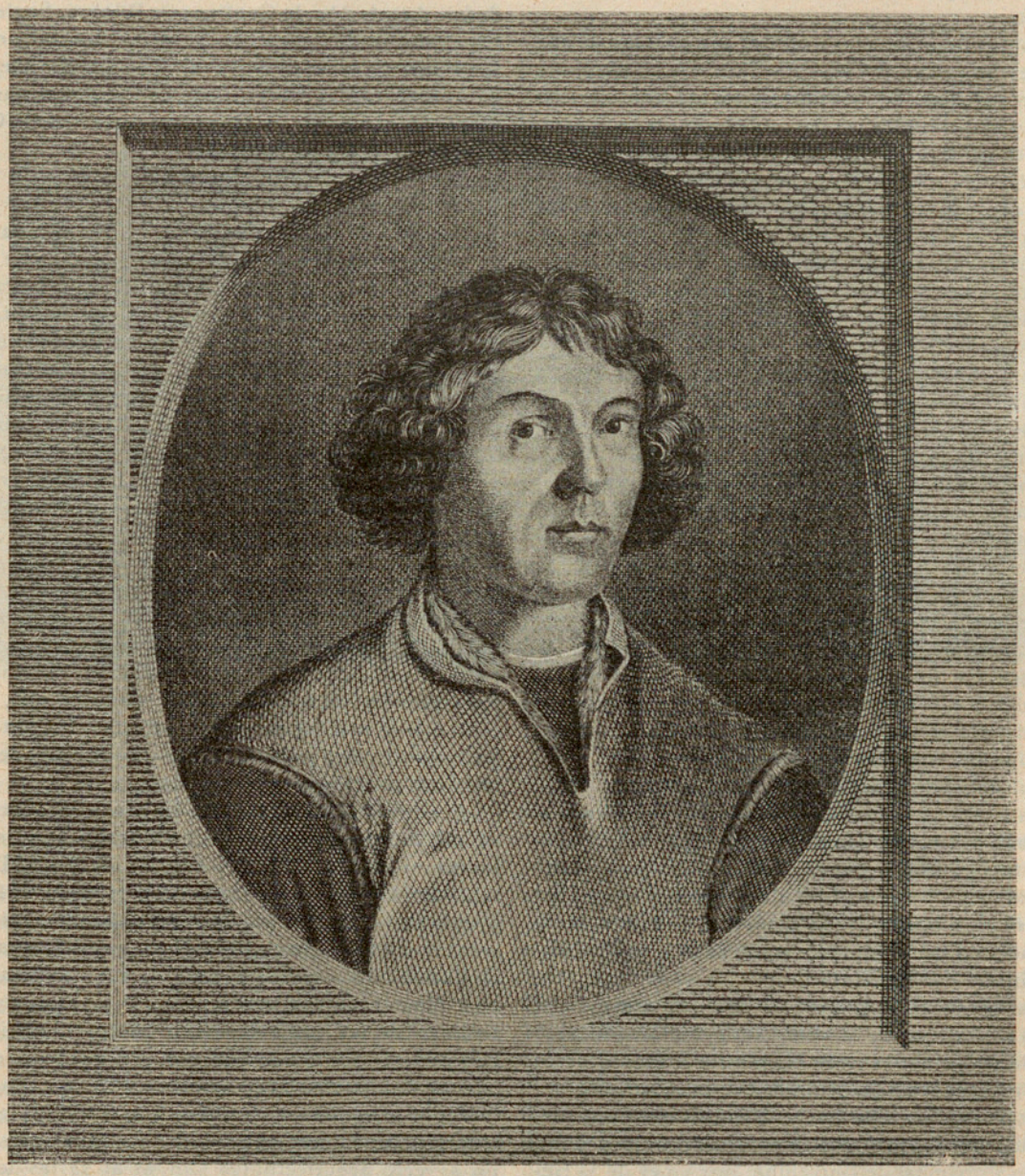
IBERICA

EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS Y DE SUS APLICACIONES

REVISTA SEMANAL

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: PALAU, 3 - APARTADO 143 - BARCELONA

AÑO XVIII. TOMO 2.° 12 DICIEMBRE 1931 VOL. XXXVI. N.° 906



EL ASTRÓNOMO NICOLÁS COPÉRNICO, CANÓNIGO DE FRAUENBURG

Nació en Thorn (Prusia) el 19 de enero de 1472 y murió el 24 de mayo de 1543

(Retrato tomado de la obra «Nicolai Copernici Torinensis, De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI». Norimbergae. MDXLIII, reproducida en facsímil por M. J. Hermann en 1927) *(Véase el artículo de la pág. 359)*

Crónica hispanoamericana

España

El Instituto náutico del Mediterráneo. — La tradición marítima de Barcelona, en estos últimos años, tendía a anularse en una de sus manifestaciones más características.

La navegación a vapor fué un rudo golpe para la marina catalana, así como la constitución de las grandes empresas comerciales cambiaron su fisonomía.

Estas circunstancias—unidas a la realidad de que Barcelona, «Cap i Casal de Catalunya», perdió la visión del mar, al desaparecer la muralla de mar con su característico paseo tan amado de los barceloneses del siglo XVIII y del XIX, así como la construcción de los antiestéticos tinglados—han destruído el amor que los catalanes teníamos a las cosas del mar.

Por otra parte, el Estado, al tener totalmente abandonadas las enseñanzas náuticas, mataba las ilusiones de aquéllos que aspiraban a la profesión náutica.

La Escuela de Náutica de Barcelona, sostenida en un principio por la Real Junta Particular de Comercio—hoy Cámara de Comercio y Navegación—, después por la Diputación y posteriormente por algunas entidades particulares, llevaba vida raquítica, impropia de una gran capital marítima.

Hace pocos años, en 1924, el Gobierno dictatorial suprimió todas las Escuelas de Náutica de la Península, dejando solamente subsistentes las de Barcelona, Bilbao y Cádiz.

El especial funcionamiento de las Escuelas de Náutica era un obstáculo para que las entidades oficiales, y aun las particulares, pudiesen prestar su apoyo para el mejoramiento de las mismas, ya que ninguna intervención se les permitía en ellas.

Fué entonces cuando, recogiendo las aspiraciones de las Corporaciones locales—que se ofrecían a costear una buena Escuela de Náutica, si en ella podían tener intervención—, surgió la idea de dotar a nuestra ciudad de un buen centro cultural marítimo que estuviese a la altura de la tradición científica de la ciudad y en aquel entonces cuajó la idea del *Instituto náutico del Mediterráneo.*

Para su funcionamiento, el Gobierno designó una Junta de Patronato, la cual, con completa independencia y sin intervención alguna del Estado, actúa para realizar los fines para los cuales fué creada.

Constituyóse esta Junta de Patronato, cuya presidencia quedó vinculada en el presidente de la Diputación Provincial de Barcelona, hoy en el de la *Generalitat de Catalunya,* en la siguiente forma:

Vice-presidente 1.º: El presidente de la Cámara de Comercio y Navegación.

Vice-presidente 2.º: De libre elección de la Junta, la cual designó al representante de la del Puerto.

Inspector delegado del Ministerio de Marina: El comandante de Marina del puerto de Barcelona.

Vocales: El ponente de Cultura de la Diputación de Barcelona, hoy consejero de Cultura de la Generalidad. El teniente de alcalde presidente de la Comisión de Cultura del Ayuntamiento de Barcelona. Los presidentes de la Asociación de Navieros del Mediterráneo, de la Asociación de Navieros y Consignatarios, de la Asociación de Consignatarios, de la Cámara Oficial de Industria y del Pósito Marítimo. Un delegado de cada una de las siguientes entidades: Asociación de Capitanes y Pilotos, Sociedad Española de Maquinistas Navales, Asociación de Capitanes de la Reserva Naval, Colegio de Agentes de Aduana, Asilo Naval, Caja de Pensiones para la Vejez y de Ahorros. El inspector costero de la Caja Central del Crédito Marítimo.

Director técnico: El director de la Escuela Oficial de Náutica.

Esta Junta, conforme indica el R. D. de creación de 14 de noviembre de 1929, es la encargada de cuidar de la construcción del edificio; pero la Junta de Patronato fué creada, no sólo para dar vida material al Instituto construyendo el monumental edificio, en el cual se albergará la Escuela Oficial de Náutica, sino que la finalidad que se buscó, al crear la Junta de Patronato, fué la de que cuidase de que el Instituto tuviese una espléndida vida espiritual, *organizando, rigiendo y gobernando* (la Junta) *las enseñanzas marítimas que estimase oportuno implantar,* según consta en el R. D. de creación de la Junta de Patronato.

Es decir: en el edificio del Instituto vivirá vida independiente, propia y especial, la Escuela Oficial de Náutica, sostenida por el Estado (enseñanzas, profesorado, material, etc.), y, además, funcionará toda aquella otra organización docente que, sin nexo con la enseñanza oficial, organice la Junta de Patronato, y sea necesaria para la cultura de los hombres relacionados con el mar.

El edificio.—El edificio del Instituto se construye en el solar de la plaza de Palacio, frente a la Barceloneta, el cual ha sido cedido a este fin por el Ministerio de Fomento. Para la construcción del edificio, el Ministerio de Marina ha dado quinientas mil pesetas; la Diputación de Barcelona, hoy «Generalitat de Catalunya», doscientas mil; el Ayuntamiento de esta Ciudad también doscientas mil, y varias corporaciones de las que integran la Junta de Patronato han ofrecido contribuir con sumas considerables.

Los arquitectos Sres. Vilaseca y Florensa fueron designados para trazar los planos y dirigir la construcción del monumental edificio, el cual presenta un aspecto arquitectónico similar al de las demás construcciones de la plaza (Lonja, Gobierno Civil, Casa Collaso).

Previo concurso libre, fué adjudicada la construcción a la firma «Material y Obras, S. A.», la que a satisfacción de la Junta ha cumplido su compromiso.

El edificio consta de planta baja y dos pisos. La entrada a la planta baja puede hacerse por el pórtico central, pasando por el gran *hall*, o por las puertas de servicio en cada una de las tres fachadas restantes.

