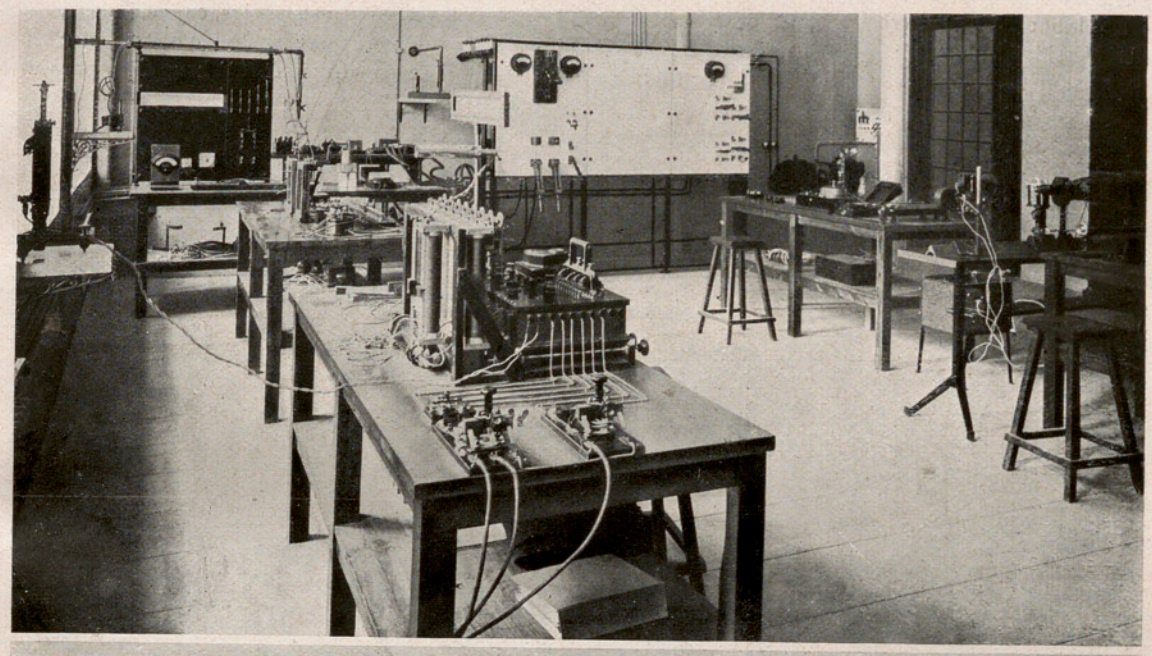
IBERICA

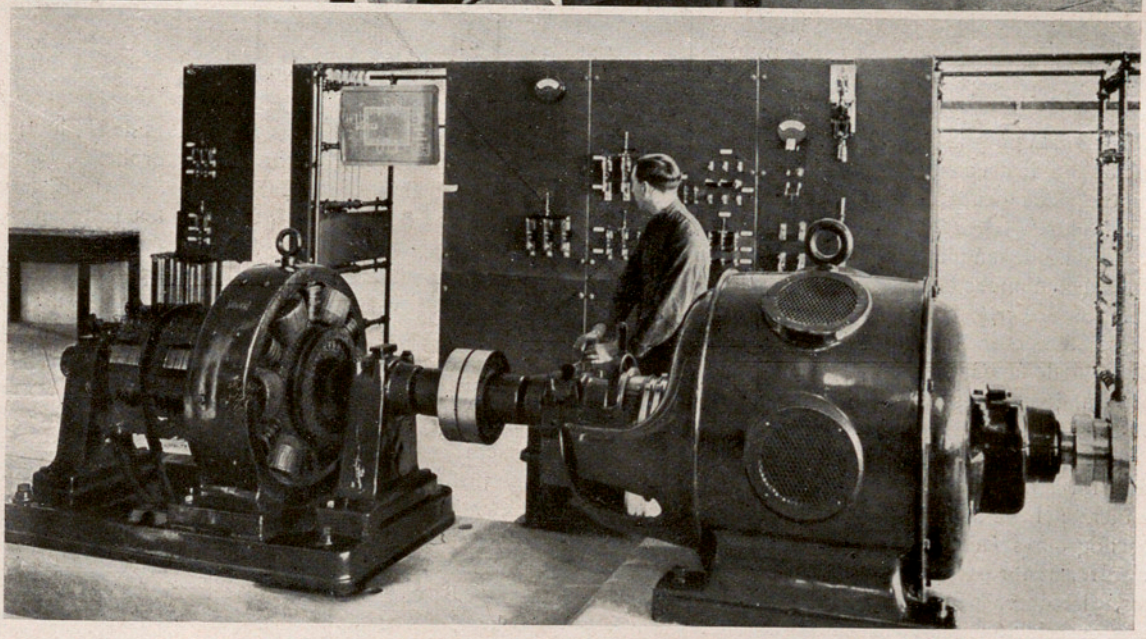
EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS Y DE SUS APLICACIONES

REVISTA SEMANAL

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: APARTADO 9 ■ TORTOSA

AÑO XI. TOMO 1.º 12 ENERO 1924 VOL. XXI. N.º 510





LABORATORIO DE ENSAYOS DE LA MANCOMUNIDAD DE CATALUÑA

Laboratorios eléctricos. Instalaciones que se emplean para las medidas eléctricas con corriente continua hasta de 2000 amperes. Grupo convertidor de 180 HP. *(Véase la nota de la pág. 18)*

Crónica hispanoamericana

España

Laboratorio general de ensayos de la Mancomunidad de Cataluña.—En la primera de las cinco secciones en que se halla dividido el «Laboratori General d'assaigs i condicionament» de la Mancomunidad de Cataluña (IBÉRICA, n.° 509, pág. 2) se hallan incluídos, junto con los laboratorios de Mecánica, los de Electricidad aplicada.

