último cuarto la fase es más o menos convexa. Cuando la Luna es nueva sale y se pone con el Sol; en su primer cuarto sale a mediodía y se pone a media noche; cuando llena sale al obscurecer y se pone al amanecer y en su último cuarto sale a media noche y se pone a mediodía. La "Luna de la cosecha" y la "Luna del cazador" se explican fácilmente porque dependen del retardo diario de 51 minutos mencionado más arriba. Algunas veces es mucho mayor que otras, de acuerdo a su posición en el horizonte oriental. En las

(1) Referente a ocultaciones, ver "Revista Astronómica", Tomo II, p. 201. Por otra parte, el "Manual del Aficionado" trae, cada año, la predicción de las ocultaciones observables en Buenos Aires. (N. de la D.).

latitudes boreales se nota más durante el mes de septiembre cuando el horizonte está casi paralelo con el camino aparente de la Luna. Si en esta fecha la Luna es llena, ésta saldrá más o menos a la misma hora durante varias noches, prolongando así la duración de la luz tan favorable para cosechar. En octubre las condiciones se parecen en mucho y entonces se llama la Luna del cazador. ¿Puede alguien explicar la Luna de miel?

**ECLIPSES.** — Los eclipses lunares ocurren siempre que la Luna llena, en su revolución alrededor de la Tierra, pasa a través de la sombra de ésta. Esto puede suceder solamente cuando la Tierra está en o cerca de uno de los nodos de la Luna. Hay dos clases de eclipses: parciales y totales. Un eclipse lunar parcial ocurre cuando el Sol se halla tan lejos del nodo como para permitir que la Luna se oculte sólo en parte en la sombra de la Tierra, la cual se extiende en el espacio de 1.360.000 Km. a 1.407.000 Km. de acuerdo a la posición de la Tierra en su órbita. El diámetro de la sombra de la Tierra, en el lugar donde la Luna la corta, es unas tres veces mayor que el diámetro de la Luna, de modo que un eclipse total de Luna puede durar unas dos horas. Hay una relación interesante entre los eclipses de Sol y Luna porque la Luna interviene en ambos. Unas dos semanas antes o después de un eclipse total de Sol generalmente habrá un eclipse parcial de Luna, y, unas dos semanas antes o después de un eclipse total de Luna hay siempre un eclipse parcial de Sol. Cada año tiene que haber por lo menos dos eclipses de Sol y de común hay también dos eclipses de Luna, pero estos últimos es posible que no ocurran (1).

**VIDA EN LA LUNA.** — La cuestión de la habitabilidad de la Luna ya ha sido contestada en nuestra manifestación acerca de la atmósfera; pero hay quienes aún creen que en nuestro satélite debe existir alguna clase de seres vivientes o por lo menos alguna vegetación. Positivamente no se ha hallado evidencia suficiente para esta opinión y debemos esperar hasta que tengamos instrumentos más poderosos o que la Luna vuelva a la Tierra (?).

**MARES.** — Como no existe agua en la Luna, esas extensas superficies sombreadas que ahora se ven deben ser valles áridos. Al ser medidas por comparación con el disco lunar se ve que son de diversos tamaño, y una de ellas es, tal vez, tan grande como el mar Mediterráneo. Con un pequeño estudio podemos distinguir inmediatamente los mares de la Serenidad, de las Lluvias, de las Crisis y otros.

(1) Referente a eclipses de Sol y Luna, ver los artículos del abate Moreux publicados en la "Revista Astronómica", Tomo II, p. 195, 253 y 347. (N. de la D.).

**SISTEMAS DE MONTAÑAS.** — Hay diez de estas cordilleras, las cuales varían en alturas de unos 300 a 6.000 metros, siendo una de ellas tan alta como nuestro monte Everest. Sin embargo, todas son de poco diámetro y escarpadas en comparación con las nuestras. Pronto se aprende a conocer los Apeninos, los Alpes y el Cáucaso. Varias de las más importantes han recibido nombres de grandes hombres, tales como Leibnitz, Doerfel y Huygens en el hemisferio Sud. Si nuestras montañas tuvieran una altura proporcional a las de la Luna, en relación al radio de la Tierra, serían unas tres veces más altas de lo que son.

**CRATERES VOLCANICOS.** — Ya sea de origen volcánico o meteórico, o ambas cosas, el cráter lunar típico es circular como una rueda con su cubo en el centro. El borde es una pequeña formación montañosa similar a las mencionadas en el párrafo anterior, mientras que la masa del centro es generalmente escarpada como el borde. El hueco del cráter es a menudo tan profundo bajo la región que lo rodea como es de alto el borde que lo circunda y el diámetro varía de 5 a 50 veces su profundidad. Hay unos 30.000 de estos cráteres, y muchos de ellos son diez veces más grandes que cualquiera de la Tierra, lo que hace que la Luna parezca víctima de una gran viruela. Uno se familiariza pronto con el cráter Ptolomeo que mide 185 Km. de diámetro; Copérnico, 90 Km. y Tycho 85 Km. de diámetro.

**ARROYOS Y GRIETAS.** — Hay más de mil arroyos o grietas aún abiertas, algunas de las cuales son muy sinuosas y otras bastante rectas. Su ancho varía entre unos metros y tres kilómetros y en profundidad entre unos metros hasta distancias desconocidas y tienen una extensión que alcanza a unos 250 Km. También hay muchas rayas que irradian de algunos de los grandes cráteres, como Tycho, y parecen como si fueran grietas llenas con algún material brillante. Estas también se extienden por muchos kilómetros en todas direcciones y constituyen aún un verdadero problema para nosotros.

**INFLUENCIA.** — Se culpa a la Luna de una gran variedad de condiciones sobre la Tierra, algunas científicamente y otras por superstición. No hay, por supuesto, discusión acerca del efecto de la atracción de la Luna sobre las mareas y hace mucho que sabemos que las llamadas mareas de sizigias son las más altas y ocurren dos veces al mes cuando el Sol y la Luna en línea ejercen su tirón gravitacional sobre la superficie elástica de las aguas. Las mareas muertas se producen cuando el Sol y la Luna aplican su fuerza en ángulo recto. Pero mucho antes de que el efecto de la masa de

la Luna fuera conocido, y hasta en nuestros días, hubieron y hay muchas fantasías curiosas acerca de la influencia de nuestro satélite. Se suponía que sus eclipses y fases y hasta su misma presencia en el cielo afectaban el tiempo, la germinación de las semillas, el corte de la madera, la matanza de los cerdos, la puesta del huevo y hasta al sistema nervioso humano al punto de producir la locura (lunático) por dormir bajo la luz de la Luna.

*W. G. Colgrove.*

Traducido por C. L. Segers

de "The Jour. of the Roy. Ast. Soc. of Can." N<sup>o</sup> 193.

**Nota:** Todos los datos numéricos de este artículo han sido revisados, corrigiéndose muchos que estaban equivocados en el original. Asimismo se han modificado algunas explicaciones incompletas o faltas de precisión.



# CURIOSOS ENIGMAS EN CIERTOS FENOMENOS DE LA NATURALEZA

Para la "REVISTA ASTRONOMICA"

(CONCLUSION)

SUMARIO: 1. Habitabilidad de los astros. — 2. Causas de la extinción de una estrella. — 3. Explicación científica sobre la formación de las caudas cometarias. — 4. Ideas absurdas sobre el origen de los terremotos. — 5. El terremoto a la luz de los sentidos, del análisis y la observación. — 6. Formación de los ciclones tropicales y leyes a las cuales obedecen. — 7. El mecanismo del foehn queda bien explicado por las leyes de la Termodinámica. — 8. Los heleros cuaternarios y sus causas más probables. — 9. Teoría de los géiseres y de su intermitencia. — 10. Conclusión.

— 6 —

La palabra *huracán* es de origen indio. Fernando de Oviedo, en la *Historia General de las Indias*, nos dice que en el idioma de los naturales significaba un temporal excesivamente fuerte, una tormenta extraordinaria.

En la *Tormenta de San Francisco de Asís*, que cruzó por La Habana el 4 y 5 de octubre de 1844, la potencia desarrollada en tres días sucesivos ha sido estimada, según el doctor Reye, en *cuarenta mil millones de caballos de vapor*; en otras palabras, mayor potencia que la que pueden desarrollar en igualdad de tiempo todas las máquinas del mundo, todos los hombres y animales.