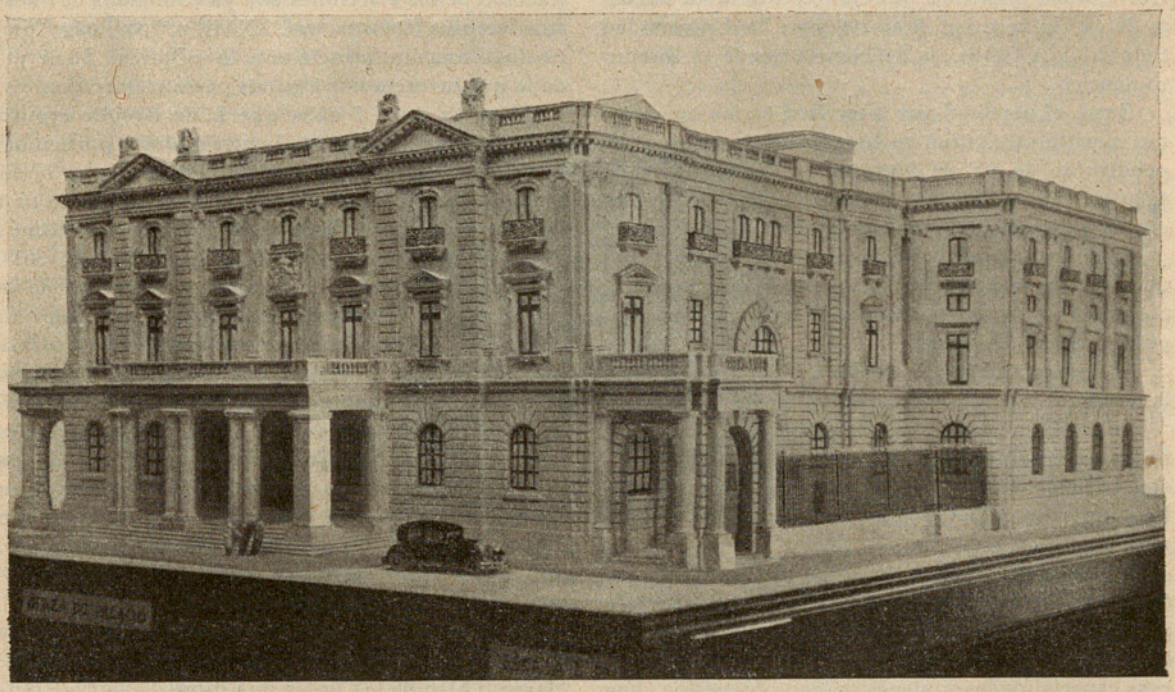
En esta planta baja, entrando a mano derecha, se instalará la Biblioteca marítima de carácter público, para que pueda ser consultada con comodidad; en la parte homóloga, se instalará el Museo marítimo, en el cual figurarán interesantes modelos de buques de la antigua marina catalana y reproducciones a escala de los modernos trasatlánticos, así como gran número de recuerdos históricos que contribuirán a hacer interesante la visita a ese centro cultural. Anexo al Museo, habrá un taller de construcción y reparación de modelos.

En la parte posterior de la planta baja, funcionará el taller de maquinaria, en el cual harán prácticas los alumnos, y una gran sala para tribunales de exámenes de capitanes, pilotos y maquinistas navales.

Del *hall*, que se halla cubierto por una lumbrera a la altura total del edificio, arranca una amplia escalera de honor que da acceso a la planta noble. En este piso, se disponen las oficinas y sala de juntas del Patronato, el gran salón de actos para la celebración de congresos, conferencias, aperturas de cursos y otras solemnidades, la dirección, secretaría y oficinas de la Escuela de Náutica, además de la sala para el claustro de profesores de la Escuela y del Patronato. En la parte posterior del piso, se habilitan dos grandes aulas con sus correspondientes gabinetes para la enseñanza. Todas las habitaciones de este piso tienen acceso por la galería que da al gran *hall* con su escalera de honor.

En el segundo piso, se instalarán las aulas, en número de siete, todas ellas espaciosas y con luz y ventilación directa, siendo digna de mención la gran aula destinada a enseñanza de dibujo.

Labor cultural.—La idea primordial que concibió el Patronato, al comienzo de su actuación, fué la de dotar a Barcelona de un centro marítimo cultural, similar a los que funcionan en Génova, Hamburgo y otras ciudades de vida marítima intensa.



Lo que será el Instituto náutico del Mediterráneo en Barcelona, en construcción ya muy adelantada

Un centro cultural de la importancia científica del Instituto naútico ha de funcionar basado en dos elementos indispensables: la Biblioteca y el Museo.

La Biblioteca ha de ser especializada en asuntos marítimos, ya sea en el aspecto técnico, comercial marítimo, científico, o en el de mera divulgación de conocimientos; servirá de consulta, no sólo a los profesores y alumnos que frecuenten el centro cultural, sino para el público en general: a este fin y por hallarse en la planta baja y abierta en horas hábiles, facilitará las consultas.

Por lo que se refiere al Museo, existe el propósito —contando con los notables ejemplares que posee la Escuela de Náutica y que, en depósito, figuran en él— de agrupar todos los recuerdos de la pasada grandeza de la marítima catalana, los cuales andan desperdigados, principalmente por los pueblos de la costa, y de reunir todos los elementos históricos relacionados con la vida del mar.

Este Museo, abierto también al público, será un nuevo motivo de orgullo científico para la ciudad.

La Junta de Patronato, al par que el Museo y la Biblioteca, fomentará la acción docente basada en las enseñanzas propias y peculiares de la Escuela de Náutica, privativas del Estado, para otorgar títulos profesionales; y a este fin, establecerá enseñanzas que completen el círculo de conocimientos científicos que los alumnos reciben en la Escuela de Náutica, extendiendo su influencia pedagógica a otros sectores.

Es indudable que, en una plaza comercial de la importancia de Barcelona, se nota la falta de una Universidad marítima, que complete la labor docente de la Universidad literaria y de la Universidad industrial. A suplir esa deficiencia tiende el Instituto náutico.

Entre el personal que interviene en las operaciones marítimas, figuran en lugar preeminente los dependientes de 1.ª de Navegación, consignatarios, agentes de aduanas, seguros marítimos y los sobrecargos y demás personal administrativo de a bordo.

Es de todo punto urgente capacitar a la juventud que inclina su porvenir hacia esas especialidades, completando científicamente los conocimientos prácticos que adquiera.

El Instituto náutico tiende a abrir horizontes a la juventud, preparándola para la lucha por la vida.

En el plan de estudios, actualmente en proyecto, figuran asignaturas de Geografía marítima y comercial, Legislación de Aduanas, Seguros, Contabilidad, Economía marítima y prácticas de inglés técnico-marítimo.

Actualmente, el Estado otorga los títulos de patrones de cabotaje, patrones de pesca y mecánicos y fogoneros habilitados para desempeñar plazas a bordo, pero no ha establecido centros técnicos para esas especialidades: quienes desean obtenerlos, han de recurrir a cademias particulares con crecidos honorarios. El Instituto náutico tiene en organización la enseñanza de esas especialidades, ampliándolas, a fin de que quienes obtengan esos títulos profesionales posean el mayor grado cultural.

En España, no existen Escuelas de Pesca, pues las que sostienen algunos pósitos marítimos, son para los niños de primeras letras. El Instituto desea establecer una buena Escuela de enseñanzas, para los que se dediquen a la pesca, habiendo confeccionado un plan de estudios basado en enseñanza cíclica repartida en tres cursos semestrales, apropiada a jóvenes de 14 a 20 años.

En esa Escuela y, como hemos dicho, en forma cíclica, se darán nociones de Geografía marítima, Ciencias naturales (principios de Biología, etc.), Astronomía náutica, Meteorología, Higiene, Zoología, métodos y artes para la pesca y Oceanografía.

Las clases se darán en horas compatibles para los trabajadores y empleados.

Tal es, a grandes rasgos, el plan cultural que la Junta tiene en proyecto y abrigamos fundadas esperanzas que su implantación será bien recibida por cuantos se interesan para el porvenir económico de nuestra Patria.

El estado actual de las obras hace concebir la esperanza de que, en octubre de 1932, podrán inaugurarse las clases en el nuevo edificio.—FRANCISCO DE P. COLLDEFORNS, Secretario de la Junta de Patronato.

Crónica general

Experimentos ópticos con los electrones.—El profesor G. P. Thomson, cuyos trabajos sobre difracción de los electrones son ya conocidos de nuestros lectores (IBÉRICA, vol. XXXII, n.º 800, pág. 268), ha dado una conferencia ante la «Optical Society», de la que extractamos algunos párrafos interesantes.

Hace ya unos 7 años que L. de Broglie expuso la hipótesis de la dualidad entre ondas y partículas, casi universalmente aceptada hoy día, con el nombre de Mecánica ondulatoria, y que representa uno de los mayores progresos de la Física en los últimos siglos (véase IBÉRICA, vol. XXXIV, n.º 856, pág. 363).

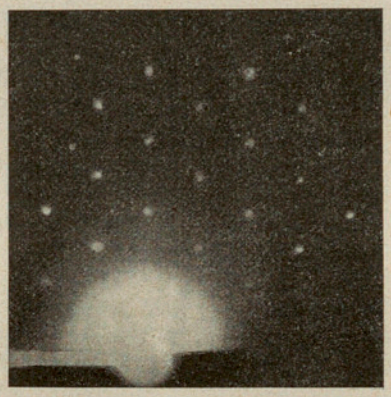
La forma primitiva fué una modificación de la teoría de la Relatividad; sin embargo, este aspecto de la teoría no puede ya ser mantenido en su forma original. Parece, en efecto, que las condiciones que la Relatividad impone, se hallan íntimamente relacionadas con las propiedades magnéticas del electrón, que dieron lugar, en la antigua teoría, a la idea del *electrón rotatorio* y que no fueron tenidas en cuenta por de Broglie. Sin tratar de las mismas con detalle, expondré su teoría en forma aproximada, por considerarlo suficiente para explicar los experimentos que me propongo describir.

La base en que se apoya es la dualidad de ondas y partículas, común a la materia y a la radiación. Maxwell hizo de la Óptica una rama de la Electricidad; si bien no puede decirse que de Broglie haya invertido totalmente los términos de la relación, por lo menos, ha demostrado que ambos no son más que casos diferentes de un principio común, lo que se aproxima más a la antigua Óptica que a la antigua Electricidad.

La dualidad toma la forma siguiente: todo acontecimiento atómico observable puede ser representado por la llegada o la emisión de una partícula en una limitada región del espacio; en cambio, las leyes que rigen dicho acontecimiento implican un factor cuya mejor interpretación es la de una longitud de onda (probablemente, en un espacio multidimensional). En el caso de la luz, este factor es precisamente el vector eléctrico o magnético de la onda de Maxwell (uno de los dos, indistintamente). En el caso de los electrones, la magnitud más es ψ que responde asimismo a una ecuación de las que los matemáticos denominan ecuaciones ondulatorias. En general, ψ es más compleja, por serlo la ecuación, de manera que no se le puede asignar ningún significado físico directo. Su módulo $[\psi]$ es real y de Broglie, en su «principio de interferencia»,

hace la afirmación de que la probabilidad de presencia de un electrón, en un determinado tiempo y lugar, es proporcional a $[\psi]^2$. En Óptica, el principio equivalente es el que dice que la probabilidad de que un *quántum* de luz se halle en un determinado tiempo y lugar, es proporcional al cuadrado de la amplitud de la onda Maxwell.