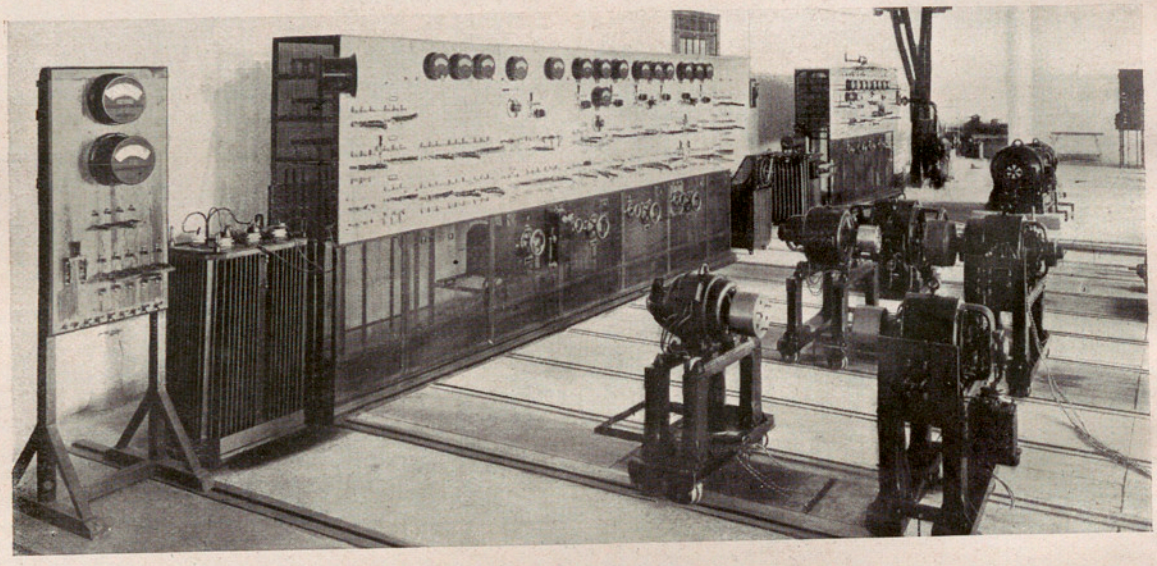
Los laboratorios eléctricos ocupan cuatro salas de la Universidad industrial: la sala de máquinas, la de alta tensión A, la de alta tensión B y la destinada a Laboratorio para las medidas de precisión y contrastación de instrumentos de baja tensión. Entre las cuatro salas ocupan una superficie de 930 metros cuadrados.

La sala de máquinas comprende los más variados tipos de máquinas eléctricas, hasta de 180 caballos de potencia unitaria, cuadros de distribución, un motor Diesel de la casa Sulzer Frères, y un freno eléctrico Sprague de la «General Electric Co.», propio para la prueba de motores de automóvil y marinos hasta de 50 caballos.

La sala de alta tensión A comprende la estación transformadora de 180 kva., para los servicios de luz y fuerza; el oscilógrafo Duddell para la obtención de oscilogramas en circuitos de hasta 25000 volts; un transformador para la prueba de materiales aislantes, aisladores pequeños de porcelana, aceites, etc.; una instalación completa de la casa Hartmann y Braun para la exacta contrastación de transformadores de medida de hasta 25000 volts y 1000 amperes.

La sala de alta tensión B, cuya instalación aun no está terminada, comprenderá un transformador de 200 kva. 125000 | 250000 | 500000 volts, y otro de 100 kva. 25000 | 50000 | 100000 volts, con los aparatos auxiliares necesarios.

Por último, el cuarto Laboratorio contiene como elementos principales, una completísima colección de patrones e instrumentos de aguja de las mejores marcas, cuadro, batería, potenciómetros y accesorios para las medidas con corriente continua hasta 2000 amperes; una instalación de la sociedad Siemens & Halske para la contrastación de instrumentos de corriente alterna (por ejemplo, contadores); puentes para la determinación de resistencias, capacidades y autoinducciones, conductibilidad de los cobres, etc.; y una instalación de la «Leeds & Northrup Co.» para verificar toda clase de pruebas magnéticas de los hierros.



Cuadro de distribución y motores para distintos ensayos de los laboratorios

La preparación y rectificación de probetas, y todos los demás trabajos del Laboratorio, se efectúan en los talleres del Instituto, dotados de los instrumentos necesarios.

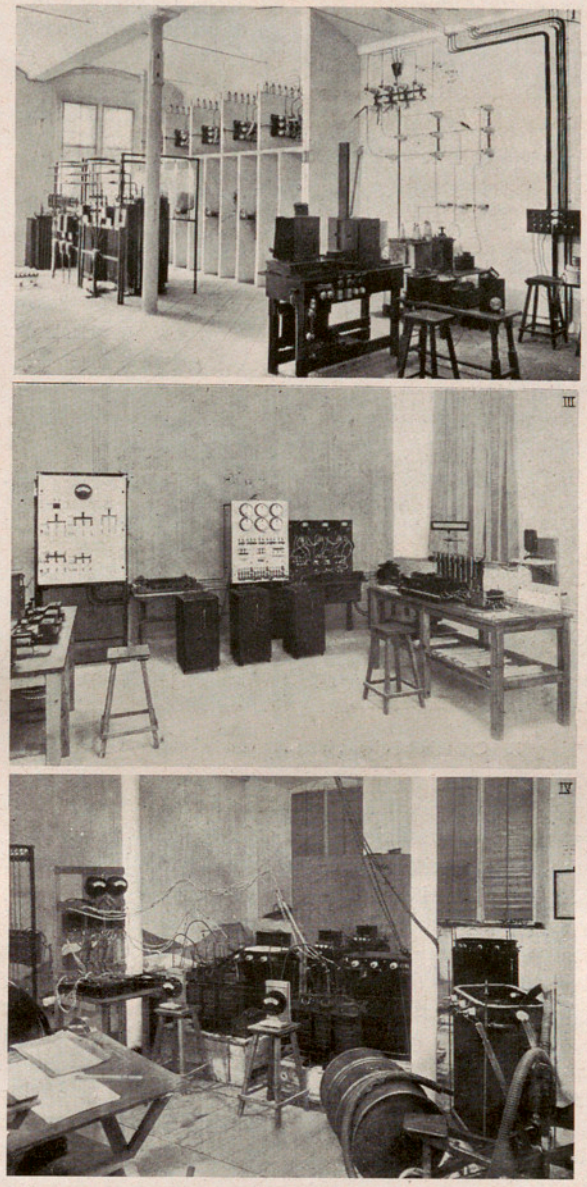
Por esta enumeración puede comprenderse cuán importantes y variados son los trabajos que se realizan en estos laboratorios. Análogamente a lo que dijimos respecto a obras públicas (IBÉRICA, l. c.), son tan importantes los intereses que dependen de la seguridad y continuidad del funcionamiento de las líneas de transporte y distribución de energía eléctrica, que se halla justificada toda rigurosidad en las pruebas de los elementos que las integran.