La ciencia de la Atmósfera no comienza a ser estudiada, en realidad, hasta mediados del siglo XVII, y progresa después con suma lentitud.

La *Ciclología Tropical* surge mucho más tarde, pues si bien es verdad que el primer trabajo publicado sobre huracanes de las Antillas fué el del Capitán Langford, en la *Philosophical Transactions* del año 1698, éste apenas tiene otro mérito que el de considerarlos como remolinos.

El primer ciclonólogo, sin lugar a dudas, fué *William Redfield*.

En 1831, y en los años siguientes, demuestra de un modo irrefutable que los huracanes son, en efecto, grandes remolinos; de modo admirable indica su movimiento progresivo, es decir, su movimiento de traslación; *señala la recurva*; estudia las variaciones del barómetro y da consejos sobre su uso; en una palabra, habiéndose

planteado el problema fundamental de la organización y la marcha de los furiosos temporales de los Trópicos, llega a conclusiones que sorprenden por lo precisas que son.

En el estudio de los ciclones encontramos nombres que serán imperecederos: Franklin, Brandes, Dove, Espy, Buys-Ballot, Ferrel, Redfield, Reid, Piddington, Doberek, Villavicencio, Meldrum; los Padres Chevalier, Faura y Algué; Davis, Eliot, Hayden, Gariot y otros que nos dan hermosos trabajos sobre los ciclones tropicales hasta el comienzo del siglo XX, poco más o menos.

Pero el más notable de todos los investigadores modernos, aquel cuyo nombre será siempre recordado en el mundo científico, fué el Rdo. Padre *Benito Viñes*, de la Compañía de Jesús, Director durante veintitrés años del Observatorio del Colegio de Belén, en La Habana.

Sus dos grandes obras: "*Apuntes relativos a los huracanes de las Antillas en septiembre y octubre de 1875 y 76*" y las "*Investigaciones relativas a la circulación y traslación ciclónica en los huracanes de las Antillas*", deben ser consideradas clásicas.

En esta última obra se encuentran sus célebres leyes sobre los ciclones tropicales, que me limitaré a citarlas.

Son las siguientes:

PRIMERA: *Ley general de la traslación en los ciclones de las Antillas;*

SEGUNDA: *Ley de las recurvas de los huracanes en los diferentes meses de la estación ciclónica;*

TERCERA: *Ley de la dirección normal de las trayectorias en diferentes fechas y latitudes;*

CUARTA: *Ley de las rutas generales o zonas geográficas que recorren los huracanes de las Antillas según los meses;*

QUINTA: *Ley de las velocidades de traslación en las diversas partes de la trayectoria;*

SEXTA: *Ley de las velocidades de traslación relativas a las recurvas de los ciclones, según sea la parábola más o menos abierta.*

Con respecto a la génesis de los ciclones tropicales, son tantas las teorías que han sido emitidas que prueban, muy claramente, que la verdad absoluta aun no se ha conquistado.

En 1820, Brandes se hizo partidario de la idea de la condensación del vapor de agua en la atmósfera y desarrolla su estudio basado en esa hipótesis.

En cambio, Dove, Thom, Klaentz y otros meteorologistas señalaron como causa inicial la acción de dos corrientes opuestas.

Piddington y Reid suponen que hay alguna relación entre los ciclones y acciones de índole magnética y eléctrica, llegando Pidding-

ton a afirmar que *los ciclones son fenómenos eléctricos formados en las altas regiones de la atmósfera.*

En mi concepto, la teoría que mejor explica la formación de estos organismos meteorológicos es la que paso a exponer en seguida.

Consideremos los dos circuitos anti-ciclónicos que se encuentran situados en el Atlántico y en el Pacífico septentrional: uno encima del Gulf-Stream y el otro encima del Kuro-Siwo. Estos dos circuitos están separados el uno del otro, en la extremidad más cercana de sus ejes mayores, por el territorio de Texas y las tierras cálidas que bordean el golfo de México, en la América del Norte. En las proximidades del solsticio de Verano, cuando la temperatura del suelo llega a su máximo, esas tierras se calientan mucho más ligero que el mar que las circunda: ellas dan entonces origen a un movimiento ascendente de convección en las capas de aire que están directamente encima, y, por consiguiente, pasan a ser el centro de una importante depresión de origen térmico. Bajo la influencia de esta depresión, las masas de aire vecinas se precipitan hacia el foco cálido, y los dos circuitos aéreos, el del Atlántico y el del Pacífico, que han estado hasta ese momento separados, se deformarán, sus ejes se alargarán, sus vértices, en cambio, se pondrán en contacto el uno con el otro, y las moléculas de aire, arrastradas entre esos dos rodajes aéreos, tomarán, bajo este doble impulso, un movimiento de rotación hacia la izquierda, en el sentido contrario de las agujas de un reloj, arrastradas como son primero por el movimiento ciclónico que resulta del sobrecalentamiento local, y en seguida por el “*par de rotación*” engendrado por los dos circuitos que caminan en sentido contrario el uno del otro; nace así un *ciclón*, en el verdadero sentido de la palabra, y este peligroso meteoro se reproducirá cada vez que se encuentren también simultáneamente reproducidas las condiciones que le han dado origen.

Por tanto, será entonces en la estación calurosa y en las regiones de la Tierra en que puedan chocar los vértices de dos circuitos vecinos, los únicos puntos en los cuales podrán aparecer estos devastadores fenómenos.

Podemos, entonces, prever que los ciclones serán fenómenos propios de ciertas “*estaciones del año*” y “*regionales*”, lo cual ha sido siempre confirmado por las observaciones de muchos siglos.

Por otra parte, la más hermosa confirmación de esta teoría la encontramos en la ausencia de ciclones en la América del Sud, a pesar de la vecindad de los dos circuitos Sud-Pacífico y Sud-

Atlántico: es que ahí se yergue, entre los dos, la formidable muralla de la Cordillera de los Andes.

Esta, con su altitud media de 3.500 metros, opone una barrera insuperable al choque de las dos masas de aire, arrastradas por los circuitos atlántico y pacífico del sur, y hace materialmente imposible el movimiento remolinante del aire entre sus vértices cercanos.

— 7 —

El *foehn*, ese viento cálido que baja de las montañas y sopla en los valles de los Alpes suizos, constituye uno de esos fenómenos de la naturaleza que ha permanecido por largo tiempo incomprensible e inexplicable.

Creemos, sin embargo, que es fácil encontrar en las leyes de la Termodinámica una explicación satisfactoria de sus modalidades y de su formación.

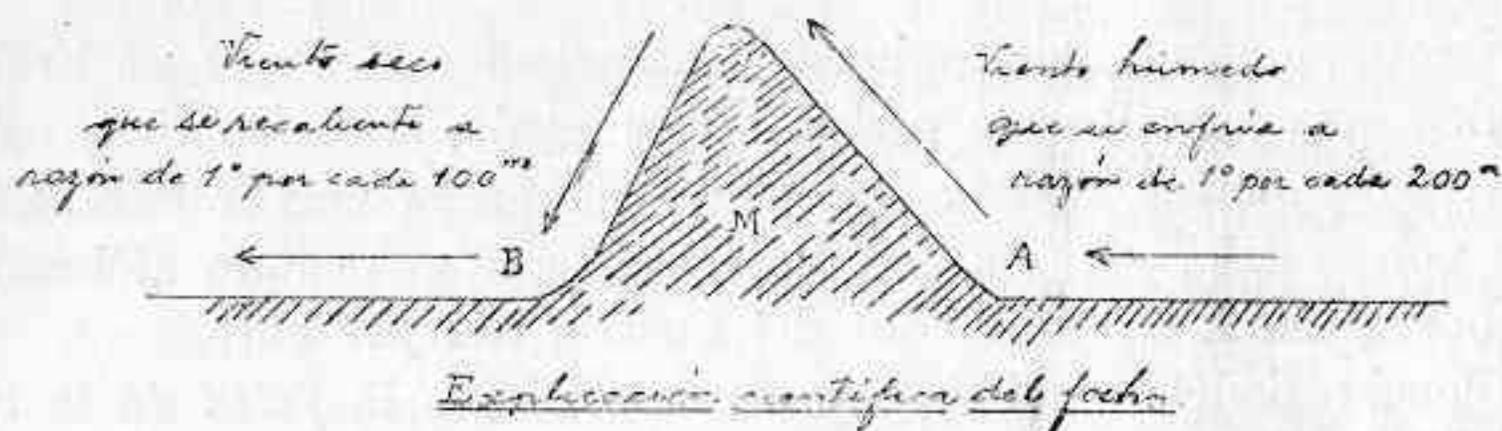


Fig. 19

En efecto, esas leyes nos enseñan que la temperatura del aire absolutamente seco debe bajar a razón de  $1^\circ$  por 100 metros de elevación en la atmósfera, y si el aire está saturado de humedad, el descenso de temperatura no es más que de  $1^\circ$  por cada 200 metros (figura 19).