Según la teoría de de Broglie, la longitud de onda asociada con un electrón libre es $\lambda = \frac{h}{mv}$, siendo h la constante universal de Planck y mv la cantidad de movimiento. Basándose en esto, enunció la *ley de distribución espectral*, de acuerdo con la cual, la probabilidad de presencia de un electrón dotado de una cantidad determinada de movimiento, es proporcional al cuadrado del módulo de la componente de Fourier de la onda cuya longitud corresponde a aquella cantidad de movimiento. En Óptica, la probabilidad de aparición de un *quántum* de energía W es proporcional al cuadrado de la componente de Fourier de la onda Maxwell, de longitud $\lambda = \frac{hc}{W}$.



Difracción de rayos catódicos al incidir sobre una cara de un cubo formado por un cristal único de plata

Esta sencilla correspondencia entre electrones y *quanta* (ondas ψ y ondas Maxwell), en el caso del electrón libre, nos previene ya para una analogía experimental más completa. Efectivamente, es posible repetir con los electrones muchos experimentos ópticos, logrando resultados de sorprendente semejanza. Las principales diferencias son debidas, principalmente, a su menor longitud de onda (que es, en general, más pequeña que la de los rayos X) y a su poder de penetración mucho menor. Davisson y Germer hicieron, con los electrones, experimentos análogos a los de difracción de los rayos X por cristales individuales, según el método de Bragg (IBÉRICA, l. c.; véase también n.º 904, pág. 325).

Otros experimentos han permitido reproducir con los rayos catódicos la difracción de los rayos X por un polvo cristalino y han comprobado con gran precisión la ley de de Broglie de las longitudes de onda, con una gran precisión. Algunos experimentos recientes, con rayos catódicos y cristales individuales de cobre y plata, demuestran la analogía electrónica con el experimento óptico en que se superponen dos cratículos de difracción, con sus rayas inclinadas unas respecto de las otras (véase la figura). La superficie corroída de un cristal individual está cubierta de numerosos grumos. Los rayos catódicos inciden en el cristal, según un ángulo pequeño (respecto de su superficie principal), y pasan a través de aquellos grumos, siendo difractados por los átomos de los mismos. Si el grueso del grumo, en la dirección de los rayos, es inferior a cierta magnitud, que en nuestro caso es del orden de 10^{-6} cm., dicho espesor carece de influencia en el diagrama obtenido.

El sistema difractor es, en este caso, equivalente a una estructura atómica dispuesta en el plano normal a los rayos, y tal disposición, según dos dimensiones, equivale matemáticamente a los dos cratículos cruzados del experimento óptico, y da lugar a un tipo de espectro que, a su vez, depende de la disposición atómica que lo produce.

El espectro, cuando es recogido sobre una pantalla fluorescente, es suficientemente brillante para poder hacerse visible ante un pequeño auditorio.

Los linces europeos. — Los «Lynx» o linces de Europa, descendientes del *Felis servaloides* Gerv., del que se han hallado bastantes restos en ciertos yacimientos chellenses, musterienses y magdalenienses, pertenecen a dos especies: El *Lynx lynx* L., en el norte y el centro, y el *Lynx paridella* Miller, en la Península Ibérica. También hay todavía *Lynx* en los montes de Yugoeslavia, de Albania y Grecia; pero no hay datos precisos acerca de dichos animales, ni hay seguridad de que sean idénticos a una de las dos formas precitadas; tal vez sean afines a la segunda, como el *Lynx pardella orientalis* Satunin, del Asia Menor. Se ha pretendido que hay también linces en Córcega, Cerdeña y Sicilia; es posible que tales félidos hayan existido en esta última isla, pero en la actualidad han desaparecido totalmente, sin que se sepa a qué forma se asemejaban; su existencia en Cerdeña es muy dudosa, y parece que en Córcega nunca los ha habido. Añadamos que, en los confines SE de Europa (Urales meridionales, Cáucaso), vive una especie diferente de las precedentes: la *Lynx cerearia* Temminck, que se extiende hasta el N de Persia.

Los linces que han dado pasto a tantas leyendas y supersticiones, desde la antigüedad hasta nuestros días, están destinados a desaparecer pronto de Europa. Según M. Lavanden, el *Lynx pardella* es todavía bastante abundante en el centro y sur de España, principalmente en las regiones montañosas; pero va siendo más raro en el norte, donde es diezmado por los pastores. A esta especie pertenecen los linces de los Pirineos, que de vez en cuando se han encontrado en el Capcir, en el macizo de Neuvielle, en el valle de Aspe (5 ejemplares cazados desde 1870).

El *Lynx lynx* era corriente en Escandinavia, en tiempo de Linneo, pero ha ido desapareciendo durante el siglo XIX; mientras en 1835 se cazaron 300

individuos, entre 1860 y 1870 sólo se capturó un promedio de 120 ejemplares al año y, a principios del siglo XX, tal promedio desciende a 15 ejemplares. La especie subsiste, pero diseminada y poco abundante, en Finlandia, Estonia y Livonia; parece haber totalmente desaparecido en Alemania, donde el último ejemplar fué cazado en Prusia oriental en 1901; en los Alpes austriacos se extinguió la especie entre 1880 y 1900; en cambio, existe todavía en los bosques pantanosos de la Polesia (Polonia) y en la cordillera de los Cárpatos, desde Checoslovaquia a Rumanía.

El lobo-cerval ha debido desaparecer muy pronto de las llanuras del norte, oeste y centro de Francia; los únicos testimonios que quedan de su presencia en aquellas regiones (bien poco convincentes, por cierto) son algunos vestigios toponímicos, como los nombres de Luxeuil y Luxiol en el Franco Condado, de Luxberg, Luxemburgo, Luxengraben en Alsacia, etc., y una pintura del palacio de Fontainebleau, hecha en el siglo XVI y que representa a un gentilhombre matando un lince en un bosque, probablemente en uno de los que se hallan en las cercanías del castillo.

La especie ha subsistido en los Vosgos de Alsacia, hasta el siglo XIII; sus últimos representantes en el Jura fueron cazados cerca del fuerte de l'Écluse (Ain) en 1850, hacia los alrededores de Pontarlier en 1871 y en Salins en 1885. Un ejemplar fué cazado en el macizo central (bosques del Alto Loira) en 1822 y otro en los montes Lozère en 1875. Los Alpes occidentales, con sus bosques y grandes desiertos rocosos, constituyen el último refugio, desde luego muy precario, del *Lynx lynx* en la Europa Central. En Suiza, donde aun abundaba en 1840, dicho félido ya no se encuentra, a partir de 1909; algunos autores declaran haber desaparecido de los Alpes franceses en 1870; sin embargo, porteriormente, hay seguridad de haber sido encontrados 49 ejemplares: 14 en Saboya, 29 en los Altos Alpes y los otros en regiones situadas más hacia el sur.

Los últimos *Lynx* destruídos en Francia (dos ejemplares) han sido muertos en el Canigó, en las rocas de la Pena, durante el año 1917.

¿Cuáles son las causas de la desaparición de los lobos-cervales en Europa? Evidentemente, es el hombre el principal culpable de ello: su acción directa, por la caza, o indirecta, por la tala de bosques, por la disminución de los rebaños, que eran los víctimas habituales de aquellas fieras, o por haberse poblado determinados valles de montaña en los que se han instalado algunas industrias.

Peligros que ofrece el empleo de antidetonantes organometálicos, desde el punto de vista higiénico, en las grandes ciudades.—Aparte del peligro de intoxicación que presentan para sus productores y para sus consumidores, existe peligro para los habitantes de las grandes poblaciones y, especialmente, para los transeuntes, por causa de tales productos, si se emplearan de manera general (véase IBÉRICA, vol. XXVII, n.º 672, pág. 216 y también el Suplemento de noviembre de 1930, pág. XXXIII).

No están de acuerdo las opiniones, sobre el particular, en los Estados Unidos de N. A. El «Bureau of Mines» afirma que, si no se llega a 5 mg. de plomo por 10 m.^{3} de aire (procedente del plomo-tetraetilo), no hay que tener temor alguno de intoxicación, aun cuando las explosiones de los carburantes se sucedan indefinidamente. En cambio, Joichiro Saito, por una parte, y Wallace, por otra, afirman lo contrario.

Es posible que el empleo de este antidetonante en calles o vías anchas, como los Campos-Elíseos de París, no ofrezca peligro de consideración; pero no debe suceder lo mismo en calles estrechas y muy frecuentadas. Puede ser que el transeunte absorbiera únicamente, como se pretende, un 25 °/₀ del polvillo despedido; pero el resto se depositaría, en gran parte, sobre las estanterías y cajas de víveres y materias alimenticias, por el suelo y penetraría en las tiendas y pisos bajos, contaminando los objetos y artículos que allí se manipulan y contribuyendo así a la intoxicación saturniana. La absorción de plomo por las vías digestivas está muy lejos de ser innocua, pues el plomo va acumulándose en el organismo y éste es incapaz de eliminarlo totalmente.

En cuanto a la fabricación del plomo tetraetilo y del etilflúido, si bien presenta menos peligros para los obreros que algunas otras industrias, es a condición de que sean observadas estrictamente las precauciones prescritas en Inglaterra y en los Estados Unidos de N. A.

En cambio, las causas de insalubridad del plomo tetraetilo no parece deban ser tenidas en cuenta para los motores de la aviación comercial, para la navegación fluvial, para las gasolineras y para los trasportes por carretera en campo abierto. La prohibición de su empleo sólo debe aplicarse a las grandes ciudades con gran densidad de población.

Podrían, tal vez, emplearse, como sustitutos de los antidetonantes organometálicos, en tales casos, mezclas o adiciones de otros hidrocarburos antidetonantes. Según estudios recientes, tales mezclas son de relativamente fácil empleo y preparación.

Empleo del magnesio y sus aleaciones en aviación.—Recientemente se han encontrado métodos de purificación del metal y métodos de tratamiento térmico de las aleaciones, que han permitido salvar muchos de los obstáculos que se oponían al empleo del magnesio.

Se han hallado aleaciones de magnesio que resisten notablemente a la corrosión.

El magnesio fundido ha entrado en la fase industrial (*carters* de motores); el magnesio forjado se halla todavía en su fase experimental; sin embargo, se han construído hélices y válvulas de admisión.

SAN ROBERTO BELARMINO, S. J., Y EL PRIMER PROCESO DE GALILEO GALILEI

La reciente declaración de Doctor de la Iglesia Universal del cardenal y arzobispo de Capua san Roberto Belarmino, de la Compañía de Jesús, nos invita a ocuparnos de un incidente, de mínima importancia en una vida gastada toda en combatir el error, en materia religiosa, y en defender los inalienables derechos de la Santa Iglesia Católica, Apostólica, Romana, y al que no pocos han interpretado siniestramente. Para poner las cosas en su lugar, valiéndonos de hechos y no de afirmaciones, ha sido preciso incluir unos antecedentes—que no, por demasiado sabidos, conviene olvidar—y recordar algunos datos biográficos, tal vez menos conocidos y aun del todo ignorados, por el empeño decidido de ocultarlos, pero cuya exactitud histórica es irrebatible, corroborada por documentos de la época, entre los que figuran, y en no pequeño número, los autógrafos.