Para la prueba a altas tensiones de aisladores de porcelana y de cables, se utilizará la sala de alta tensión B, con sus dos transformadores de 200 y 100 kva., adecuado este último para el ensayo de cables subterráneos. Con mucha frecuencia se realizan en el Laboratorio medidas para la determinación de la conductibilidad de los cobres, resistencia de las niquelinas y otras aleaciones; propiedades aisladoras

de micanitas, telas, cartones, aceites y barnices; propiedades magnéticas de planchas, fundiciones y aceros, tanto desde el punto de vista de la permeabilidad, como de las pérdidas por la histéresis y las corrientes de Foucault.

La extraordinaria demanda que se observa de motores eléctricos y transformadores, consecuencia de la rápida electrificación de las fábricas y talleres, determinaron la aparición en el mercado de construcciones deficientísimas, y es evidente que un laboratorio como el del Instituto de Electricidad y Mecánica aplicadas, puede prestar muy útiles servicios que defiendan los intereses del comprador.

Es sabido que prestándose los fenómenos eléctricos con bastante facilidad a las medidas, se puede exigir de éstas y de los instrumentos destinados a realizarlas un grado de exactitud que no es posible esperar de otra clase de trabajos. Uno de los mayores cuidados de este Laboratorio ha sido el de formar y conservar en perfecto estado la riquísima colección de patrones contenidos en la mencionada sala cuarta, que comprobados periódicamente, dan puntos fidedignos de referencia para casi toda clase de medidas.



I. Sala de alta tensión y oscilógrafo «Duddell», para el trazado de curvas de intensidad y de tensión hasta 25000 volts - III. Instalación para las pruebas magnéticas de los hierros, y de contadores y otros aparatos de corriente alterna - IV. Ensayo de 4 transformadores de 30 kva., 3000/220 volts

Los patrones de resistencia se comparan con los del Laboratorio por el método de Carey-Foster, y las pilas-patrón por medio del potenciómetro. Las medidas de autoinducción y capacidad se efectúan, en general, por los métodos del puente, con galvanómetro de vibración, y las últimas también con galvanómetro balístico y con microfaradímetros. Los amperímetros y vóltmetros de corriente continua hasta 2000 amperes de intensidad y 600 volts de tensión se contrastan con el potenciómetro, pilas-patrón, y *shunts* y resistencias de precisión; y los amperímetros, vóltmetros y wáttmetros de corriente alterna se contrastan, según su resistencia y precisión, ora con corriente continua (potenciómetro), ora con corriente alterna, por comparación con los instrumentos patrones del Laboratorio. En las medidas usuales se llega a 1500 amperes y 15000 volts. En la modernísima instalación que posee el Laboratorio, ejecutada con acuerdo a las instrucciones de la *Physikalische Technische Reichsanstalt*, se determina precisa y rápidamente la relación de transformación y de la alteración del ángulo de fase de transformadores, de tensión e intensidad hasta 25000 volts y 1000 amperes respectivamente.

Las determinaciones de conductibilidad y resistencias se efectúan mediante un puente doble de Thompson y puentes Wheatstone de precisión; y las pruebas de rigidez dieléctrica de micanitas, telas, cartones, papeles, etc., se realizan entre eléctrodos de bronce de forma adecuada. La determinación de las curvas de inducción y ciclos de histéresis de barras de hierro colado y acero, así como de planchas magnéticas, se efectúan con el permeámetro compensado de Burrows y con el aparato normal de Epstein. Los generadores y motores eléctricos se someten a ciertas pruebas comunes, como son la determinación o comprobación de la potencia y elevación de temperatura, rendimiento y pérdidas diversas de energía, etc. El Laboratorio ha probado máquinas eléctricas hasta potencias de 125 caballos y transformadores hasta 200 kva., pero puede efectuar ensayos aun con potencias superiores.

Por último, el Laboratorio puede ejecutar pruebas

de toda clase de aparatos eléctricos, como son pilas, acumuladores, interruptores, material de teléfonos y telégrafos, etc.; y aun puede añadirse que realiza pruebas fotométricas de lámparas eléctricas y luces de arco, y que para la medida de la iluminación de los locales dispone de un iluminómetro Macbeth.

El mapa nacional.—Con fecha 26 del pasado diciembre, se ha publicado en la *Gaceta de Madrid*, de 28 de dicho mes, un real decreto por el que se dispone que el Instituto Geográfico y Estadístico dedique su máximo esfuerzo a los trabajos de toda índole referentes al mapa nacional a escala de 1 por 50000, y con este objeto reducirá todos los demás trabajos de carácter geográfico y los geofísicos al mínimo indispensable, dando preferencia a los que representen compromiso internacional.

Se dispone también en la indicada R. O., que el Depósito de la Guerra colabore con el Instituto Geográfico en la intensificación de los trabajos del referido mapa, y a este efecto suspenderá los de campo para el mapa militar de 1 por 100000, pero no los levantamientos propios del Depósito para necesidades militares.

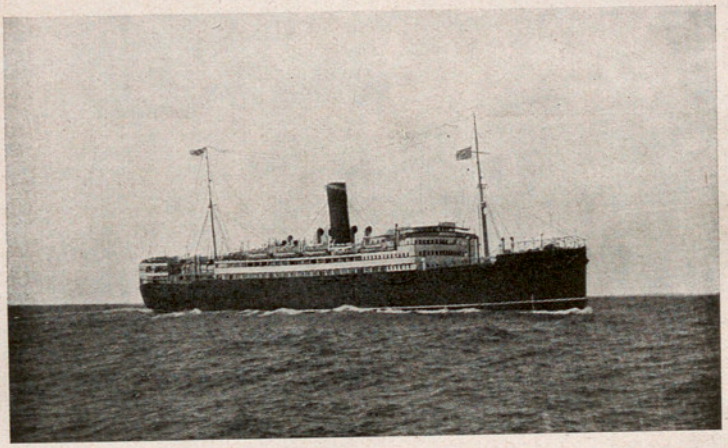
El Instituto Geográfico y el Depósito de la Guerra editarán a uno, dos o tres colores, o reproducirán en papel ferroprusiato o por otros procedimientos, aquellas minutas del mapa nacional dibujadas a escalas de 1 por 25000 y los planos a escala de 1 por 20000, para servicio oficial o que se conceda a particulares.