Así, pues, cuando la presión está baja en Suiza, en B, y alta en el Mediterráneo y la Italia del Norte, en A (figura 19), el viento sopla de la Italia hacia los Alpes que escala; pero en el Mediterráneo, sobre las llanuras húmedas del Norte de la península, se satura de humedad. Remontando por la vertiente meridional de los Alpes, perderá entonces  $1^\circ$  por cada 200 metros de elevación, y se despojará, al mismo tiempo, de todo su vapor, que se condensará en los flancos meridionales de las montañas.

Pero una vez que franquea las crestas para bajar a los valles suizos, ya es un viento seco, que se calentará de nuevo en el descendimiento. Ahora, en virtud de su sequedad, se recalientará a razón de  $1^\circ$  por cada 100 metros, es decir, *dos veces más de lo que*

*se ha enfriado en la subida.* Es, pues, un viento seco y cálido el que llega al valle septentrional de los Alpes, y es este viento el que se denomina *foehn*.

Durante mucho tiempo se le había considerado como una especie de prolongación de la trayectoria del *siroco*, que sopla desde el desierto de Sahara; pero, como también se produce en la Groenlandia un viento con las características del *foehn*, ha sido necesario renunciar a esta cómoda explicación, y es la Termodinámica la que ha venido a darnos la verdadera clave de su origen y formación.

— 8 —

Bajo la influencia de causas poco conocidas adquirieron los heleros cuaternarios un desarrollo considerable.

No es fácil adivinar la causa inmediata de un enfriamiento tan general.

Si reflexionamos, sin embargo, comprenderemos que un hecho geológico muy sencillo nos podrá dar la razón, sin recurrir a causas extraordinarias. Podría ser, por ejemplo, la mayor extensión de los mares del Norte en aquella época, que colocaban al hemisferio boreal en las condiciones del austral del presente.

Además, podría también ser causa eficiente la *falta de la corriente del Golfo* (Gulf-Stream), por no existir entonces el istmo que une las dos Américas. Las aguas de las corrientes ecuatoriales, hallándose así en libertad de circular directamente, no se verían entonces obligadas a contramarchar hacia la Europa, ni podrían llevar un clima más dulce a las regiones occidentales de este continente.

La *ausencia del desierto de Sahara*, que debe haberse formado en una época muy reciente, contribuiría por su parte a que no se produjera el curso de los vientos calientes que tanto dominan hoy por toda la Europa y determinan su clima.

Se atribuye también este enfriamiento general a causas astronómicas, que, según nuestro criterio, no vale la pena de analizar, pues las consideramos del todo improbables.

— 9 —

Se han emitido diversas teorías para explicar la intermitencia de los *géiseres*; pero, según mi modo de pensar, hay una explicación bastante admisible de tan sorprendente fenómeno.

Cuando se observa un cráter de géiser recientemente vaciado por una erupción, se verá en el fondo un orificio, del cual se desprende gran cantidad de vapor que, al condensarse, se resuelve en agua y se acumula en la parte inferior. El laguito así formado hierve tumultuosamente y va aumentando su caudal de agua por la misma ley física de condensación; pero conforme sube su nivel, el líquido adquiere más estabilidad hasta llegar a una casi completa tranquilidad. Entonces es cuando se prepara la erupción.

En efecto, en aquel momento el peso de la masa líquida hace equilibrio a la fuerza expansiva que sale por la chimenea. El vapor que sube de las profundidades de la Tierra se acumula en la chimenea o grieta más o menos larga y tortuosa que hace comunicar con lo exterior aquella gigantesca caldera subterránea. En tales circunstancias, la tensión del vapor contenido aumenta cada vez más hasta el punto de adquirir tanta energía, que súbitamente sacude el obstáculo que lo comprime lanzándolo por los aires en la forma de espléndidos pero fugaces surtidores.

En los depósitos de los *géiseres*, a más de la presión ejercida por el líquido, es probable que en la parte superior se forme, aunque de un modo invisible, una especie de capa constituída por la aglomeración de moléculas de sílice incolora, como su análogo el *ópalo hialita*, que existe disuelta en el vapor y en el agua hirvientes de los *géiseres*.

En mi concepto, esta teoría explica suficientemente el fenómeno eruptivo de los *géiseres* con su intermitencia.

— 10 —

Condensando este ya largo discurso, hemos adquirido la convicción de que la inmensidad, contemplada en el espacio y en el tiempo, está superada en gran manera por la inmensidad de las combinaciones de los elementos constitutivos en el tiempo y en el espacio.

La creación que contempla el astrónomo no es un sencillo conjunto de materia luminosa; es un prodigioso organismo, en el cual, allí donde cesa la incandescencia de la materia, comienza la vida.

El calor es la fuerza primordial que anima el Universo: su acción se transmite de un cuerpo a otro a favor de un medio continuo que llamamos *éter*, y con el auxilio de ese misterioso medio, cuyas vibraciones constituyen el calor radiante, la luz y la actividad química vital, nos ponemos en contacto con las regiones más extremas del espacio.

Ese medio es el que todo lo liga en el Universo, y que a toda unidad, a pesar de la enormidad de las distancias.

La gravedad es una fuerza que rige toda la creación, desde la piedrecilla que cae sobre la tierra, a la nebulosa que se va condensando en la inmensidad del espacio.

Es la causa primera de la incandescencia de los astros por la fuerza viva producida al caer las masas, causa determinante de su condensación. Esta fuerza, no es, sin embargo, la única que domina en el Mundo. Los cometas nos dan también indicio de otra fuerza, que opera en el espacio. El rápido desarrollo de sus caudas no se explica bien con el calor sólo, ni con la gravedad. Desde hace algún tiempo, se piensa en otra fuerza: la *presión de radiación* y de la cual nos ocupamos ya al principio de este trabajo.