I

Aspecto del cielo y de sus movimientos aparentes. Sistemas astronómicos de los antiguos. Sistema de Copérnico. Sus pruebas cruciales

Si contemplamos al cielo, a distintas horas, durante los días y las noches sin nubes, sentimos la ilusión de que, tanto el Sol, como la Luna y las estrellas y planetas, parecen hallarse pendientes de una inmensa bóveda que gira, alrededor de nosotros, en las 24 horas del día. Además de este movimiento aparente, propio de todos los astros, unos parecen cual si estuviesen clavados en sitios fijos, formando complejas agrupaciones, pero nunca en forma rigurosamente geométrica: son las estrellas y las constelaciones. Cinco luceros, de los más luminosos, se mueven, recorriendo varias de esas constelaciones, y siempre las mismas, avanzando, las más de las veces; algunas, y por poco tiempo, permanecen fijos, o vuelven hacia atrás, de su movimiento de oriente a occidente, el mismo que sigue toda la bóveda celeste, el cielo, del griego κοῖλος (cavidad).

El Sol, esplendoroso luminar del día, además de su marcha diaria, avanza algo en su carrera aparente, al través de la bóveda estrellada, la que recorre en un año, mientras que la Luna, pálida antorcha de la noche, se levanta cada día con retraso mucho más notable, y presenta sus tan conocidas fases, que demuestran no poseer luz propia, y sí actuar cual si fuera un trozo de cartón gris que hiciera de espejo, al reflejarnos muy atenuada la del Sol, recorriendo su camino en un mes escaso, el mes lunar, base de los calendarios chino, israelita y mahometano, entre otros.

Tanto el Sol y la Luna, como los planetas, parecen moverse recorriendo caminos fijos, presentándose unas veces más altos y otras más bajos sobre el horizonte, cuando alcanzan su mayor elevación, sin separarse mucho de una línea, o mejor, círculo ficticio: el ecuador celeste. Esas elevaciones o depresiones del Sol, en su marcha aparente por la bóveda celeste, son la causa principal del aumento o disminución de la temperatura ambiente, tan íntimamente ligada con otros factores meteorológicos, también de la mayor importancia, cuales son las lluvias y demás precipitaciones, los vientos, etc., característicos, según las distintas regiones climatológicas, de las diversas estaciones del año.

La forma de la Tierra, casi esférica, se adivina, en medio del mar y también en sus orillas. Las aguas del anchuroso piélago parecen rodearnos por todas partes, cual si nos hallásemos en el centro de un círculo perfecto; y, si algún barco se nos acerca, vemos primero las porciones más elevadas de su arboladura, apareciendo paulatinamente toda ella, y después el casco. La forma rigurosamente circular de la sombra de nuestra Tierra, cuando ésta se interpone entre el Sol y la Luna, produciendo un eclipse lunar, es otro valioso argumento, aducido ya por Aristóteles: que la prueba que podemos llamar crucial, no se dió hasta que la «Victoria», al mando de un español, Sebastián Elcano, dió la vuelta al Mundo, si bien, no mucho antes, habían aportado otros poderosos argumentos, en apoyo de los antes citados debidos al genio griego, los no menos inmortales navegantes portugueses, al descubrir la Cruz del Sur y otras constelaciones australes, invisibles para nosotros, a la vez que parecían quedar sumergidas en las procelosas aguas del Océano las estrellas que podemos contemplar en nuestras latitudes. Todos los astros, en su movimiento diurno aparente, parecen girar, describiendo círculos perfectos, y cuyo centro común se halla—en nuestro hemisferio N—no lejos de la estrella denominada Polar, por dicha causa.

La observación de los astros, nacida de la innata inclinación del hombre a investigar las causas de las cosas, revistió muy pronto excepcional importancia en las antiguas civilizaciones asiria, egipcia y griega, origen de la nuestra; pues, aparte de la necesidad de conocer algunas constelaciones para dirigirse en sus viajes nocturnos por mar, y aun por tierra por las durante el día abrasadas llanuras asiáticas o africanas, el cómputo del tiempo (tan necesario en la vida ordinaria) depende de las distintas posiciones del Sol y de la Luna, en las constelaciones que recorren, o sea en el zodíaco. Otra circunstancia añadió gran interés a los estudios astronómicos: la tan supersticiosa como falsa creencia de hallarse el porvenir de las personas relacionado con la posición ocupada por los planetas en la bóveda celeste, en el día y hora de su nacimiento: fin de la Astrología, cuyo

origen se pierde en el crepúsculo de los tiempos, y, en la era cristiana, tenida en gran estima por gnósticos y maniqueos, y aun por herejes mucho más recientes, y que ha perdurado abiertamente hasta fines del siglo XVII (1), y que todavía cuenta hoy día con adeptos, al menos en los EE. UU. de N. A.

Como nociones cosmogónicas y astronómicas sostenidas por los antiguos (2), nos contentaremos con apuntar en este artículo los datos siguientes:

Anaxímenes admitía la formación del Universo por la condensación de una materia primitiva, en estado de vapor: primer esbozo de la teoría de Kant-Laplace.

Leucipo lo suponía engendrado por torbellinos centrípetos, no sin cierta analogía con los de Descartes.

Pitágoras afirmaba, y con él sus discípulos, haber en verdad fuego en el centro; y la Tierra, siendo un astro, se ve arrastrada en círculo, alrededor de ese medio; y consta que este célebre filósofo y matemático apellidaba también fuego (πύρ) al Sol; este notable avance científico se halla mezclado con otras ideas absurdas, cuales son la existencia de su anti-Tierra y anti-Fuego.

Visita de Milton a Galileo, en Arcetri cerca de Florencia (Cuadro de Lessi)

Aristarco daba por cierto que la Tierra giraba, según un círculo oblicuo (esto es, recorriendo la eclíptica), haciéndolo también alrededor de su eje.

Platón, en su Timeo, habla del bajo, donde va todo lo que tiene masa, y Aristóteles admite que cada una de las partículas pesa hacia el medio (de la Tierra), y concibe la formación de ésta por la gravedad, en estos términos: «*Teniendo cada cuerpo su tendencia hacia el medio..., es claro que su formación* [de la Tierra] *es esférica*».

Diógenes Laercio generaliza más esta idea, extendiéndola a todos los astros del Universo, cuando, en su vida de Anaxágoras, dice: «*Dado que hay muchos mundos, cada uno debe tener su centro propio... El que pretende que, donde hay muchos centros, los pesos se encuentran todos empujados hacia un centro único, en nada difiere de aquél que creyera que la sangre de muchos hombres corre por una sola vena, y que una sola meninge contiene los cerebros de todos*».

A Plutarco se debe el, más tarde, experimento crucial sobre cuyo cálculo, por cierto de los más elementales, fundó Newton la demostración de la teoría de la atracción universal, a él atribuída, aunque contase ya con su veintena de siglos. Decía el filósofo griego: «*Que lo que impide se caiga la Luna sobre la Tierra, es el movimiento mismo y rapidez de su revolución, del mismo modo que el giro de la honda impide se caiga la piedra*».

Eratóstenes, lo mismo que el ya citado Aristarco de Samos, suponía que la Tierrra giraba alrededor de su eje (origen del movimiento diurno de todos los astros) y, además, alrededor del Sol (causa de los movimientos aparentes de este último), lo que exigía el que también se moviesen, aparentemente, las estrellas. Pues bien, el no haber podido comprobar esos movimientos, desmostrados más de 22 siglos después de su muerte, fué lo que indujo al celebérrimo filósofo Aristóteles, uno de los genios más portentosos que jamás haya producido la Humanidad, a concebir su sistema geocéntrico, por otra parte, tan de acuerdo con las aparencias más fáciles de observar. En él, la Tierra, inmóvil en el espacio que la rodea por completo, ocupa el centro del Universo. Giran a su alrededor, y por orden de distancias, la Luna, el Sol, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno y, además, las estrellas fijas. Mientras estas últimas, cual si se hallasen prendidas en gigantesco dosel, sólo se hallaban sujetas al movimiento diurno, los otros astros poseían, además, otros movimientos, esto es: cada uno el suyo peculiar de traslación, con el que recorrían las constela-

(1) El gran Kepler, aguijoneado por la falta de recursos, también hizo sus horóscopos, o predicciones astrológicas; entre los que se conservan, figura el del que llegó a ser el célebre Wallenstein.

(2) Además de los notables artículos cosmológicos, publicados en IBÉRICA (vol. I, n.° 15, pág. 235; n.° 16, pág. 252; n.° 17, pág. 268) por el P. Enrique de Rafael, S. J., resultan muy interesantes, en particular, los de E. A. Antoniadi «La découverte du systhème héliocentrique» y «La conception de la gravitation universelle», publicados en *L'Astronomie*, en 1927 y 1929; bastante anterior (1908) y abarcando un mayor espacio de tiempo es «La Théorie Physique de Platon à Galilée», donde el profesor francés P. Duhem, desde las páginas de la publicación belga *Revue des Questions Scientifiques*, trata, de mano maestra, el proceso de Galileo. En su ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ, lo mismo que en el prefacio de «Séismes et sismographes» de su ilustre colega, H. Bouasse, se dan reglas precisas sobre el valor de las hipótesis, etc., por desgracia no siempre seguidas. De P. Duhem es también el hallazgo de un notable propugnador de la teoría heliocéntrica, en plena edad media, «Un précurseur français de Copernic: Nicole Oresme († 1382)», *Revue générale des Sciences*, 1909, p. 866-873.

ciones zodiacales, en tiempos fijos para cada uno, siendo circulares todas esas órbitas, por partir de la idea de que el círculo es la figura más perfecta.

Aun con los escasísimos medios de observación de aquellos remotos tiempos, no era difícil encontrar hechos en completo desacuerdo con la teoría que acabamos de exponer, en sus rasgos principales, tales como las diferencias de brillo tan notables, en particular, de Marte y Venus, al recorrer sus órbitas respectivas, así como sus paradas y aun retrocesos. Lo primero pudiera explicarse, en rigor, suponiendo variable el brillo de los planetas, esto es, su albedo, como diríamos hoy; pero eso pugnaba con la inmutabilidad de los astros, consecuencia de la eternidad del Mundo, error del que no supo librarse el Estagirita.