A fin de establecer la debida coordinación de trabajos, se crea la Inspección y Registro general de Cartografía, afecta al Estado Mayor Central del Ejército; y para la formación de este Registro, toda dependencia del Estado, Mancomunidad, Provincia o Municipio y las entidades particulares que reciban subvenciones oficiales, enviarán a la mayor brevedad posible, y en adelante cada cinco años, el inventario de los mapas y planos que posean, cuya más importante finalidad sea la topografía del terreno.

Para la indispensable relación entre los organismos interesados funcionará un «Consejo Superior Geográfico», del que serán presidente el Inspector general de Cartografía, y vocales los directores del Instituto Geográfico y del Depósito de la Guerra, un coronel, jefe de sección del Estado Mayor Central, un ingeniero geógrafo, y representantes de diversas entidades.

América

Cuba.—*Entrega de una bandera al trasatlántico «Cristóbal Colón».*—A las frecuentes y cariñosas muestras de afecto a la madre Patria que constantemente recogen en América los buques de la Compañía Trasatlántica española (IBÉRICA, vol. XX, núm. 489, pág. 85), hemos de añadir hoy la solemne y patriótica ceremonia celebrada en la Habana, donde la distinguida Orden de los Caballeros de Colón ha regalado una preciosa bandera cubana, tejida en riquísima seda, al trasatlántico «Cristóbal Colón».



El «Cristóbal Colón», honrado con la bandera cubana

La Orden de los Caballeros de Colón es una entidad importantísima de la que forman parte más de un millón de miembros, entre ellos las más eminentes personalidades católicas de los EE. UU. de N. A. y de las naciones hispanoamericanas.

La ceremonia de la entrega de la bandera fué un hermoso acto de homenaje a España. El Ilmo. señor Obispo de la Habana, monseñor González Estrada, bendijo la enseña de Cuba, la cual fué izada en el palo trinquete del «Cristóbal Colón», y saludada con entusiásticos vivas a España, a Cuba y al Rey Don Alfonso XIII, mientras la banda interpretaba el himno nacional. Asistió al acto el Ministro de España en Cuba.

El doctor Jorge Le Roy, en nombre del Consejo de San Agustín de la Habana, que es el número 1390 de los de la Orden de Caballeros de Colón, en el discurso que pronunció al ofrecer la enseña al capitán del buque, dijo que: «llevase aquella bandera a la nación progenitora y con ella toda la consideración que guardan los hijos a los padres, diciéndole a España que en América sus hijos se glorían de conservar todavía la misma fe, el idioma común y la misma hidalguía que les enseñaron sus antepasados».

El capitán del buque, señor don Eduardo Fano, agradeció en nombre de la Compañía Trasatlántica la entrega de la bandera, y prometió «enarbolarla siempre al surcar las aguas españolas, al lado de la adorada enseña española, para que fuese como el saludo de la madre Patria a su hija lejana», e hizo votos para que «la bendición del ilustre Prelado atrajese la bendición de Dios sobre los dos pueblos, unidos por el afecto y la religión». Además de la bandera, le fué regalado al capitán del «Cristóbal Colón», un artístico pergamino conmemorativo del acto.

Crónica general

Sir Jorge Pereira.—Ha fallecido a la edad de 58 años, el general inglés Jorge E. Pereira, muy conocido por sus viajes y exploraciones a través de Asia.

A principios de 1921 salió de Pekín y recorrió en un viaje de cerca de dos años de duración, más de 11000 kilómetros a través de Asia, y pasó por Lhasa, la *ciudad santa* del Tibet (IBÉRICA, vol. XIX, n.º 463-64, pág. 75). Muy poco tiempo después de haber terminado este viaje emprendió otro, junto con el doctor Thompson, hacia el SW del Tibet, con la esperanza de llegar al monte de Amnemachin, cerca del Hwang Ho, que había ya visto en el anterior viaje y que consideraba entonces como el más alto de la Tierra; pero el mismo Pereira opinó luego que es probable que su altura no exceda de 7600 metros.

Ambos viajeros llegaron a A-tun-tze el pasado agosto, y las cartas escritas por Pereira reflejan la esperanza de que la expedición tuviera satisfactorio éxito; y alcanzaron a la misión francesa de Yakalo, residencia del misionero Desgodins. La última carta está fechada el 15 de septiembre, en los límites del Tibet, y allí debió Sir Jorge Pereira contraer la enfermedad que le ha ocasionado la muerte.

Alejandro Eiffel.—El día 28 del pasado diciembre falleció en París el renombrado ingeniero Alejandro Gustavo Eiffel, que había nacido en Dijón en 1832.

En 1855 terminó sus estudios en la Escuela Central de Artes y Oficios y ocupó un empleo en los ferrocarriles del Oeste. Pronto se distinguió en la construcción de puentes metálicos, lo mismo en Francia que en otras naciones, ya que se le debe el puente sobre el Duero en el ferrocarril de Oporto y el construído sobre el Tajo en la línea Madrid-Cáceres-Portugal. Obras suyas son también los arcos de la sala de Máquinas de la Exposición Universal de París de 1867, la estación de Budapest, la cúpula giratoria del Observatorio de Niza, etc.

Lo que hizo su nombre más famoso y popular fué la construcción de la Torre Eiffel, en el Campo de Marte de París, con ocasión de la Exposición Universal de 1889. Mientras se estaba construyendo, un grupo de notables artistas y literatos de Francia protestó en público documento contra la erección de la torre, afirmando que iba a ser la «deshonra de París», y calificándola de «chimenea de fábrica».

Sin embargo, la Torre Eiffel fué la gran atracción de aquel certamen, y después su ascensión parece cosa obligada para todo aquél que visita a París. El calificativo de *inútil* que le ha sido aplicado durante muchos años, no tiene ya razón de ser desde la instalación de la gran antena de la estación inalámbrica, que presta innegables servicios con los innumerables radiogramas que de ella parten.

Eiffel deja escritas algunas importantes obras de ingeniería, como «Les grandes constructions métalliques», «Résistance de l'air», etc.

Estadísticas de la hulla y del petróleo.—En la *Société de Chimie industrielle* de París, el ingeniero don Esteban Audibert dió una conferencia sobre el interesante tema: *La Houille et le problème des combustibles liquides*, repleta de datos interesantísimos, de la cual entresacamos los más importantes, tomándolos de *Chimie et Industrie* que la publica íntegra.