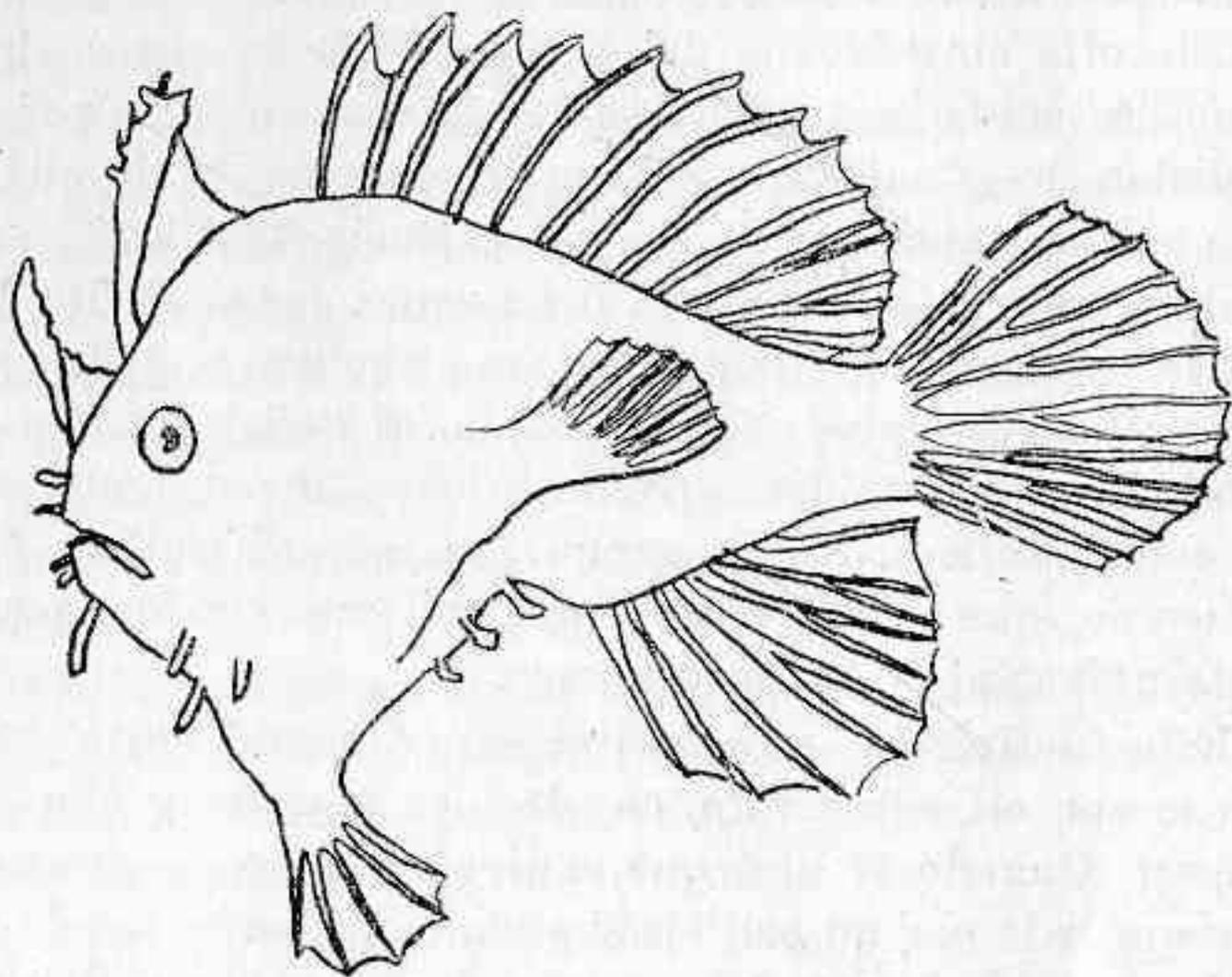
¿Cuántas maravillas más no habrá en la inmensidad del espacio que aun no somos capaces de vislumbrar? ¿Quién habría imaginado, pocos años ha, los prodigios que nos había de revelar el espectroscopio. Cada nuevo perfeccionamiento del Arte lleva otro a la Ciencia, y el Astrónomo, aprovechando del Arte y de la Ciencia, nos hace ver, cada vez más, la incomparable y maravillosa estructura del Cosmos.

Es, precisamente, ese profundo y loable espíritu de investigación el que nos ha dado a conocer todo un mundo ignoto y extraño en el fondo de los mares.

Hoy ya nadie ignora que los océanos cubren terrenos ondulados, mesetas sobre las cuales se elevan colinas, bajíos en que se levantan montañas de escarpadas cimas y abruptos flancos; que las islas distantes de los continentes, no son sino puntos culminantes de pétreas cadenas, cuya base descansa en valles laberínticos, donde no ha penetrado el ojo humano.

Comenzaremos también a apreciar científicamente, entre una vegetación que la fantasía más desbordada no lograría ni débilmente describir, a las *algas*, que a veces alcanzan a 350 metros de longitud; a las *esponjas*, que aspiran el líquido henchido de elementos vitales; a los *corales*, que no son más que animales, en forma de tubos gelatinosos provistos de una boca con tentáculos contractivos; a las *anémonas*, que parecen una flor, y que, al cortarlas transversalmente en dos, no se las mata, pues si cualquier animalucho se aproxima, lo destruyen con una hoja de agudos y envenenados dientes; a las *medusas*, de extraordinaria fosforescencia; a las *crinoides* y las *holoturias*, de vivísimos matices; al *pelícano marítimo*, que lleva en el fondo de su boca una especie de bueche, parecido al de su homónimo terrestre, para guardar sus provisiones; al *marmorato*, casi imposible de ser reproducido por el lápiz, a causa de su cabeza torcida, su

cuerpo deforme y sus curiosas aletas natatorias; a los *moluscos*, que sumergen una parte del cuerpo en el limo y dejan la otra sobre sobre las piedras; a los *crustáceos*, bandidos del mar, que, cubiertos de su coraza, atacan cuanto divisan, sin respetarse entre ellos mismos; al *cunice*, al que no hay animal que le dispute el premio de la belleza, pues, el pelo del coleóptero más precioso, las aterciopeladas alas de la mariposa y el irisado cuello del colibrí, palidecen ante esos luceros oceánicos, que se deslizan a manera de lampos, iluminando sus anillos, de escamas de oro y sus franjas de ámbar y coral.



## El Marmorato

Fig. 20

Bañemos, pues, nuestra inteligencia en la contemplación de esos misterios; saturémosla de la poesía, de la bondad, de la justicia y de la belleza que en ellos han sido derramadas como espejo de cosas más altas; y así nuestras impresiones cristalizarán también algún día en el fondo de nuestras almas, llenándolas de visiones y de ensueños, y alegrando las horas tristes, que nunca faltan, por cierto, en nuestras vidas.

*Ismael Gajardo Reyes.*

*Ex-director del Observatorio de Santiago de Chile*

Santiago, febrero de 1931.

# EL TIEMPO

## SU DEFINICION PRACTICA, SU MEDIDA

---

La noción del tiempo pasa, desde algunos años, por vicisitudes que preocupan a los astrónomos. No es, como se podría pensar, a la filosofía einsteiniana del tiempo a que hacemos alusión, porque no ha tenido hasta ahora ninguna consecuencia práctica y los calculistas de efemérides se han despreocupado de ella. Además, nunca se han preocupado de las variaciones filosóficas tocantes a la definición y la naturaleza del tiempo. No se define lógicamente, ni la longitud, ni la superficie, ni el volumen, ni la cantidad de calor o de electricidad; para el sabio, es suficiente que éstas sean magnitudes mensurables; concibiéndolos de ese modo, se suprime todo conflicto de sistemas, aunque no toda dificultad. Así se hace del tiempo, que existe como magnitud mensurable, por consentimiento universal de los astrónomos.

Esta definición puramente experimental, está además, de acuerdo con el sentimiento, con la idea popular y con el lenguaje corriente. Cuando se dice que el tiempo corre, se piensa en un líquido que sale por un orificio y cuya cantidad se puede medir, tan es así, que los primeros relojes han sido clepsidras. Rompiendo con la tradición, Newton se ha esforzado en concebir un tiempo ideal, sin ningún lazo con el mundo material, pero su concepción ha quedado estéril y se ha necesitado, después de dos siglos, descender de las nubes, tocar la tierra y reajustar el concepto del tiempo a las necesidades experimentales. Fué entonces que Einstein estableció la relatividad del tiempo y del espacio. Cuando se define el tiempo como una magnitud mensurable, se admite implícitamente la posibilidad de su mensura, y la existencia de un patrón, como dos postulados esenciales. Es allí donde aparecen las dificultades lógicas y prácticas. Un tendero que mide tres metros de paño, transporta tres veces su metro de madera a lo largo de la pieza desdoblada sobre la mesa: admite, *primero* que las propiedades geométricas del espacio son invariables a lo largo de la mesa, *segundo* que el patrón del cual se sirve no cambia de largo. El astrónomo que estima en tres segundos el tiempo de una duración, entiende por eso que tres golpes de su reloj se han dado durante esa duración. No puede sacar ningún partido de esa comprobación, a menos de admitir

la uniformidad del correr del tiempo y la regularidad del reloj. Admitir que el tiempo corre uniformemente, es conferirle un carácter casi absoluto. Notemos que el astrónomo refiere todos los acontecimientos a los relojes de su observatorio y que hace uso de lo que Einstein llama su "tiempo propio". La teoría de la relatividad no rehusa al tiempo propio su carácter absoluto, mientras los efectos de la aceleración y de la gravitación son despreciables, como es el caso sobre la Tierra. Lo que ha descartado, sin duda para siempre, es la concepción mística del tiempo absoluto universal, utilizable en cualquier punto del mundo con una transmisión instantánea, e independiente del mundo material.

Además, si parece que hay todavía demasiada metafísica escondida bajo esta fórmula "el tiempo propio tiene un carácter absoluto", es fácil substituirle este enunciado más concreto: "Las leyes de la Física que hacen intervenir el tiempo son permanentes". Así, durante la duración del golpe de un reloj, el sonido y la luz recorren siempre el mismo espacio. Podemos, pues, sin inconveniente, suponer constante el correr del tiempo, mientras este postulado no nos conduzca a consecuencias contradictorias entre ellas o con la experiencia.