No muchos años después del fallecimiento de esta lumbrera de la Humanidad, Hiparco, justamente célebre por ser autor del primer catálogo, ideó un medio que permitía, a la vez, explicar esos cambios de brillo, sin suponerlo variable (hipótesis, por otra parte, gratuita), y de dirección en el movimiento de los planetas. Más tarde, Claudio Ptolomeo llevó esa teoría a la suficiente perfección, como para hacer coincidir los datos obtenidos directamente, gracias a la observación, con los deducidos por el cálculo, por supuesto, dentro de los groseros errores entonces inevitables. Se trataba de una de esas fórmulas, que hoy llamaríamos cuantitativas, de las que se hallan plagadas muchas ciencias, y más en particular la Física, cuya aplicación, dentro de ciertos límites, da resultados aceptables, mientras que extrapoladas muestran su falsedad; y que se conservan, bien a falta de otra cosa mejor, bien por ser de cómoda aplicación, y aun útiles, para el uso al que se les destina (véase la nota 2, de la página anterior).

Copérnico en el Observatorio de Frauenburg
(De un cuadro de Matejko, actualmente en la Universidad de Cracovia)

En la tan artificiosa como ingeniosa teoría de los epiciclos, el astro errante, al girar alrededor de la Tierra, conforme a la hipótesis aristotélica, lo hacía cual si fuese arrastrado por una misteriosa rueda de mucho menor diámetro que el de su órbita, y a cuya llanta se hallase fijado, rueda que, a su vez, giraba también: así se acercaba o alejaba de la Tierra, lo que aumentaba o disminuía su brillo, y adelantaba, parecía detenerse, o marchaba hacia atrás, en su continua peregrinación entre las constelaciones y la Tierra. El número de epiciclos llegó a ser muy considerable, en la Astronomía antigua, y extremada la complicación de los movimientos planetarios.

Esa teoría de los epiciclos, como complemento necesario de la geocéntrica, reinó sin rival, durante siglos, y sólo se derrumbó después de los inmortales trabajos de Kepler y de Newton, más tarde comprobados con hechos que rechazan por completo toda otra interpretación.

Uno de los más grandes poetas que jamás hayan existido—dotado de clarísimo talento, sólida formación y de ideas por demás atrevidas, que le hicieron caer en tan deplorables aberraciones, como la de ser panegirista del regicidio y fautor de mayores herejías que las de sus coterráneos y amigos, los puritanos—fué Juan Milton. Durante su viaje por Italia (1638-1639), pasó por Florencia, y allí tuvo largas conferencias con el más acérrimo adversario que jamás haya tenido la teoría geocéntrica, que pudiéramos llamar de Aristóteles-Hiparco-Ptolomeo; pues bien, Galileo no pudo convencerle de la falsedad de la misma, y así continuó Milton enseñándosela a sus discípulos. Eso no quita el que, bastantes años más tarde, no dejase de tirar también su piedra a los epiciclos y a la complicación extremada de la teoría, poniendo en labios del arcángel san Rafael, dirigiéndose a Adán, estas palabras que traducimos literalmente: *Construye, destruye, inventa, para salvar las apariencias. Como gira la esfera, con céntrica y excéntrica maraña; de ciclo en epiciclo, de órbita en órbita...*

El más grande de todos los filósofos, santo Tomás de Aquino, O. P., al hablar de los sistemas astronómicos, a pesar de mostrarse partidario del geocéntrico, como todos sus contemporáneos, no lo juzga indispensable e indiscutible, como lo muestra este párrafo, impregnado de esa tan profunda sabiduría que le es característica: *Las hipótesis imaginadas por los astrónomos no han de admitirse como necesariamente ciertas. Aunque parezcan salvar las apariencias, no debemos decir que se encuentren demostradas por los hechos, puesto que es posible explicar el movimiento aparente de las estrellas por otro medio, que el hombre no ha ideado aún* (1).

(1) «Expositio super Libro de Coelo et Mundo», lib. II, lect. XVIII.

La Astronomía moderna se gloría de tener por fundador a Nicolás Copérnico, nacido en Thorn, en 1472, de padres alemanes, pero matriculado en Cracovia como estudiante polaco. Su ansia de saber le hizo perfeccionar sus estudios en las universidades de Bolonia, Ferrara y Padua, donde se doctoró en Derecho canónico y, muy probablemente, en Medicina, pues la ejerció con gran aceptación, durante los 6 años que mediaron entre el término de su permanencia en Italia y su ordenación sacerdotal. Dotado de muy felices disposiciones para el cultivo de las más diversas ramas del saber humano, de gran talento práctico y de otras egregias dotes, unidas a extraordinaria laboriosidad e incansable constancia, le vemos después actuar como canonista muy consultado, vicario general unas veces, otras capitular, con el cargo anejo de gobernador del principado de Ermeland unido a la sede de Frauenburg, traductor del griego, autor de un tratado de Trigonometría y aun como economista, con su tratado sobre las monedas, del que siguieron en Polonia algunos prudentes consejos, con notables resultados prácticos; todos estos títulos palidecen, sin embargo, ante la aureola de gloria que rodea su labor astronómica.

Impulsado por la necesidad de reformar el antiquísimo calendario juliano, entonces en uso—como hasta hace muy poco entre los griegos que se arrogan el título de ortodoxos—y cuyas indicaciones diferían cada vez más de la realidad, se dedicó, durante largos años y con extraordinaria asiduidad, a estudiar los movimientos aparentes del Sol, la Luna y los planetas, con relación a las estrellas, con el triquetro, instrumento ideado más de 1200 años antes por Claudio Ptolomeo, sumamente grosero (1), pero que en sus hábiles manos permitía determinar la posición de un planeta, con relación a 3 estrellas, con un error de unos 3 a 4 minutos de arco, resultado entonces notabilísimo. Así pudo recopilar un copioso material de observaciones, cuya discusión le hizo ver la poca concordancia entre lo observado y lo calculable, basándose en la teoría geocéntrica, y le demostró su falsedad, tal como se la admitía, y la casi imposibilidad de mejorarla. En cambio, bastaba con colocar al Sol en el centro del Universo y hacer girar a su alrededor a todos los demás planetas, incluyendo entre los mismos a la Tierra, para explicar los avances, retrocesos y paradas o estaciones del año y, por consiguiente, también los movimientos aparentes del Sol. Haciendo girar a la Luna alrededor de la Tierra, al mismo tiempo que ésta lo hacía alrededor del Sol, se demostraba la verdadera causa de sus tan conocidas fases, y con el giro de la Tierra alrededor de su propio eje, en el intervalo de un día, los cielos, en su inmensa grandiosidad, no se verían obligados a girar alrededor del «*globo tenebroso, miserable grano de arena*» del canto VIII del Paraíso Perdido, sin que dejaran de sucederse los días y las noches.

Recordando lo antes expuesto, que ampliamos con extensa nota, Copérnico, en rigor, no descubrió la teoría heliocéntrica, estableciendo el sistema del Universo que lleva su nombre, pues tuvo no pocos predecesores cuyos trabajos conocía; y, sin embargo, su mérito excede con mucho a los de éstos, quienes partían de felices intuiciones, o de congruencias no poco apriorísticas, mientras que el canónigo polaco procedía con todo rigor científico, estableciendo una teoría en la que lo observado coincidiese con lo calculado, dentro, por supuesto, de los errores de observación (fórmulas cuantitativas), y que, además, permitiese grandes extrapolaciones, tanto para la formación de tablas astronómicas, como para comprobar la exactitud de la teoría, comparando lo calculado con lo observado en tiempos anteriores (fórmulas cualitativas). De aquí nace el que su nombre figure como el primero en la moderna Astronomía, que le reconoce por su fundador.

La teoría de Copérnico resultaba cierta para los astrónomos, dado que salvaba las apariencias, cuando menos, las comprobables en su tiempo y aun mucho después; pero, para darla por demostrada, era preciso comprobar el movimiento, si bien pequeñísimo, que debían presentar las estrellas, relacionando las posiciones de las más cercanas con las de las más lejanas, las fases que necesariamente mostrarían Mercurio y Venus, y aun algo Marte, y, además, el mismo giro de la Tierra alrededor de su eje y la causa de que los cuerpos de mayor masa arrastren en su movimiento a los más ligeros, esto es: lo que llamamos atracción universal, entrevista por los griegos, pero sólo parcialmente demostrada con una razón de congruencia.

Un lunar, sin embargo, y nada pequeño, empaña tanta belleza: Copérnico, a despecho de su excelente juicio crítico, no estaba exento de los mismos prejuicios que sus contemporáneos (no rara vez más aficionados a los apriorismos de Aristóteles, que a puntos mucho más sólidos, en sus mismas obras físico-naturales, las más deficientes de todas las suyas, por el medio en que las escribía) y, para él, en el cielo todo debía ser lo más perfecto; y, porque se reputaba al círculo como la línea más perfecta, las órbitas de todos los planetas habían de ser, necesariamente, circulares. Esto, con Marte, cuyo brillo varía extraordinariamente de una oposición a otra (esto es, cuando se halla la Tierra entre el dicho planeta y el Sol), exigiría, o un cambio de poder reflector—hipótesis contraria a la dicha perfección de los cielos y, por otra parte, sin pruebas de ninguna clase—o que la distancia mínima del dicho planeta a nuestra Tierra variase en cada oposición, cosa im-

(1) Instrumento con el que se medía la altura de los astros, de madera y con divisiones trazadas con tinta. Prescindíase del arco de círculo (aquí cuadrante), por dificultades de construcción, y se le sustituía por un listón de madera con 1414 divisiones, que hacía de cuerda, cuando el radio, que llevaba las pínulas, sólo contaba con 1000.

posible con órbitas circulares concéntricas y ambas con inclinaciones fijas. De obstinarse en no admitir más que círculos, había que recurrir a los epiciclos, tan falsos y artificiosos, de Hiparco y de Ptolomeo: sólo que en el sistema geocéntrico representaban una ingeniosa tentativa, con éxito no despreciable, para salvar las apariencias, y en el heliocéntrico de Copérnico un gran borrón, quitado medio siglo después por el celebérrimo Kepler, con sólo admitir la elipse, figura imperfecta para los griegos, como lo indica su nombre.

El canónigo de Frauenburg escribió un epítome de su sistema heliocéntrico del Universo, y lo repartió entre sus principales amigos y protectores, quienes le animaron a publicar un trabajo más extenso. Una de las copias llegó a manos del canciller alemán Widmannstadt, entonces en Roma, quien lo leyó delante del Sumo Pontífice Clemente VII, en los jardines del Vaticano, y en un sitio en el que se alza un sencillo monumento conmemorativo, con la fecha del suceso, 1533. No sólo S. S. prometió todo favor a Copérnico y, por consiguiente, a las teorías que le presentó el canciller, como brillantes hipótesis, sino que le hizo llamar a Roma, para que procediese a la reforma del calendario, ya decretada por el entonces reciente Concilio de Letrán. Copérnico declinó tan honrosa invitación, por el deseo de reunir aún mayor número de datos, para empresa de tamaña importancia.