La producción mundial de hulla a partir de 1865 ha aumentado gradualmente sin descenso alguno sensible hasta 1914, en que por los transtornos de la guerra europea ha estado sujeta a continuas oscilaciones. La producción anual en millones de toneladas ha sido:

Años	Producción	Años	Producción	Años	Producción
1865	182'1	1880	339'4	1906	918'0
1866	194'8	1881	364'8	1908	967'0
1867	200'7	1882	383'3	1910	1.060'0
1868	205'6	1883	408'6	1911	1.075'0
1869	215'6	1884	409'0	1912	1.130'0
1870	217'8	1885	412'8	1913	1.230'0
1871	233'7	1886	414'2	1914	1.135'0
1872	261'3	1887	442'2	1915	1.115'0
1873	279'3	1888	474'0	1916	1.200'0
1874	274'3	1889	482'8	1917	1.270'0
1875	285'3	1890	513'1	1918	1.255'0
1876	284'8	1891	534'9	1919	1.075'0
1877	290'8	1900	697'0	1920	1.145'0
1878	292'0	1902	733'0	1921	990'0
1879	310'8	1904	812'0		

El gráfico que acompaña a esta estadística servirá para poner más de relieve el tonelaje anual de carbón. Por esta curva se puede apreciar que la producción de hulla ha crecido de año en año, como un capital colocado al interés compuesto de 3'96 %, doblándose en 17'5 años (fig. 1.ª, página siguiente).

El aumento de producción de petróleo ha sido mucho más rápido que el del carbón, como lo da a entender la siguiente estadística expresada en millones de barriles de 160 litros aproximadamente cada uno.

Años	Producción	Años	Producción	Años	Producción
1893	92	1903	195	1913	384
1894	89	1904	213	1914	404
1895	104	1905	215	1915	428
1896	114	1906	213	1916	459
1897	122	1907	264	1917	509
1998	125	1908	286	1918	515
1899	135	1909	299	1919	545
1900	149	1910	328	1920	688
1901	167	1911	344	1921	771
1902	182	1912	352	1922	851

La producción de petróleo durante este período de 30 años ha crecido como un capital puesto a interés compuesto al 7'4 %, que en 9'5 años queda doblado (fig. 2.ª, página siguiente).

Las causas asignadas a este aumento de petróleo son tres principalmente: 1.ª el desenvolvimiento de la maquinaria que exige un consumo grande de lubricantes fijos a alta temperatura; 2.ª el descubrimien-

to de los motores de explosión y de combustión interna, que tanto incremento han tomado en el automovilismo, navegación submarina y aviación; 3.ª la generalización actual del empleo de combustibles líquidos en la marina así militar como mercante.

El gráfico de la fig. 3.ª indica la procedencia del tonelaje del petróleo producido en 1922. En términos generales puede decirse que los dos tercios de la producción mundial corresponden a los Estados Unidos y casi la cuarta parte a México, de modo que sólo Norteamérica proporciona del 85 al 90 % del tonelaje total. Europa contribuye solamente con el 7 %.

No deja de ser en extremo interesante lo que sucede con los Estados Unidos. Este poderoso estado, a pesar de su enorme producción en 1921, de 471 millones de barriles de petróleo, todavía importó de México en dicho año 125 millones de barriles, alcanzando la exportación la cifra de 9 millones de barriles escasamente. Con esto se tiene el fenómeno de que produciendo los Estados Unidos las dos terceras partes del tonelaje total, consume las cuatro quintas partes de esta misma producción total.

Fig. 1.ª Producción mundial de hulla (1865-1921)

Fijóse también el conferenciante ingeniero Audibert en las reservas de petróleo disponibles en todo el globo; y con esta ocasión adujo una porción de datos de sumo interés.

Un detenido estudio emprendido de común acuerdo en 1920 por el *Geological Survey* y la *American Association of Petroleum Geologists*, ha llevado a la conclusión de que en 1922 el subsuelo de los Estados Unidos juntamente con el de Alasca podía producir todavía, sin tener en cuenta el posible aumento por el mejoramiento de los métodos actuales de extracción, 9150 millones de barriles de petróleo, o sea 17 veces la producción de los Estados Unidos en 1922. Por otra parte la reservas mundiales (fig. 4.ª) en la misma fecha ascienden a 70000 millones de barriles. Añade más la Comisión, y es que los Estados Unidos deben haber extraído ya el 40 % de todo el petróleo de su territorio; en cambio las otras naciones juntas, apenas si habrán obtenido el 6 % de sus reservas.

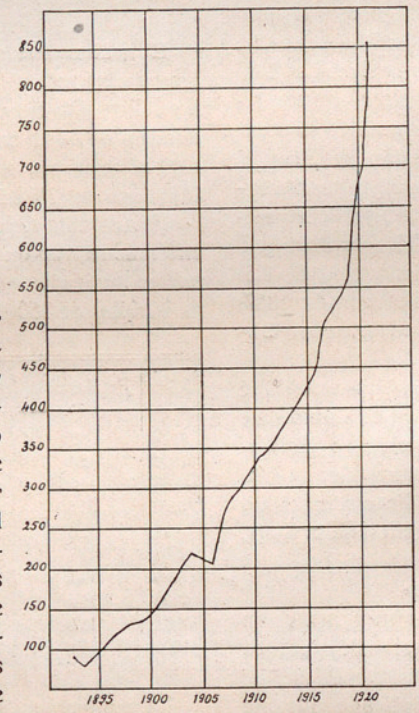


Fig. 2.ª Producción mundial de petróleo (1893-21)

II Conferencia internacional sobre redes eléctricas.—La «II Conférence internationale de grandes lignes électriques à très haute tension» se reunió en París desde el 26 de noviembre al 1.º de diciembre pasados. (IBÉRICA, vol. XX, n.º 499, pág. 249).

Estuvo dividida en 3 secciones: «Material de producción y de transformación de la corriente», «Construcción y aislamiento de las líneas» y «Explotación de las redes». Resumiremos los principales trabajos presentados y las más importantes conclusiones.