La definición experimental del tiempo, tiene momentáneamente su causa ganada sobre el primer punto, pero falta saber si poseemos el patrón de mensura permanente. En todos los tiempos, los astrónomos lo han pedido a la rotación de la Tierra y su posición parecía muy fuerte, pues ese movimiento pasaba por el más perfecto, es decir, el más uniforme de todos, no habiendo ninguna causa exterior o interior que pareciera susceptible de turbarlo.

Bajo ese punto de vista, sobrepasaba en perfección al movimiento Kepleriano de los planetas, que está sujeto a múltiples perturbaciones.

La confianza quedó un poco debilitada hacia mediados del siglo pasado, cuando se debió atribuir la aceleración del movimiento secular de la Luna, por una parte, a la disminución progresiva de la velocidad de rotación de la Tierra. Si la Luna parecía recorrer en un segundo sobre su órbita un camino de más en más largo, es que el reloj-Tierra dividía el tiempo en segundos de más en más largos. Pero se explicó esa disminución de velocidad progresiva de la Tierra por el rozamiento de las mareas y entonces hubo seguridad respecto a la calidad del patrón. Efectivamente, las mareas que frenaban la Tierra, constituían un fenómeno regular y constante, y su efecto debía serlo también. Una fórmula muy sencilla daba el alargamiento progresivo de la duración del día. El patrón no era permanente, en verdad, pero se sabía muy exactamente en cuánto

difería a cada instante. Un metro-patrón hecho de una materia volátil y que se acortara en un micron por año sería todavía utilizable, puesto que se sabría, veinte años después de su construcción, que bastaría añadirle veinte micrones para reconstruir el patrón primitivo. Los físicos sólo se alarmarían cuando de medidas interferenciales muy precisas y repetidas resultara que el patrón se alarga y se acorta alternativamente, de un modo irregular, imprevisible, bajo la acción de una causa desconocida. Bien entendido el mal pronto se corregiría destituyendo de su rango de patrón primario al metro de platino, conservado bajo triple cerradura, en tanto que una ley modificaría las definiciones relativas al sistema métrico e impondría el largo de onda de la raya roja del cadmio como nuevo patrón. Esa substitución no tendría grandes consecuencias para la práctica corriente y ciertamente, el tendero seguiría midiendo su paño como siempre. Pero el físico se vería conducido para toda medida precisa a largas y delicadas determinaciones interferenciales, y la técnica experimental se hallaría singularmente complicada.

Este cuadro da una idea justa de la revolución que acaba de destronar, no el patrón de longitud como lo imaginábamos hace un momento, pero sí al del tiempo. Se ha comprobado, en efecto, que el aumento de la duración del día no era constante, al revés de lo que se había admitido, y que sufría fluctuaciones irregulares e imprevistas. La fórmula simple por la cual se calculaba la marcha del reloj-Tierra, no daba, en realidad, más que un término medio, pues la Tierra tomaba, ora un adelanto, ora un atraso, sobre el estado calculado. Ese adelanto o ese atraso, alcanza a 10, 20 y a veces 30 segundos de tiempo!

Los astrónomos calculan las circunstancias de un eclipse con un segundo de aproximación, regulan minuciosamente sus relojes sobre los pasajes de estrellas en el meridiano, es decir, de hecho sobre la rotación de la Tierra, y la Tierra no les da, sin que lo sepan, más que una hora adulterada, un tiempo ficticio, de correr irregular, completamente impropio al control de las previsiones del cálculo. Y de hecho, el eclipse se produce 10, 20 ó 30 segundos antes o después del instante en que era esperado por el observador. Pero entonces, ¿para qué darse tanto trabajo? Para qué tantos cálculos y tantas observaciones penosas para llegar a tan mediocres resultados? ¿La Astronomía no sería más que un error? Habría motivo para descorazonarse si es que el remedio no hubiese aparecido al mismo tiempo que el mal.

En efecto, si se ha podido hallar defectuoso al actual patrón del tiempo, fué comparándolo con otro patrón más permanente, por

naturaleza. Adoptemos este último como patrón primario, creemos, si es necesario, una técnica especial para hacer su empleo más cómodo, y la situación se encontrará restablecida.

Pronto sabremos al precio de qué dificultades lógicas y prácticas conseguiremos esto, pero antes de llegar allí debemos definir este nuevo patrón, y para eso explicar cómo se han descubierto las fluctuaciones de la rotación de la Tierra. Un segundo artículo será consagrado a la solución detallada de este importante problema; nos detendremos en el presente en los principios generales del método empleado.

Hasta ahora siempre se ha regulado la marcha de los relojes sobre la rotación de la Tierra, observando los pasajes de las estrellas en el meridiano. En un lugar determinado, el día sideral empieza cuando cierto punto del cielo, el punto vernal, pasa por el meridiano de ese lugar. Es entonces 0<sup>hs</sup> de tiempo sideral. Se encuentra en la "Commaissance des Temps" un cuadro dando la hora sideral en que se produce el pasaje de las principales estrellas.

Si la Tierra aminora o adelanta su marcha, los pasajes estarán retardados o avanzados en el tiempo absoluto y un reloj perfecto mostraría la diferencia, pero no existe reloj bastante preciso para descubrir las irregularidades de la duración del día sideral, que no exceden jamás de un centésimo de segundo o sea un diezmillonésimo de día. El astrónomo no puede discernir esta mínima diferencia, entre las variaciones accidentales del reloj. Es, sin embargo, la acumulación de esas pequeñísimas diferencias la que en 10 ó 20 años, pone la Tierra en adelanto o en atraso de medio minuto.

Pero además del de la Tierra sobre su eje, existen otros movimientos observables, por ejemplo, el movimiento Kepleriano de los planetas y de la Luna. Supongamos que comprobemos, por observaciones muy exactas, que cierto día a media noche todos los cuerpos del sistema solar ocupan sobre sus órbitas lugares que debían ocupar según el cálculo, 20 segundos más tarde. ¿No es legítimo concebir que no es medianoche, sino media noche y 20 segundos, y que nuestros relojes atrasan en 20 segundos porque la Tierra nos ha inducido en error sobre la hora absoluta? Si se rechazare esa conclusión, habría que admitir que las diferencias en la marcha de los planetas son reales, aunque inexplicables por medio de la mecánica celeste. Esta segunda alternativa tendría consecuencias infinitamente más graves que la primera, porque echaría una duda sobre la ley de atracción; haría depender el movimiento de los planetas y de sus satélites de una ley diferente de la ley de Newton, o bien de causas cósmicas desconocidas, superpuestas a la atracción newtoniana. Teniendo que elegir entre la

constancia de la rotación de la Tierra o la validez de la ley de Newton, el astrónomo no puede titubear: sacrifica la primera. No podría sin necesidad absoluta, admitir la menor infracción a la ley de Newton, no porque ésta tenga el valor de un dogma divino, pero ¿cómo aceptar que sea a la vez verdadera, en las mil consecuencias que se han sacado de ella y que se han verificado debidamente, y falsa sobre un punto susceptible de una explicación mucho más simple?

Es más sencillo, efectivamente, suponer que la Tierra no gira uniformemente (las explicaciones de ese hecho no faltan, lo veremos), que suponer una acción común y desconocida obrando sobre los cuerpos del sistema solar para hacerlos avanzar o retardar simultáneamente a todos. En efecto, tales irregularidades del movimiento de los planetas inferiores y de la Luna han sido debidamente comprobados. Se ha mostrado recientemente que presentaban, a lo menos en los casos más patentes, el carácter descripto más arriba; en una época dada, Mercurio, Venus, la Tierra y la Luna ocupaban simultáneamente sobre sus órbitas las posiciones que el cálculo les asignaba, por ejemplo, para un instante 20 segundos más temprano. Se puede deducir, con alto grado de probabilidad, que la Tierra atrasaba en esa época en 20 segundos. Se ha podido seguir así las fluctuaciones de su marcha desde más de 2 siglos, debido a las precisas observaciones acumuladas en París y en Greenwich.