Sólo muy al final de su vida se decidió el gran astrónomo polaco a dar a la imprenta sus doctrinas, con la publicación de su obra celebérrima: *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, en la cual, al revés que en su epítome, apenas si recuerda haber expuesto autores de la antigüedad teorías más o menos análogas, y aun alguna idéntica a la suya (sin sus lunares), y siempre habla con rotundas afirmaciones, esto es: como si se tratase de una verdad demostrada e indiscutible, y no como quien expone una hipótesis, todo lo probable que se quiera, pero cuya completa demostración sólo se ha dado sus cuatro siglos después. El primer ejemplar de su obra no llegó a sus manos, sino en su lecho de muerte (1543), lo que permitió al protestante-liberal Nicolás Osiander, encargado de la difusión del libro, añadir al prólogo primitivo de dedicación al Papa Paulo III, algunas frases en las que se afirmaba tratarse de nuevas hipótesis, más aptas que las antiguas, para explicar los tan complicados movimientos de los astros; así se facilitaría la venta entre los católicos, a la vez que se evitarían las críticas acerbas de los partidarios de Aristóteles, o peripatéticos, entonces en inmensa mayoría, y se eludían las serias dificultades que pudiera ofrecer la interpretación, en sentido demasiado literal, de algunos pasajes de la Sagrada Escritura. En cuanto a los protestantes, sus correligionarios, las continuas luchas que ya había sostenido con los mismos, le enseñaban nada debía esperar de bueno, y no se engañó. Al punto que Lutero y Melancton conocieron el libro de Copérnico, unánimemente lo condenaron, como de lo más perverso y pernicioso, por contrario a la Santa Biblia.

Hasta mediados del siglo pasado, no se han tenido pruebas fehacientes de la intervención del humanista Osiander, la que le ha valido reproches del calibre del de Von Gebler, quien lo califica de «acto sacrílego», y de otros semejantes de Favaro y otros muchos, por no citar más que los nombres de dos autores eminentes, a pesar de sus nada exactas y excesivamente parciales afirmaciones. No fué acto de cobardía puesta al servicio de mezquino lucro, el de Osiander, como le acusan los más moderados, no: fué acto de honradez científica, de comprender el verdadero alcance de las teorías, incomparablemente mejor que sus injustos detractores: si se demostraba que la teoría geocéntrica, tal como se venía sosteniendo, era falsa, por fallar en la explicación de los hechos, y que la heliocéntrica los explicaba mejor, no por eso tenía que ser verdadera esta última, por distar mucho de ser la contradictoria de la anterior, también con sus epiciclos, igualmente indemostrables y falsos, en ambas teorías. Mas, aun despreciando esta feísima mancha en la última, con notable perjuicio de la justicia, para darla por cierta en absoluto, hacía falta demostrarla, lo que no se hacía en la obra, por la sencilla razón de ser eso imposible por entonces.

Por cierto, el luterano Tyco-Brahe, genial observador, medio siglo posterior a Copérnico, salvó mucho mejor las apariencias que lo había hecho Ptolomeo, sin recurrir a los epiciclos, dejando inmóvil a la Tierra, y haciendo girar alrededor de ésta la Luna y el Sol, pero éste como centro de todos los planetas: teoría falsa (1), pero que entonces no carecía de defensa por coincidir pasablemente lo observado con lo calculado, aunque el instrumental del gran astrónomo danés redujese a uno o dos minutos de arco los errores más ordinarios, en vez de los cuatro o cinco de Copérnico.

El alemán Juan Kepler, discípulo de Tyco-Brahe y su sucesor en el honroso cargo de astrónomo imperial, es el tipo del sabio que, dotado de una laboriosidad a toda prueba, sólo comparable con su honradez científica, obtiene sus triunfos, gracias a trabajos incesantes, dirigidos por un buen talento analítico, pero sin esas frecuentes y súbitas inspiraciones, comparables con deslumbradoras, pero también efímeras ráfagas de luz, que tanto favorecen a otros, librándolos de innumerables tanteos, pero exponiéndolos a frecuentes errores, y a dar por probado lo que sólo conocen vagamente, casi por intuición (véase IBÉRICA, vol. XXXV, n.º 867, pág. 136). Si se analiza la marcha lenta y fatigosa de Kepler, hasta dar con sus leyes inmortales, se nos

(1) Por aquellos tiempos, se leían mucho varias obras, que contenían esa misma teoría, con más o menos variantes, como la pulcra obra literaria «El sueño de Escipión» de Marco Tulio Cicerón, el «Comentario del Timeo» del filósofo neoplatónico Calcidio,..

presentará en la mente la idea de que se trata de un hombre de talento nada extraordinario, fuera de la férrea voluntad que le acompaña en todas sus empresas; y, sin embargo, el lugar que ocupa, entre los astrónomos de todos los siglos, es uno de los primeros, y eso con razón más que sobrada.

El paciente estudio del riquísimo arsenal de datos numéricos, recogidos por el gran astrónomo danés, gracias a sus colosales cuadrantes metálicos, en Uranienburg, le mostró hasta la evidencia, que el mismo sistema de Copérnico, aun con los epiciclos del mismo y su Sol algo excéntrico, era impotente para hacer coincidir lo observado con lo calculado, tratándose de Marte; en cambio, en el mismo sistema heliocéntrico, bastaba sustituir al círculo por una elipse apropiada, uno de cuyos focos lo ocupase el Sol, para que el acuerdo entre lo calculado y lo observado fuese satisfactorio, esto es: que las diferencias no excediesen nunca a lo achacable a los errores probables de las mismas observaciones. Las otras dos leyes (la de las áreas y los tiempos y la de los mismos, relacionados con las distancias) pudo deducirlas con mucho mayor facilidad, en cuanto a esfuerzo intelectual, pero no con menos trabajo; pues no estará de más el recordar que Kepler sólo pudo utilizar los logaritmos en los últimos años de su vida, por datar de 1614 la primera tabla, ni menos las máquinas de calcular, que tanto facilitan el trabajo en los observatorios. Sus interminables cálculos tuvo que realizarlos complicando más las fórmulas trigonométricas, adicionándolas con otras, en las que entraban ángulos auxiliares, con el fin de evitar las multiplicaciones y divisiones pesadísimas, haciendo el radio igual a 100000, lo que le obligaba a trabajar, de ordinario, con factores de cinco cifras y con fórmulas complicadísimas.

En 1642, un siglo menos un año después de la muerte de Copérnico y el mismo año en que tuvo lugar la de Galileo, nacía Newton en un oscuro rincón de Inglaterra, Woolsthorpe, el genio que debía dotar de base científica la teoría heliocéntrica, en su verdadero concepto, esto es, en el modificado por Kepler, y sustituir la apasionada y deficiente, cuando no falsa, argumentación del segundo, por otra tan sólida, que aun permanece intacta en esta parte, por cierto la principal de su gigantesca labor científica. Sólo ciertas irregularidades en el movimiento de Mercurio parecen encontrar mejor explicación en la teoría de Einstein, lo mismo que las desviaciones de estrellas, no muy lejanas aparentemente del disco solar, según muestran las fotografías obtenidas durante los últimos eclipses totales de Sol, lo que nunca le quitará a Newton la gloria de haber erigido un colosal edificio, admirable por su cohesión y sencillez, y que ha prestado y seguirá prestando servicios eminentes a la Ciencia.

En su inmortal obra «Principia Mathematica Philosophiae Naturalis», la comparación (de que antes hablamos) de la Luna girando alrededor de la Tierra sin caer sobre ésta, a la manera de una piedra en la honda, le sirve de base para su Mecánica celeste, cuya prueba completa, sin embargo, no tuvo la satisfacción de ver, pues la masa y densidad de la Tierra no se conoció con bastante exactitud y gracias a un experimento decisivo, hasta Enrique Cavendish (1789).

Por demás es conocido este experimento, en el que el tan sabio como opulento segundón inglés usó una balanza de torsión, recientemente ideada por el físico francés Coulomb, para deducir las leyes de la atracción eléctrica, que llevan su nombre. Las masas de la de Cavendish ocupaban los extremos de una larga y ligera varilla, pendiente de un fino alambre de plata, el que, al torcerse o destorcerse, le daba un período de unos 24 minutos, a lo que correspondería, si se tratase de un péndulo simple, la enorme longitud de 52 km. próximamente. Dos esferas de plomo, de 58 kg. de peso cada una, unidas por un travesaño dispuesto de modo que al girar acercase o alejase las bolas grandes de las pequeñas, lo que a su vez producía el giro de la balanza de torsión observable a distancia, con un anteojo y una escala completaban este aparato tan sencillo como ingenioso y demostrativo. Una vez conocidas las desviaciones, el valor de la masa de la Tierra se deduce de las mismas, en función de las características fácilmente medibles del aparato. Todo se reduce a una proporción, habida cuenta de que los cuerpos se atraen en razón directa de sus masas e inversa del cuadrado de sus distancias. Conocidas bastante bien, ya desde Eratóstenes—y mucho mejor después de los trabajos de los sabios franceses Picard, Le Monnier, Maupertuis, Bouger y La Condamine y de nuestros no menos ilustres compatriotas Juan y Ulloa—, las dimensiones de la Tierra, bastaba dividir su masa por su volumen para conocer su densidad media. La cifra obtenida por Cavendish, de 5'48, comprendida, por lo tanto, entre las de 5-6, supuestas por Newton (siempre con relación al agua destilada y a 4° C), difiere muy poco de las más recientes y cuidadosas determinaciones hechas, empleando muy diversos procedimientos (IBÉRICA, vol. XXXV, n.° 874, pág. 247). Según el célebre físico sueco Svante Arrhenius (1), la más exacta determinación era (1903) la del P. Carlos Braun, S. J., fundador del Observatorio Astronómico de Kalocsa (Hungría), que le asignaba la cifra de 5'5271. No estará de más el indicar que, en los catálogos más recientes de una célebre casa constructora alemana, se anuncia un muy ingenioso aparato de demostración, debido al P. Teodoro Wulf, S. J. (IBÉRICA, volumen XVIII, número 451, página 282), profesor de Física en el Colegio Máximo de Valkenburg (Holanda), físico muy notable, según afirmó, en su visita al Colegio Máximo de Granada, el célebre profesor holandés Pedro Zeeman, premio Nobel, lo mismo que Svante

(1) «Lehrbuch der kosmischen Physik» (1903), página 249.

Arrhenius, el que, si tiene en su haber un descubrimiento de primer orden y muchas aportaciones científicas importantes, también fué autor de no pocas lucubraciones tan falaces como atrevidas.