Los trabajos de la sección 1.ª se refirieron a las *subestaciones al aire libre*, y a los *interruptores de aceite*. Hace unos dos años que, tanto en Europa como en América, han alcanzado gran desarrollo las subestaciones al aire libre; y especialmente en América este modo de instalación, que no parecía ofrecer interés, desde el punto de vista de la seguridad, más que para las tensiones del orden de 100000 volts, se ha extendido a otras tensiones relativamente bajas, en particular a las de 33000 volts. De este modo se instalan en los Estados Unidos de N. A. puestos de poca potencia para los pequeños centros de población y para el campo, que permiten una alimentación económica, a causa principalmente de la supresión de los edificios. En cuanto a los interruptores de aceite, si bien se han realizado ensayos comparativos entre los de doble y múltiple interrupción, no ha sido posible aún decidirse por uno u otro sistema, y se están efectuando todavía pruebas en el Laboratorio Central de Electricidad, de París.

El programa general de trabajos de la sección 2.ª comprendió el estudio de los problemas relativos a los soportes de las líneas, aisladores y cables subterráneos de alta tensión. De la discusión de los diversos informes relativos a los *soportes*, parece resultar que la mayoría se muestra partidaria de líneas robustas establecidas sobre postes normales o que ofrezcan sólida resistencia mecánica, porque, en especial para las líneas de gran potencia, no debe tolerarse la posibilidad de interrupciones de servicio debidas a insuficiencia mecánica de las obras. Sin embargo

puede tenerse en cuenta la economía realizada en el coste de la línea por el empleo de soportes flexibles o articulados, con la condición de que esté sostenida por pilares de anclaje, convenientemente distribuídos.

El problema de la resistencia mecánica de las obras, ha guiado a la «Association de recherches électriques» a establecer un programa de ensayos, que comprende los cuatro siguientes puntos principales: Resistencia de los postes y de sus cimientos; Propiedades mecánicas de los hilos y de los cables; Presión del viento sobre los cables y las construcciones; Propiedades físicas de la porcelana. Sobre todos estos puntos se están realizando ensayos en la actualidad.

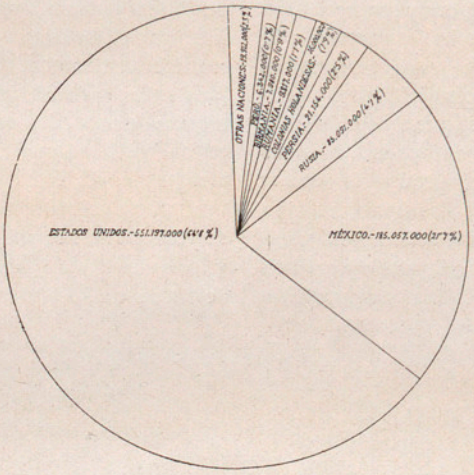


Fig. 3.ª Producción mundial de petróleo en 1922 (851 540000 barriles)

El elemento vital de una línea de transmisión de energía es el *aislador*, por estar sometido a toda clase de peligros, que resultan del doble trabajo, mecánico y eléctrico, que efectúa. Los fabricantes se preocupan cada vez más del problema de encontrar una porcelana que cumpla con las mejores condiciones eléctricas y mecánicas, tanto por su composición como por su preparación; y a la Conferencia se presentaron memorias muy notables acerca de este punto.

La transmisión de la energía eléctrica por *cables subterráneos* presenta ventajas muy importantes sobre la línea aérea, en casos especiales y en la proximidad de parajes habitados; por consiguiente, es del mayor interés el poder construir cables de elevada tensión; pero ello exige no pocas precauciones, ya en la elección de la materia aislante, para reducir al mínimo las pérdidas por histéresis del dieléctrico, ya en la manera de idear el cable para evitar toda interrupción, en cuanto se pueda.

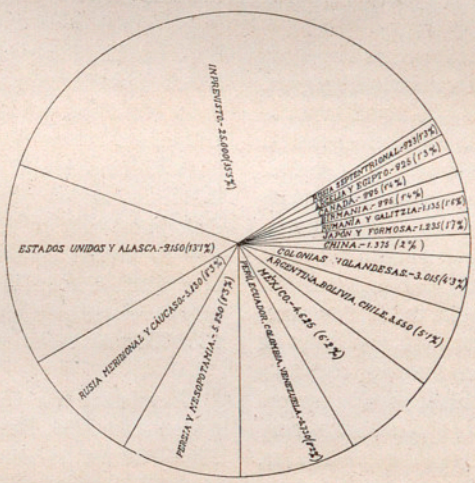


Fig. 4.ª Distribución de las reservas mundiales de petróleo, evaluadas por el *U. S. A. Geological Survey* el año 1922 en 70000 millones de barriles (Los números representan millones de barriles)

Los trabajos de la 3.ª sección se refirieron particularmente a la reglamentación de la construcción de las líneas aéreas de alta tensión, a la normalización de las tensiones, y a asuntos de explotación.

Se comparó en la Conferencia la reglamentación de las líneas en los diversos países, y se tomó un acuerdo acerca de la necesidad de fijar sobre bases análogas todos los reglamentos. La Conferencia reconoció el interés que ofrece, para quienes explotan las líneas, la comunicación de las estadísticas relativas a las interrupciones y al análisis de sus causas, a los incidentes que provienen de los diversos elementos de la instalación y principalmente de los aisladores.

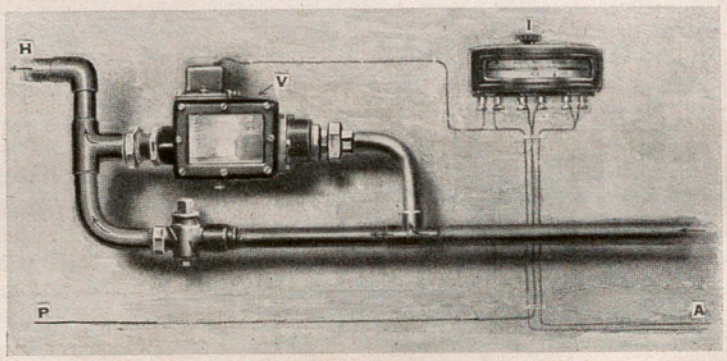
La protección contra las sobretensiones es un problema cuya importancia se revela por el gran número de comunicaciones presentadas sobre este punto a la Conferencia, y sin duda en la próxima podrán darse soluciones, si no definitivas, a lo menos avaloradas por la práctica.