No podría tardarse en adoptar una nueva definición práctica del tiempo, de acuerdo con las comprobaciones que acaban de hacerse. Examinemos las dificultades que presenta ese cambio de definición. En primer lugar, una dificultad lógica se presenta al espíritu; para fijar la hora por la posición de los planetas sobre sus órbitas, es necesario conocer esa posición *a priori* en función del tiempo absoluto. Ahora bien, no podemos pedirla nada más que al cálculo, es decir, a la mecánica celeste, y a fin de cuentas a la ley de Newton. Se introducirá en los cálculos cierta fecha futura y se obtendrán las posiciones de los planetas y de la Luna para esa fecha. Cuando la observación haga conocer que esos astros, pasan por posiciones calculadas, el instante en cuestión se habrá alcanzado. Es así como los cuerpos del sistema solar marcarán la hora sobre sus órbitas, graduados de antemano como cuadrantes.

Se ve surgir la objeción. ¿Los diversos cuadrantes darán la misma hora? Es permitido no dudarlo después de los últimos trabajos de diversos astrónomos y particularmente de los de M. de Sitter.

Este último ha podido representar correctamente el movimiento de los planetas por medio de la ley de Newton, dando al tiempo,

tal cual era medido hasta ahora, pequeñas correcciones variables según la época. La verificación se ha hecho sobre la Luna, el Sol, Mercurio y Venus, habiendo utilizado las observaciones hechas en el curso de los últimos siglos. Las diferencias entre las posiciones calculadas y las posiciones observadas se reducen al nivel de los errores de medida, si se corrige la hora "terrestre" de las observaciones como se acaba de decir. El acuerdo es, naturalmente, mejor, a partir de mediados del siglo XIX, habiéndose hecho más precisas las observaciones. En otros términos, es legítimo hacer única responsable a la Tierra del desorden aparente que reinaba todavía en el sistema solar.

La ley de Newton está salvada, pero le sucede una singular aventura; llamada en adelante a dar la medida del tiempo, se vuelve en parte inverificable y deja de ser propiamente hablando, una ley. Una distinción se impone, sin embargo, entre sus diversas consecuencias. La primera de las leyes de Kepler (los planetas describen órbitas elípticas en las cuales el Sol ocupa un foco), es puramente geométrica. Se la puede verificar por medidas especiales independientemente de toda medida de tiempo. Queda, pues, verificable por la observación, cualquiera que sea la definición adoptada para este último. No sucede lo mismo con las otras dos leyes, que tienen un carácter cinemático y se refieren a la manera cómo son descriptas las órbitas en función del tiempo. Como se pedirá a esas leyes de proveer la medida del tiempo, no se podría en adelante someterlas a un control experimental sin caer en un círculo vicioso. Las dos últimas leyes de Kepler, sobre todo la ley de las áreas, toman, pues, el carácter de principios, de los cuales no se puede exigir nada, sino de no ser contradictorias en sus consecuencias. El trabajo de M. de Sitter, nos da plena seguridad sobre ese punto, pero la situación no deja de ser paradójica, puesto que es buscando de dar una sólida base experimental a la noción del tiempo que nos vemos conducidos a quitar parcialmente ese mismo carácter experimental a una de las leyes fundamentales de la Astronomía. Así sucede a menudo en las obras humanas. Al querer hacer demasiado bien las cosas, se pierde de un lado lo que se gana del otro, y sin una fe muy fuerte en el ideal, uno se cansaría de remover siempre la roca de Sísifo. Limitémosnos en desear que se descubra un día un buen patrón terrestre de tiempo, y dejemos esas dificultades de pura lógica, puesto que estamos tranquilos sobre sus repercusiones prácticas. La objeción que se podía temer cae delante de los resultados de observación; ninguna contradicción es de temer, puesto que la Luna y los planetas dan efectivamente la misma hora.

Como el tiempo así definido nos es dado por la ley de Newton, lo han llamado "*tiempo newtoniano*"; hasta que la experiencia nos pruebe lo contrario, ese tiempo será reputado absoluto.

¿Cómo leeremos el tiempo newtoniano sobre el cuadrante de las órbitas planetarias?

Allí todo está por hacerse, o casi todo. Bien entendido, se continuará empleando el tiempo terrestre deducido de los pasajes de estrellas, sea como una primera aproximación, sea como un medio de interpolación o en todo rigor para las necesidades de la geodesia y de la navegación. Pero, en los otros usos, mecánica celeste, estudio de las estrellas dobles espectroscópicas y de las variables a corto período, etc., se le corregirá de la diferencia entre el tiempo terrestre y el tiempo newtoniano, siendo este último deducido de la observación de la Luna, del Sol o de los planetas inferiores. Habrá primero que poner las tablas relativas al movimiento de esos astros de acuerdo con la nueva definición del tiempo, para eso bastará añadir pequeñas correcciones a las longitudes calculadas por Le Verrier, Newcomb y Brown.

Después se pensará en los medios de observación. En la práctica, el movimiento de los planetas es demasiado lento para que observaciones individuales sean de una utilidad inmediata. Agrupándolas por términos medios hechos cada una sobre intervalos de varios años, es solamente cómo se ha podido hacer uso de antiguas observaciones para poner en evidencia las fluctuaciones de la rotación de la Tierra. Se seguirá, pues, atentamente su marcha, pero solamente la observación de la Luna podrá proveer el tiempo newtoniano día por día.

La Luna gira unos  $13^{\circ}$  por día alrededor de la Tierra, o sea aproximadamente,  $0'' 5$  por segundo de tiempo. Para que la Luna nos dé el tiempo newtoniano con un segundo de aproximación — y no es mucho pedir — es necesario determinar su longitud al medio segundo de arco. Ahora bien, medio segundo de arco pasa por el meridiano en una treintavo de segundo de tiempo.

El examen de las observaciones meridianas hechas recientemente en Greenwich, muestran que están afectadas de errores accidentales, que llegan a un quinceavo de segundo. Esas observaciones no nos dan el tiempo newtoniano sino con 2 segundos de aproximación, pues el error sobre el instante del pasaje se encuentra amplificado treinta veces. El método es poco preciso, pero tiene la ventaja de poder aplicarse durante la mayor parte de la luna-ción. Otro método muy antiguo, preconizado por Newcomb y por Brown y vuelto en favor desde hace poco, utiliza las ocultaciones de estrellas por la Luna. Cuando una estrella desaparece en el bor-

de de la Luna, hay coincidencia entre la posición aparente de la estrella y el contorno aparente de la Luna. Si es conocida la posición de la estrella, un cálculo relativamente simple nos da la hora newtoniana del fenómeno. La diferencia entre ese tiempo y el tiempo terrestre notado en el reloj en el momento de la ocultación, nos da directamente la corrección buscada, pues el error de observación se aplica al resultado sin amplificación. Es una gran ventaja sobre el método de los pasajes.

Pero esa ventaja se halla aminorada por la magnitud del error de observación que alcanza a veces a unos décimos de segundo.

No se dispone, en efecto, para la observación de las ocultaciones de un material automático y preciso como el que sirve para las observaciones meridianas. Se ha podido registrar fotográficamente las ocultaciones de estrellas brillantes, pero demostraremos que es necesario extender la observación a estrellas débiles. Los detectores físicos de luz, tales como las células fotoeléctricas, no poseen todavía la sensibilidad deseada. Por el momento hay que conformarse con observar visualmente el fenómeno, sea por el método clásico de ojo y oído, sea por un registro cronográfico accionado a mano. En ambos casos se cometen errores accidentales o sistemáticos, y no se obtiene la precisión del décimo de segundo; hay allí, un importante elemento de búsqueda: Mejorar la determinación de la hora marcada por el reloj en el momento de la ocultación de una estrella. Pero quedaría todavía otra causa de error más importante. Suponiendo aún que se pueda obtener con un centésimo de segundo de aproximación el instante de la desaparición de una estrella en el borde de la Luna, no hay que pensar que esta sola medida dé el tiempo newtoniano con la misma precisión, pues intervienen las irregularidades del borde de la Luna. Si la estrella desaparece en un punto del borde ocupado por una depresión o por una montaña, el fenómeno estará retardado o avanzado a razón de un segundo de tiempo por kilómetro de altitud si la desaparición se produce hacia el ecuador de la Luna, creciendo el efecto hacia los polos. Sería indispensable el conocimiento muy preciso de las irregularidades del borde lunar para corregir de ese defecto las observaciones lentas y para reducirlas al contorno medio de la Luna.

Por el momento no es posible tenerlas en cuenta y se ha adoptado el expediente habitual de observar el mayor número posible de ocultaciones, esperando que el azar las reparta igualmente entre las prominencias y los huecos, de modo que el efecto incriminado se encuentre eliminado en el término medio.