La demostración palpable del giro de la Tierra alrededor del Sol exige el que se pueda comprobar que las estrellas también parecen cambiar de posición por la indicada causa; y la imposibilidad de observar el dicho movimiento aparente fué, como antes dijimos, lo que impulsó principalmente a Aristóteles a idear su teoría geocéntrica o, mejor dicho, a adoptar lo que, si bien como intuición, más que otra cosa, opinaban los más. En frase gráfica, sí, pero de bastante mal gusto, decía el gran Kepler ser este bocado muy difícil de engullir para la teoría copernicana, y el no haber podido comprobar este hecho Galileo —que escribía sin rebozo, «estarle destinados todos los descubrimientos en el cielo»—en su ciega egolatría acibaró sus últimos años, pues no podía negarle su valor de experimento crucial.

Hasta diciembre de 1838, no pudo resolver el difícil cuanto laborioso problema, el ilustre astrónomo alemán Bessel, en el que se asociaban, en el más alto grado, dotes muchas veces antagónicas, por ser, al mismo tiempo, uno de los matemáticos teóricos más brillantes de su siglo, observador excepcional, calculador infatigable y dotado de inventiva feliz, de extraordinario espíritu práctico. Este gran hombre se valió del heliómetro, que acababa de inventar (aplicable, a pesar de su nombre, a otras medidas celestes), y de una estrella doble, poco brillante (la 61 del Cisne), cuya elección estaba plenamente justificada, puesto que el par goza de un movimiento propio bastante considerable, mientras que varias estrellas cercanas, esto es, visibles en el mismo campo del heliógrafo, parecían inmóviles, lo que autorizaba a suponerlas mucho más alejadas de nosotros. Bastaba determinar con toda exacción las distancias de cada una de las estrellas de referencia, a las del par, en distintas épocas del año, para, una vez eliminado lo debido al movimiento propio y mucho más rápido del dicho par, calcular el ángulo con que se mediría, desde allí el radio de la órbita terrestre, o sea la paralaje de la dicha estrella doble *61 Cygni* y, por tanto, su distancia a la Tierra. Casi al mismo tiempo y por distinto procedimiento, calculaba el astrónomo inglés Henderson, en el cabo de Buena Esperanza, la paralaje de α *Centauri*.

Hoy se conocen las paralajes de estrellas, cúmulos y nébulas, determinadas las más por procedimientos indirectos, como el espectroscópico de W. S. Adams; y, a pesar de su prodigioso alejamiento, el gran físico, polaco por nacimiento, norteamericano por adopción, A. A. Michelson logró medir, con su interferómetro, el diámetro de alguno de los gigantes de la Creación, como el colosal Antares (véase IBÉRICA, vol. XIX, n.º 483, pág. 390).

Sería cometer una injusticia contra la Ciencia española el no recordar un hecho, fruto del notabilísimo descubrimiento del astrónomo de Barcelona don José Comas Solá, y del que podemos salir fiadores, por haberlo observado aquí, en Granada. Dicho célebre observador nos obsequió con una doble diapositiva, en la cual ambas fotografías comprendían el mismo espacio de cielo, con la estrella 61 del Cisne en el centro del campo, obtenidas con un mismo objetivo, exposición, etc.: sólo mediaban 4 años entre las fechas en que fueron expuestas. Colocada esta diapositiva doble en un estereoscopio ordinario, según el método de dicho señor, el par se destacaba en un primer plano, cual si estuviese más cerca de nosotros; y, de las pequeñas estrellas que le rodeaban, algunas se veían en el fondo, cual si su distancia fuese incomparablemente mayor, mientras que otras aparecían repartidas en unos 4 planos intermedios. Bessel sólo pudo darnos una medida aproximada, al calcular la paralaje de la estrella doble 61 del Cisne, pues sólo algunas de las estrellas de referencia parecen inmóviles, para el caso; probablemente esas mismas, y también los millones y millones que pueblan el cielo, nada tienen de fijas, más que el nombre.

Copérnico, lo mismo que su antiquísimo precursor Eratóstenes, tenía razón, cuando afirmaba que no percibíamos el movimiento aparente de las estrellas, relacionado con el de nuestra Tierra, por ser inmensa la distancia que nos separa de las mismas: sólo que ambos emitieron una hipótesis, que tardó 3 y 25 siglos en trasformarse en un hecho real.

El experimento crucial del movimiento de la Tierra se debe al notable físico francés León Foucault, quien, en 1851, colgó del interior de la grandiosa bóveda del Panteón de París una gruesa esfera metálica, provista de una punta terminal, y suspendida de un largo y relativamente delgado alambre de acero, con objeto de prolongar por mucho tiempo las oscilaciones de aquel larguísimo péndulo simple. Dado que una de las características de éste es la de no cambiar su plano de oscilación aunque se haga girar el soporte, haciendo oscilar al tal péndulo de modo que su punta terminal pudiese morder un montoncito de arena convenientemente dispuesto en arco, si el soporte (esto es, la Tierra) no se movía, la huella de la punta se reducidiría a una raya del grosor de aquélla. Acaeció todo lo contrario, y la punta fué derribando al montoncito de arena, con un avance equivalente al tiempo trascurrido, multiplicado por el seno de la latitud del lugar donde se realizaba el experimento y dividido por el tiempo empleado por la Tierra, en su giro diario, desde entonces plenamente demostrado. Aristarco de Samos, y con él Copérnico y sus partidarios, tenían razón en sostener el giro de la Tierra en 24 horas, sólo hipótesis aventurada, en los remotos tiempos del filósofo griego, y muy probable, nada más, en los del canónigo polaco.

Sería extralimitarnos, si nos ocupásemos de lo

inexacto o, a lo más, poco probable de la concepción pitagórico-copernicana del Sol, como centro del Universo, después de las pacientísimas observaciones del gran Guillermo Herschell, cuyos resultados cada vez se confirman más. Mas aun el mismo Universo de Herschell, en el que nuestro Sol no es más que una de tantas estrellas de la Galaxia o Vía Láctea en avance continuo, arrastrando en su vertiginosa carrera a su cortejo de planetas, entre los que figura nuestra Tierra, resulta hoy una hipótesis en extremo tímida. Ese gigantesco sistema lenticular, cuyo gran diámetro se calcula entre los 100000 y 300000 años de luz, y que, en las noches despejadas y sin Luna, parece rodear la bóveda celeste, no es más que uno de esos Universos-islas, de los que los más lejanos, todavía fotografiables con el auxilio del telescopio de 2'50 m. de abertura de Mount Wilson, bajo la forma de nebulosas espirales, de las que se cuentan unos dos millones, distan hasta 140 millones de años de luz, según Hubble (IBÉRICA, n.º 904, pág. 326). Este notable astrónomo norteamericano aprecia el diámetro del Universo, aplicando a esos datos las fórmulas de Einstein, en 600 veces esa distancia, la que escapa a toda ponderación, si tenemos en cuenta que la luz camina con la vertiginosa rapidez de casi 300000 km. por segundo. Según Eddington, entre ese Universo y el átomo de J. Becquerel, cuyo semieje es del orden de una diez millonésima de milímetro, está el hombre, con sus 10^{27} átomos, cuando harían falta 10^{28} cuerpos humanos, por término medio, para constituir la masa de una sola de las estrellas que, en número de billones y billones, pueblan los espacios, en los que, para sir J. H. Jeans, las tierras análogas a la nuestra constituyen lo excepcional. *¡Coeli enarrant gloriam Dei!*

(Continuará)

M. M.ª S.-NAVARRO NEUMANN, S. J.

Granada.

▣ ▣ ▣

VENTAJAS DE LA APLICACIÓN DEL GRUPO MOTOR-HÉLICE EN LOS FERROCARRILES

En la obra que recientemente he publicado sobre la tracción por hélice sobre carriles, de la cual se ha ocupado IBÉRICA (1), indico en forma resumida las principales ventajas de la aplicación de la propulsión por hélice aérea, sentando la afirmación de que los progresos que se obtengan en orden motor, en el automovilismo y en la aviación, favorecerán paralelamente la aplicación del grupo *motor-hélice* a los ferrocarriles, con mejores rendimientos que en dichos medios de trasporte.

En este artículo, me propongo concretar las ventajas fundamentales de esta aplicación, estableciendo una comparación con la tracción todavía hoy más extendida en los ferrocarriles, que es la locomotora de vapor y la tracción eléctrica o por *loco-Diesel* de adherencia, pues son numerosos los estudios y experiencias que se han publicado sobre esta materia y, dada la limitación obligada de este artículo y la complejidad del tema, no cabría ni siquiera un apuntamiento.

Como la tracción por hélice sobre carriles requiere principalmente el uso de motores de explosión o combustión interna, hemos de distinguir, entre estos motores ligeros y el tipo Diesel *pesado* que hoy circula, pues precisamente los inconvenientes de éste derivan de la tracción por adherencia, que se suprime con la hélice aérea.

Como sabemos, las ventajas de la locomotora estriban, en que su potencia se produce en la caldera en forma externa, independientemente de la velocidad de la locomotora. Como el trabajo en las vías férreas requiere cambios constantes de aceleración, el rendimiento de la locomotora, en este aspecto (e igual ocurre con la tracción eléctrica), es inmejorable, en comparación con la *loco-Diesel*. Los motores de combustión interna tienen un par constante por vuelta de cigüeñal, y el medio empleado para hacerlo variar, limitado al aumento o disminución de la inyección, no puede practicarse más que en modo restringido y aun en perjuicio del rendimiento específico. Además, el régimen de marcha calculado para las bombas, refrigeración, etc., de los motores, no puede ser modificado sin grave perjuicio de la duración. De ahí la necesidad de cambios de marcha.

Estos cambios mecánicos, aplicados corrientemente en los automóviles, sólo son posibles para pequeñas potencias; pues en las grandes, el problema se complica, debido a la inercia de las piezas en movimiento, creciendo las dificultades en razón directa de la potencia. La trasformación eléctrica, neumática, hidráulica, etc., que es la que se aplica, es con perjuicio del rendimiento final y anula las ventajas de su buen rendimiento térmico.

La aplicación de la hélice a estos motores de explosión o Diesel, resuelve dichos inconvenientes, mediante el uso de hélices de *paso variable*, bien en marcha o automáticamente; pues el par debido a la fuerza centrífuga de las palas, se equilibra con el par debido a la resistencia al avance, modificándose la incidencia de las mismas, por no ser coincidentes los centros de gravedad y presión, no siendo por tanto necesarios, en este grupo motor-hélice, los cambios de marcha mecánicos.

Si, para comparar los rendimientos, tomamos como tipo una locomotora moderna, el rendimiento

(1) Véase la nota bibliográfica en el número 901, página 288

térmico de ésta o trabajo indicado, en los cilindros, no pasa del 14 °/₀ (cifra experimental).

En el motor de explosión, la trasformación de la potencia térmica en trabajo útil, en el árbol motor, llega al 22 °/₀ y, en el motor Diesel, alcanza este rendimiento el 33 °/₀.