La cuestión de la puesta en tierra de los neutros de las redes, muy importante por lo que se refiere a la seguridad de las personas, y a la de las líneas telegráficas, telefónicas y de señales, ha sido tratada en no pocos trabajos presentados a la Conferencia, de los que parece desprenderse que en las tensiones muy elevadas, la práctica de poner el neutro en tierra va desarrollándose cada vez más, y las perturbaciones telefónicas que acarrea, son mucho menos de temer de lo que pudiera presumirse.

En la sesión de clausura, la Conferencia aprobó, entre otros, los siguientes dictámenes: 1.º Que todos los trabajos que se presenten a la próxima Conferencia, sean enviados al secretario general cuatro meses antes de la celebración si están redactados en una sola lengua (francés o inglés), y dos si lo están en ambas lenguas; para facilitar la observancia de estas prescripciones, cada país creará su comité compuesto de dos o tres miembros, que dé a conocer la celebración de la próxima Conferencia, fomente la presentación de trabajos, etc.; 2.º Que las reglamentaciones relativas al establecimiento de las líneas de transporte de alta tensión, favorezcan la adopción de trazados tan rectilíneos como sea posible y reduzcan al mínimo el número de postes de ángulo; que se admita un coeficiente de seguridad uniforme para los conductores, en toda la longitud de una línea; que en todos los casos en que se haya de determinar la estabilidad de los soportes, se obtenga tal estabilidad teniendo en cuenta, no sólo la gravedad, sino también la reacción del terreno, así como su compacidad y resistencia al deslizamiento; y que se dicten severas san-

ciones contra los autores o cómplices de actos que puedan perjudicar de alguna manera a las obras de producción, transporte y distribución de la energía.

Regulación automática de la temperatura.—En muchas operaciones industriales hay necesidad de mantener un grado de temperatura siempre igual, si se quiere trabajar en las mejores condiciones de producción y economía. Esto solía hacerse regulando a mano el foco de calor, en vista de las indicaciones del termómetro o del pirómetro, según los casos. Pero este método incómodo y poco seguro, ha sido sustituído por otro de regulación automática, cuyo uso se ha generalizado extraordinariamente en estos últimos años. Varía mucho la forma y disposición de estos aparatos, de conformidad con la naturaleza del problema que se trata de resolver: es decir, según que el calor sea producido por la combustión del gas, o por una corriente de vapor o de agua caliente; y según se trate de un horno, estufa, destilador, etc.; pero todos comprenden como partes esenciales un elemento sensible a las variaciones de temperatura y un mecanismo de regulación del foco de calor, relacionado con aquél mediante un agente apropiado que suele ser la electricidad.



Regulador automático de temperatura. H, horno; V, válvula; I, indicador del pirómetro; P, pirómetro; A, acumuladores

Por vía de ejemplo, pues los modelos son infinitos, representamos en la figura adjunta un aparato construído por la «Cambridge and Paul Instrument Co.», aplicable a un horno alimentado con gas.

El elemento sensible puede ser un par termoeléctrico, o un termómetro de resistencia, colocados en el interior del horno, o un pirómetro de radiación de Fery. En todos estos casos se produce una corriente de intensidad muy débil pero variable con la temperatura, la cual es conducida a un galvanómetro muy sensible. Éste, no sólo tiene el oficio de indicador, pues en la escala puede leerse directamente la temperatura, sino que además da origen a otra corriente en cuanto la temperatura alcanza el límite prefijado. Para esto hay una disposición ingeniosa, que consiste en un diminuto par termoeléctrico colocado en la misma aguja indicadora, y un pequeño solenoide calentado eléctricamente que puede correrse debajo de la escala para sujetarlo donde se quiera. De esta suerte, cuando la aguja marca la temperatura máxima, el par viene a colocarse encima del solenoide y se produce al punto una corriente que, reforzada por un relevador, actúa sobre la válvula de admisión del gas.

Creciente empleo del molibdeno.—Tiene el molibdeno muchas y muy variadas aplicaciones. Se le utiliza en aleaciones para formar aceros especiales, ya solo, ya junto con el cromo o el níquel; con el cobalto y el cromo forma la aleación denominada *stellita*, que se distingue por su dureza y su resistencia a los ácidos (IBÉRICA, vol. XX, n.º 505, p. 341), y se emplea para sustituir al platino, metal del que posee algunas cualidades notables: para los contactos eléctricos, en las lámparas de vacío, radiografía, joyería, cirugía dental, etc.

Los principales compuestos de que se extrae el molibdeno son la wulfenita o molibdenato de plomo, y la molibdenita o bisulfuro de molibdeno. El primero se encuentra en Austria, Yugoeslavia, España (IBÉRICA, vol. III, n.º 63, pág. 162) y en los Estados Unidos de N. A.; y la molibdenita, que es más importante (IBÉRICA, vol. XII, n.º 308, p. 389) se encuentra principalmente en América del Norte y Australia.

Desde 1914 a 1918 la producción de molibdenita fué de 1548 toneladas en los Estados Unidos y de 470 toneladas en el Canadá. El creciente empleo de los aceros molibdenados, para blindajes, piezas de automóviles y órganos de máquinas, deberá seguramente activar muy pronto la extracción de este metal. Se calcula que en breve la mitad de los aceros necesarios para la construcción de los automóviles serán aceros molibdenados, por lo menos en los Estados Unidos, lo cual, para el millón de toneladas que se consumen de estos aceros especiales, representará una extracción de 1350000 toneladas de molibdenita.

Academia de Ciencias de París.—En la última sesión correspondiente al pasado año, cesó en su cargo de presidente de la Academia de Ciencias de París, M. Haller, y le sustituye desde el 1.º del mes actual M. Guillermo Bigourdan, que ocupaba actualmente la vicepresidencia (IBÉRICA, vol. XIX, n.º 461).

Para ocupar esta vacante, la Academia ha elegido a M. Eugenio Bouvier, que según los estatutos de la sociedad pasará a ser presidente en 1925. M. Bouvier desempeña la cátedra de Entomología en el Museo de Historia Natural y ha publicado trabajos muy apreciados sobre diversas ramas de Zoología, especialmente acerca de los moluscos, crustáceos e insectos. Posee los títulos de doctor en Farmacia y en Ciencias, y pertenece a la Academia de Ciencias desde 1902.

LA DESINTEGRACIÓN DE LOS ELEMENTOS(*)

La importancia que en la actualidad se atribuye a los cuerpos radioactivos con los isótopos, así de estos elementos, como de los otros no radioactivos, va siendo cada día mayor. Baste decir que la comisión internacional de los elementos químicos, creada en Bruselas el 30 de junio de 1921, ha tomado sobre sí una labor mucho más vasta que la del antiguo comité internacional de los pesos atómicos. A esta comisión incumbe el formar tres tablas, que son la de los elementos radioactivos, con sus principales constantes, la de los isótopos y la de los pesos atómicos.