No hay que limitarse, como se hace actualmente, a unos cuantos fenómenos anunciados por las efemérides. Hemos comprobado, en Estrasburgo, que se ven distintamente las estrellas de décima magnitud en la vecindad del borde de la Luna, hasta el duodécimo día de la lunación, en un anteojo de 49 centímetros de abertura. Las inmersiones son fácilmente observables cuando el cielo está muy puro, pues el borde de la Luna está visible por la luz cenicienta. Es completamente inútil calcular una efemérides.

Lo mejor es dirigir el instrumento hacia el borde de la Luna, a la caída del día y esperar. En unas cuantas horas se cosecha — salvo mala suerte — de cinco a diez observaciones; nos ha sucedido contar hasta veinte en una sola noche, en la primavera, en el momento del primer cuarto.

Las estrellas ocultadas son generalmente muy débiles (9<sup>a</sup> a 10<sup>a</sup> magnitud). Sus posiciones no se encuentran más que en el "Catálogo fotográfico de la Carta del cielo". Del punto de vista que nos ocupa, se puede hacer a ese Catálogo dos críticas, de las cuales una, por lo menos es sin réplica: Es incompleto, y de un uso incómodo. Con el tiempo el primero de esos defectos desaparecerá; en cuanto al segundo, se podría aplicarle un remedio radical; bastaría para eso sacar del Catálogo actual un Catálogo eclíptico extendido hasta la magnitud 10 (ó 10,5), dando coordenadas celestes en lugar de coordenadas rectilíneas. Además, se substituirán las magnitudes visuales a las magnitudes fotográficas. No se trataría de una empresa secular. Ese catálogo eclíptico comprendería menos de 50.000 estrellas y un solo calculista entrenado lo haría en ocho o diez años.

Un mapa eclíptico completaría el Catálogo, para facilitar la identificación y la numeración de las estrellas.

En cuanto a la observación de las mismas ocultaciones, será sabiamente limitada, según el consejo de Brown, a las inmersiones de estrellas, hacia el primer cuarto de la lunación. Habrá, cuando más, cinco o seis días de observación por mes y se podría utilizar instrumentos poderosos, que servirán en otras búsquedas durante el resto del tiempo. Una abertura de 40 centímetros por lo menos es necesaria, si se quiere observar estrellas más débiles que la de 9<sup>a</sup> magnitud, pero no sería nada absurdo emplear para esas observaciones aberturas del orden de un metro.

Se podría entonces contar mensualmente en una determinación precisa del tiempo newtoniano, en la vecindad del primer cuarto de la Luna. La comparación de ese tiempo y del tiempo terrestre, conocidos ambos con precisión, haría aparecer pronto hechos nuevos que interesan a la vez a la Astronomía y a la Geofísica. En el

estado actual de las cosas, no se obtiene el tiempo newtoniano con más precisión que en el siglo de Luis XIV para el tiempo terrestre. La ejecución del programa preliminar que ha sido expuesto: descripción detallada del borde de la Luna, establecimiento de un Catálogo y de un mapa eclípticos, perfeccionamiento del método de registro cronográfico, permitirán, sin duda, alcanzar el décimo de segundo, mientras que hoy no se puede responder ni del segundo.

Hemos creído deber insistir sobre todos esos detalles técnicos para mostrar que la solución de un problema astronómico progresa menos por el impulso repentino del genio de un solo hombre, que por el esfuerzo continuo y colectivo de las generaciones.

*A. Danjon.*

*Astrónomo del Observatorio de Estrasburgo.*

Traducido por C. C.

de "L'Astronomie", enero 1929.



# NOTICIARIO ASTRONÓMICO

*PROXIMA OCULTACION DE ANTARES.* — Recordamos a los aficionados la magnífica ocultación por la Luna de la estrella Alfa Scorpii (Antarés) que se verificará en la noche del 24 al 25 de julio próximo. Ella será visible en toda la extensión de la República y podrá observarse quizás a simple vista si la transparencia de la atmósfera es buena. La Luna presentará una fase intermedia entre cuarto creciente y llena, de modo que la inmersión o desaparición de la estrella detrás del disco lunar se producirá del lado del limbo obscuro y será perfectamente observable. La observación exacta de la emersión o reaparición sólo podrá hacerse con un instrumento de cierto poder por producirse en la región iluminada del borde; por otra parte, en el instante de esta fase la Luna estará solamente a  $19^\circ$  de altura sobre el horizonte, lo que dificultará aún más la observación precisa.

Recomendamos a todos la observación de este bello fenómeno celeste, tan raro en lo que a estrellas de 1<sup>a</sup> magnitud se refiere, y solicitamos de los que hayan tenido la curiosidad y la buena suerte de observarlo el envío de sus notas a fin de publicarlas en esta Revista.

El dato de mayor importancia a registrarse será el de la hora exacta (al segundo o al décimo de segundo, si es posible). Para ello se hará uso de un cronómetro de marina o de un buen reloj de bolsillo cuyo estado o corrección podrá determinarse esa misma noche, a las 22 horas, por comparación con los "tops" que envía la estación radiotelegráfica de la Marina (Dársena Norte), o con los suficientemente exactos de la hora "Solvil", que se transmiten por la "broadcasting" Radio Splendid (LR4) a la misma hora.

Otro dato interesante se refiere a la rapidez con que se verifica la desaparición de la estrella, punto sobre el cual, en carta fechada el 15 de mayo último, nos llama la atención el sabio astrónomo R. T. A. Innes, ex-director del Observatorio de Johannesburg, y a quien agradecemos sinceramente por el particular interés que demuestra hacia las actividades de nuestra Asociación. Nos hace notar el citado astrónomo que el diámetro aparente de Antarés (según ha sido medido por procedimientos interferenciales), es de  $0''04$  y que, por consiguiente, la completa ocultación del pequeño disco estelar debe durar cerca de  $1/10$  de segundo cuando la es-

trella cruza centralmente el disco de la Luna, haciendo que la desaparición se produzca lenta o gradualmente. Esta lentitud de la desaparición es mayor cuanto menor sea la cuerda que recorre la estrella por detrás de la Luna y puede ser notablemente amplificada a causa de la inclinación de la ladera de alguna montaña que se encuentre ubicada sobre el borde lunar en el punto en que aparentemente se produce la ocultación para un determinado observador; no sería raro que en tales circunstancias la estrella tarde más de 1 segundo en desaparecer.

Los observadores deberán fijarse cuidadosamente en este detalle, especialmente aquellos que por no disponer de medio adecuado para registrar el instante del fenómeno puedan concentrar toda su atención sobre esa particularidad.

Es de notar que Antares tiene un compañero de 7<sup>a</sup> magnitud situado a 3'' de distancia hacia el Oeste, muy difícilmente observable a causa del gran brillo de la estrella principal. Si al producirse la inmersión por el lado del limbo obscuro de la Luna la estrella brillante desaparece primero, el compañero débil quedará perfectamente visible por unos instantes hasta que sea ocultado a su vez. Pero estando situado al Oeste de la estrella principal su desaparición se producirá en general antes, siendo esto así para el caso de la próxima ocultación y para las inmediaciones de Buenos Aires.

Para comodidad de los interesados reproducimos aquí la predicción de dicho fenómeno para la Capital Federal según los cálculos de nuestro consocio Sr. Alfredo Völseh, los que fueron ya publicados en el "Manual del Aficionado" del corriente año (*Revista Astronómica*, Tomo III, N<sup>o</sup> I-II):

### Ocultación de Antares. Mag. 1,3. 1931 julio 25

Fase	Hora	Ang. horario	Ang de Posic.	Ang. al Polo
Inmersión	0 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> ,0	+4 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup>	118 <sup>o</sup>	109 <sup>o</sup>
Emersión.	1 50 ,4	+5 39	248	240

Esa misma noche, 4<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> antes de la de Antares, se produce también la ocultación de la estrella de 3<sup>a</sup> magnitud Sigma Scorpii. Respecto a los datos de la predicción consúltese el "Manual del Aficionado".

M. D.

**NECROLOGIA.** — El 9 de mayo próximo pasado falleció en Pasadena el célebre físico **Albert A. Michelson**, sabio mundialmente conocido por sus investigaciones sobre la luz. La muerte lo sorprende a la edad de 78 años en plena labor.