Como nos interesa el rendimiento final en el gancho de tracción, deberemos deducir la pérdida sufrida en la trasformación del movimiento, que representa en la locomotora de vapor un mínimum del 40 °/₀, en el mejor caso.

Con el motor-hélice, al no ser necesaria la tracción por la rueda ni la trasformación del movimiento, por ir acoplada directamente al árbol motor, hay que tener en cuenta el rendimiento de este trasformador, que se aproxima al 80 °/₀. Si consideramos en un rendimiento del 75 °/₀, los rendimientos finales comparados serían como sigue:

Locomotora de vapor.	8'40 °/₀
Tracción por hélice con motor de explosión	16'50 »
Tracción por hélice con motor Diesel ligero (de alta velocidad).	24'75 »

Naturalmente, estos rendimientos son un factor y precisa calcular el coste, para obtener la energía en uno y otro sistema.

El poder calorífico medio del carbón, empleado en las locomotoras, puede fijarse en 7000 calorías y en 10500 el del aceite pesado. Para esta comparación, los precios los calcularemos en dólares y puerto de origen, no ocupándome de precios *interiores*, que deberán ser estudiados en cada caso; pues, en difinitiva, son precios artificiales, al margen del aspecto técnico de la cuestión rendimiento.

Hasta hace poco, ha venido siendo el carbón mucho más económico, por unidad de caloría, que el aceite pesado; pero, en estos últimos tiempos, se ha producido un desequilibrio acentuado entre ambos combustibles, debido a la baja vertiginosa de los petróleos, causada, particularmente, por la competencia rusa, cuya influencia pesa y pesará cada vez más en el mercado. Actualmente, los precios medios de ambos combustibles pueden considerarse nivelados alrededor de cuatro dólares por tonelada de carbón o de petróleo, precios franco bordo, puerto de origen, en distintas procedencias.

No es probable un desnivel de precios a favor del carbón; pues los gastos de extracción y trasporte son intrínsecamente más caros que la producción y trasporte de las naftas. De otra parte, no puede pensarse en un aumento de la jornada de los mineros y disminución de sus salarios, en cuantía suficiente para modificar este problema. Hay que considerar, además, el descubrimiento incesante de nuevos pozos de petróleo.

Resulta, pues, que a las desventajas en rendimiento térmico y mecánico de la locomotora de vapor hay que añadir el mayor coste del combustible, por la menor potencia calorífica, siendo de más de un 30 °/₀ la diferencia a favor de los motores de aceites pesados.

En la gasolina, debe contarse con un aumento de precios sobre el petróleo de un 40 a un 60 °/₀, compensado por una mayor potencia calorífica que llega a 11000 calorías, y en las buenas gasolinas de aviación a 12000.

Otro factor, que se ha de tener en cuenta, es el peso específico. En la locomotora debe calcularse de 40 a 50 kg. por CV., mientras en los motores de explosión este peso es tan extraordinariamente bajo, que se ha llegado a la cifra de 0'318 kg. por CV. en el motor de 2300 CV. tipo Rolls Royce 1931 R. (copa Schneider).

Este aspecto es sumamente interesante, pensando en las grandes velocidades futuras; pues lógicamente, la adopción de motores de grandes potencias permitirán las grandes velocidades (la velocidad aumentando como la raíz cúbica de la potencia).

Pero, no obstante, hemos de manifestar que, si en la aviación es fundamental esta disminución del peso específico, no lo es en la tracción sobre carriles y, como acertadamente indica el distinguido ingeniero señor Guerendiain, será preferible modificar los actuales tipos, reforzándolos, para alcanzar mayor duración de funcionamiento.

Hace algunos años, vienen aplicándose normalmente motores de tipo Diesel ligero de 2 y 3 kilogramo por CV., en camiones y autobuses. En la aviación, existe para estos motores una complicación derivada de la dificultad de aplicar la inyección neumática, la que no ocurre en los trasportes terrestres y, por tanto, sobre carriles. En cuanto a su resistencia, hay que convenir que el servicio de autobuses, por sus paradas y arrancadas frecuentes y desigualdades de la vía, es más duro que un servicio sobre carriles.

Otro factor importante es el valor del tractor, en función de su gasto por intereses y amortización. Como las compañías obtienen sus capitales con interés, es lógico añadir este coste a los gastos de tracción.

Una locomotora de vapor, moderna, de 2000 CV. cuesta, aproximadamente, 300000 francos suizos y un motor de esencia de igual potencia, 70000. Supondremos que la locomotora se amortiza en 20 años y el grupo motor hélice en siete. Se puede observar que las locomotoras tienen mayor duración, pero también los motores de esencia, teniendo en cuenta la facilidad del intercambio de piezas, pueden tener mayor duración que la fijada. Aceptando un interés del 5 °/₀, sería, aproximadamente, según el tipo de capitalización, 22500 francos en la locomotora y en el grupo motor hélice 16500. Si se supone un recorrido anual de 50000 km. en ambos tractores, habría que cargar por tren-kilómetro 0'45 fr. en el primer caso y sólo 0'33 en el segundo; resultando, en este aspecto, más de un 25 °/₀ más cara la tracción por locomotora de vapor.

Otro renglón importante es el del personal conductor. Una locomotora exige, como mínimum, un conductor y un ayudante, y con el tractor por hélice sólo uno, como ocurre con la tracción eléctrica.

Las reparaciones son mucho más complejas con la locomotora; pues es necesario inmovilizar en los talleres, por largos períodos, las máquinas, lo cual obliga a tener una reserva proporcional a esta paralización, y ya hemos visto el capital cuantioso que esto representa.

En este aspecto, también el tractor por hélice ofrece grandes ventajas, debido a la intercambiabilidad de las diferentes piezas y aun de todo el grupo motor, que puede realizarse en horas, no exigiendo, por tanto, reservas tan crecidas.

Hay que añadir todas las ventajas que la tracción eléctrica ofrece sobre la locomotora: ausencia de humos, supresión de depósitos y conducciones de agua, de almacenes de carbones, etc., sin tener los inconvenientes de ésta por averías dependientes del sector. Pero, estas estas ventajas, destaca una fundamental del sistema *motor-hélice* y es la supresión del *peso adherente,* que permite reducir a límites extraordinariamente bajos el peso muerto de los vehículos, mediante la construcción de éstos con aleaciones ligeras de alta resistencia.

Para dar una cifra del valor de esta reducción, me referiré a las campañas recientes de prensa a favor de los *Auto-Rails* y especialmente del tractor *Micheline* con ruedas neumáticas circulando sobre carriles (véase IBÉRICA, número 898, página 228). Como una gran ventaja, se señala la reducción del peso muerto por plaza ofrecida a 175 kilogramos. En un tractor por hélice, es posible reducir a 80 kg. este peso muerto, sin que en este sistema exista el inconveniente de la poca capacidad del tractor, debido a la limitada anchura de la cabeza del carril 40 a 50 mm., lo cual no permite usar neumáticos de gran sección, siendo el límite de peso por eje una carga total de 700 kg., cifra pequeña e imposible de aumentar por el peligro que un aumento de carga representaría para el neumático que sería cortado por el carril.

Creo haber expuesto con claridad las ventajas fundamentales de la aplicación del grupo *motor-hélice* a la tracción ferroviaria, no formulando conclusiones numéricas, por entender preferible que cada uno las haga, modificando en más o en menos con criterio personal las variables por mí apuntadas. El resultado llevará de seguro a la convicción de que el porvenir de la tracción ferroviaria pertenece al grupo *motor-hélice,* hasta tanto este sistema no sea eliminado a su vez por el motor de reacción directa.

Ante las enormes ventajas que, según queda expuesto, ofrece esta tracción y frente a la situación económica angustiosa que, en general, padecen las compañías ferroviarias, quizás asombre al lector el poco ambiente que los estudios y proyectos con esta nueva propulsión obtienen en los medios ferroviarios españoles. Aun dando valor al factor inercia y a las resistencias pasivas que se oponen a toda innovación, sería conveniente y patriótica una cooperación de los representantes de los cuantiosos capitales invertidos en los ferrocarriles, así como del Estado que debe atender a los progresos en tan importante ramo de la economía nacional.

Si, hace unos años, el problema podía no estar maduro, en el momento juzgo perfectamente realizables las aplicaciones del *grupo motor-hélice* a los ferrocarriles, y lo lógico sería empezar por un ensayo que prácticamente compruebe su eficacia y permita resolver los diferentes problemas de puesta a punto, imprescindibles en toda técnica nueva.

Expuesto en la obra antes referida el sistema para nuevas vías que denomino *aero-tracto-carril,* a base del cual he solicitado la concesión de dos líneas en las cuales se suprimirá el principio clásico de la adherencia, pienso con la venia de la Dirección de esta Revista publicar un artículo sobre la posibilidad de aplicación de este sistema a los actuales ferrocarriles, sin modificar las vías y aprovechando parte del material móvil, mediante un coste por kilómetro muy inferior a una electrificación. Por la mayor velocidad a obtener, que permitirá un mayor coeficiente de utilización del material y las economías en orden a la tracción, creo han de ofrecer grandes ventajas de orden técnico y económico.

MANUEL GOMIS CORNET.

Madrid

BIBLIOGRAFÍA

F. T. D. **Nociones de Álgebra y Trigonometría.** 255 pág. Editorial F. T. D. Sicilia, 400. Barcelona.

He aquí una obrita sumamente elemental, destinada a prestar muy útiles servicios al profesor de Matemáticas en el grado secundario y a los mismos escolares que las cursan: a los primeros, por el gran número de ejercicios que contiene (resueltos muchos de ellos), lo cual facilitará seguramente su valor; y por lo que a los muchachos se refiere, por ser un resumen muy adecuado para su repaso de preparación para el examen de Álgebra y Trigonometría, ya que contiene lo más esencial de operaciones algebraicas, ecuaciones, progresiones, logaritmos y resolución de triángulos, sin que falten unas nociones acerca de las determinantes, y representación gráfica de las funciones de primero y segundo grado. La presentación tipográfica está muy cuidada, como es costumbre en los libros de la Editorial F. T. D.

SUMARIO. El Instituto náutico del Mediterráneo, *F. de P. Colldeforns* ▣ Experimentos ópticos con los electrones.—Los linces europeos.—Peligros que ofrece el empleo de antidetonantes organometálicos desde el punto de vista higiénico en las grandes ciudades.—Empleo del magnesio y sus aleaciones en avión ▣ San Roberto Belarmino, S. J., y el primer proceso de Galileo Galilei, *M. M.ª S.-Navarro, S. J.*—Ventajas de la aplicación del grupo motor-hélice de los ferrocarriles, *M. Gomis Cornet* ▣ Bibliografía

Imprenta de «Ibérica», Templarios, 12.—Barcelona