\* \* En el curso de una expedición a la Groenlandia que había partido de Copenhague en abril del año pasado, falleció el doctor **Alfred Wegener**, autor de la muy discutida teoría sobre el desplazamiento de los continentes. Desde octubre último se tenía noticia de su desaparición, pero las numerosas expediciones enviadas en su auxilio no dieron resultado, hasta que a mediados de mayo fué encontrado su cadáver bajo la nieve en un lugar señalado por dos esquís. Se cree que la muerte se debe a un ataque cardíaco.

\* \* Teniendo 77 años de edad, falleció el 6 del corriente mes de junio el doctor **Solon J. Bailey**, profesor del Departamento de Astronomía de la universidad de Harvard.

La "Revista Astronómica" publicará próximamente sendas biografías de estos sabios.

---

*BIBLIOGRAFIA.* — Libros aparecidos en EE. UU. de N. América durante el último trimestre de 1930.

COMETS, por C. P. Olivier. Tratado sobre los cometas.

DETERMINATION OF ORBITS OF COMETS AND ASTEROIDS, por R. T. Crawford.

FLIGHTS FROM CHAOS, H. Shapley. Del átomo a la constelación.

MAN AND THE STARS, H. T. Stetson. Historia de la Astronomía.

A STUDY OF THE OCEANS, J. Johnstone. Tratado de oceanografía.

ACOUSTICS, G. W. Stewart y R. B. Lindsay. Tratado de acústica.

BAND SPECTRA AND MOLECULAR STRUCTURE, R. de L. Krokig.

EXPERIMENTS IN ATOMIC SCIENCE FOR THE AMATEUR, J. L. Clifford.

MATTER AND ENERGY, G. Wendt.

AN OUTLINE OF WAVE MECHANICS, N. F. Mott. Los métodos de la nueva teoría del "quantum".

THE MYSTERIOUS UNIVERSE, Sir James Jean. Los misterios siderales.

La vasta difusión del libro induce a grandes sabios en nuestros tiempos a traducir al lenguaje popular profundos descubrimientos y atrevidas especulaciones. En "The Mysterious Universe" (The MacMillan Co.), libro que acaba de ver la luz pública, Sir James Jeans da cuenta de los descubrimientos más recientes sobre los cuerpos y las teorías concernientes al átomo y la luz, exponiendo sus

hipótesis físicoastronómicas y formulando hondas conclusiones filosóficas. Entre los temas tratados, hace una clara explicación de la teoría de Einstein y de la cuarta dimensión, haciendo ver cómo ha afectado las concepciones anteriores del universo.

El gran astrónomo es también escritor de pura cepa y su libro tiene páginas de lectura fascinadora sobre los misterios del universo. Después de discurrir sobre las manifestaciones estudiadas del espacio estelar, reflexiona Sir James: "Si semejantes conclusiones son bien fundadas, puede decirse, aunque muy imperfectamente, que el universo consiste de un pensamiento puro, un pensamiento que, a falta de un vocablo más vasto, debemos definir como una concepción matemática." Estas palabras parecen llevar al hombre moderno a la filosofía de Platón y de Pitágoras.

Otro libro nuevo de índole análoga, "Flights from Chaos" (McGraw-Hill Book Co.) de Harlow Shapley, director del Observatorio Astronómico de Harvard, define y hace una clasificación original de los cuerpos siderales, según los últimos descubrimientos, desde el protón hasta lo que el autor llama las "metagalaxias", o sea, los grandes sistemas estelares situados fuera de nuestro universo. Desarrolla también atrevidas teorías como las del "cosmoplasma."

(De "El Libro", N° 2, Nueva York).

*NOTAS SISMICAS.* — El siguiente informe sobre la actividad sísmica en los dos últimos meses nos fué suministrado por el doctor Federico Lünkenheimer, jefe de la sección Geofísica del Observatorio de La Plata:

"Las observaciones sismométricas efectuadas en este instituto durante los meses de abril y mayo de 1931, han revelado una actividad telúrica de cierta importancia, especialmente en el continente americano, llegándose a un total de 18 fenómenos registrados.

Empezando con el epicentro más cercano, merece nuestra especial atención el fuerte temblor del 3 de abril, pues fué sentido con mucha intensidad en la provincia de Tucumán, pero también en Jujuy, Salta, Santiago del Estero y Catamarca. La zona que más ha sufrido por los efectos del movimiento fué, a juzgar por las noticias periodísticas, el departamento de Burruyaco, pero felizmente no hubo tampoco allá desgracias personales. En este Observatorio el temblor fué registrado con tanta intensidad que saltó la aguja registradora de la componente E-W del sismógrafo Mainka, poco después del principio de la segunda prefase.

De dimensiones bastante considerables, si bien menos fuerte que el movimiento anterior, fué el temblor registrado el día 20 de mayo, producido, según los cálculos efectuados en esta sección, a unos 1.500 kilómetros de La Plata, en dirección W 20° N, es decir, en el Pacífico, cerca de la costa chilena. Está en buena conformidad con este resultado el hecho de que el fenómeno en cuestión no llamó mayormente la atención de la población chilena.

Si bien figuran solamente entre los movimientos de escasa energía los temblores nicaragüenses de los días 31 de marzo y 1° de abril, según los registros de este Observatorio, han tenido consecuencias muy fatales en Managua, debido a una profundidad hipocéntrica muy pequeña, o a circunstancias locales de carácter muy especial”.

*Federico Lünkenheimer.*



# NOTICIAS

---

*PROXIMA CONFERENCIA.* — La segunda conferencia del presente ciclo anual que patrocina nuestra Asociación, se efectuará el martes 28 de julio próximo a las 18 horas en la Biblioteca del Club del Progreso, Av. de Mayo 633, y estará a cargo del doctor Enrique Gaviola, quien disertará sobre el tema: "Las investigaciones del profesor Michelson sobre la luz".

Con esta conferencia la Asociación "Amigos de la Astronomía" desea rendir homenaje a la memoria del sabio físico, recientemente fallecido.

---

*VISITAS A LOS OBSERVATORIOS DE NUESTROS CONSOCIOS.* — Tenemos el agrado de comunicar a nuestros consocios, que se ha resuelto efectuar una serie de visitas a los observatorios particulares. La primera se realizará el día 25 de julio próximo, a las 16 horas, a los observatorios de los señores Alfredo Völsch y Alberto Barni, instalados en la calle Vidal 2355 (Belgrano). El señor Völsch, explicará a los concurrentes, el empleo de varios aparatos y hará algunas demostraciones interesantes.

Los señores socios, que como es natural, quedan invitados a estas visitas, deben aprovechar la enseñanza experimental que ellas pueden reportarle.

---

*OBSERVACIONES ASTRONOMICAS.* — A fin de facilitar la realización de observaciones celestes a aquellos de nuestros consocios que no disponen de instrumentos astronómicos, y hasta tanto se instale el Observatorio de la Asociación, varios señores socios poseedores de telescopios ponen a disposición de los interesados sus observatorios particulares, a los que podrán concurrir sin el menor temor de causar molestia y en la seguridad de que serán atendidos con toda simpatía. Encontrarán, además, en los propietarios de los observatorios la mayor buena voluntad para dar explicaciones referentes al manejo de los aparatos, así como sobre cualquier duda o consulta que se tuviera respecto a asuntos astronómicos.

Los interesados deberán, como única condición, comunicarse previamente por teléfono con alguno de los señores mencionados

más abajo, a fin de convenir el día y la hora de la visita. Al efectuar ésta deberán presentar sus carnets que los acredita como miembros de nuestra Asociación.

### Observatorios de socios

Observatorio del Sr.	Dirección	Teléfono
Alfredo Völsch	Vidal 2355	U. T. 52, Belgrano 0131
Carlos Cardalda	La Calandria 2166	U. T. 66, Flores 3059
Ulises L. Bergara	Esperanza 3615	U.T. 50, V. Devoto 0434
Alberto Barni	Vidal 2355	U. T. 31, Retiro 0658
Mario Pedro Arata	Rosedal 621	U. T. 64, Liniers 1227

NOTA: Los miembros del interior o del exterior que lleguen en viaje a esta Capital y que deseen efectuar observaciones en las condiciones arriba expuestas, podrán comunicar previamente su llegada por carta al Secretario de la Asociación, indicando a la vez el día en que desean observar, a fin de que puedan ser atendidos en esa fecha en alguno de los observatorios de socios.