En 1923 ha publicado ya las dos primeras tablas, que señalan un gran avance en esta nueva ciencia de los elementos radioactivos y de los isótopos. En ella se comienza a fijar el simbolismo de los múltiples cuerpos radioactivos, simbolismo que hasta el presente, como fruto de la iniciativa privada, adolecía muchas veces de imprecisión y falta de uniformidad.

5. Constante radioactiva y vida media.—En el fenómeno de la desintegración espontánea llama desde luego la atención una circunstancia objeto de investigaciones delicadísimas, y es la regularidad en la emisión de las partículas α o β. Si se fija la atención sobre una cierta cantidad de radio, se observa que, entre los millones de átomos que la integran unos están destinados a durar pocos días, otros docenas de años, otros en fin centenares y aun miles de años: sólo un número relativamente pequeño estalla en cada instante, expulsando partículas α y convirtiéndose en el elemento llamado *emanación*. Este otro cuerpo emite también partículas α, pero en una proporción incomparablemente mayor que el radio.

La probabilidad que cada átomo posee de desintegrarse o no, es, a juicio de Soddy, un dato fijo independiente de cualquier circunstancia externa o interna, y no aumenta con la edad del átomo. La ley matemática que rige la desintegración atómica resulta sencilla y se halla expresada en los siguientes términos: «En radioactividad, la velocidad de transformación es simplemente proporcional a la masa actual de la substancia que se transforma». Con todo, a pesar de su aparente sencillez no deja de presentar su dificultad, y la razón es ésta: como la cantidad de la substancia primitiva desaparece a medida que se va transformando, de aquí que la velocidad de transformación disminuya continuamente, ya que, por la ley poco ha expresada, es proporcional a la cantidad presente de substancia. Para los cuerpos de transformación lenta, cuales son el uranio, radio, etc., esta disminución en la velocidad de transformación no se advierte durante el transcurso de la vida de un hombre; no así tratándose de cuerpos cuya velocidad de transformación es muy rápida.

Se ha convenido en designar con la letra λ la fracción de la masa total actual que se transforma por segundo, y este símbolo λ se denomina también *constante radioactiva*: si posee un valor relativamente elevado, señal de que la transformación es rápida; si por el contrario lo tiene bajo, indica una transformación lenta. Por ejemplo: el valor λ en la emanación del radio vale $\frac{1}{481\,250}$, lo cual significa que cada segundo se transforma una cantidad de emanación equivalente a la 481 250-ava parte de la existente en cada segundo. Por aquí se puede con facilidad determinar lo que se ha dado en llamar *vida media* del átomo de cualquier substancia radioactiva, o sea el período de tiempo durante el cual existe por término medio antes de llegar a desintegrarse: queda expresada por la inversa de la constante radioactiva, y en la tabla internacional se la representa por θ que equivale a $\frac{1}{\lambda}$. Por consiguiente, tratándose de la emanación del radio, su valor será 481 250 segundos, es decir, cinco días y medio próximamente.

Así como la constante radioactiva permanece inalterable en todo el transcurso de la transformación, de la misma manera la vida media; sólo que, considerada una cantidad determinada de materia, la vida de los primeros átomos que se desintegran resulta más corta que su vida media, y para los que se transforman al fin, resulta mucho más larga. Aquí, pues, no sucede lo que entre los hombres, que la probabilidad de la vida varía con las distintas edades: en la infancia la probabilidad de la vida es poca a causa de la gran mortalidad de los niños; después va aumentando y pasa por un máximo, para decrecer luego rápidamente. No acontece lo mismo con los átomos radioactivos: la probabilidad de su vida para nada depende de la edad. ¿Por qué? Se ignora. Parece como si la desintegración se escogiese entre los átomos al azar y no influyese la edad de los mismos.

6. Período de transformación y equilibrio químico.—Nuevas consideraciones nos llevarán a un conocimiento más profundo de tan interesante materia. Pongamos por caso que al finalizar un tiempo de T segundos la substancia radioactiva ha sido transformada en su mitad. En el espacio inmediato de T segundos también se habrá transformado la mitad de esta mitad, o sea una cuarta parte de la cantidad primitiva, es decir la $\frac{1}{2^2}$ parte, y así sucesivamente. De suerte que, después de un período de nT segundos no quedará más que la $\frac{1}{2^n}$ parte de la substancia primitiva. Por aquí se deduce otro aspecto de la ley de las transformaciones, que se expresa así: «cuando el tiempo aumenta en progresión aritmética, la masa de substancia remanente decrece en progresión geométrica».

El cálculo demuestra que los dos períodos, el de transformación T y el de la vida media θ, están en rela-

(*) Continuación del artículo publicado en el vol. XX, n.º 506, Suplemento.

ción de 1'443, o sea que la vida media es 1'443 veces mayor que el período de transformación: por lo tanto

$$\theta = 1'443\ T$$

que es la fórmula dada por la tabla internacional.

Esta fórmula reviste excepcional interés para la determinación de la vida media de los elementos radioactivos que la tienen muy larga, en los cuales no es posible la observación directa.

Atendiendo a la duración de la vida media de los elementos con relación a la del hombre, se clasifican los cuerpos radioactivos en elementos de *vida media larga* y elementos de *vida media corta*. Para estos últimos se observa el tiempo que tardan en reducirse a la mitad las radiaciones por ellos emitidas. Supongamos que se trata del *mesotorio 2*, cuyo período de transformación sólo alcanza 6'2 horas: este número se multiplica por 1'443, y se tendrá la vida media de dicho cuerpo que resulta ser 8'9 horas.

Como se echa fácilmente de ver, semejantes determinaciones no pueden practicarse con cuerpos de vida media de extraordinaria duración, puesto que la determinación de la disminución de su radioactividad no es perceptible. En cambio, puédese conocer cuántas veces un cuerpo radioactivo es, en igualdad de masa, más radioactivo que otro de radioactividad conocida. Así por ejemplo: se sabe que el *mesotorio 2* es una porción de millones de veces más radioactivo que el torio; luego esto indica que la vida media de éste es millones de veces más larga que la de aquél. De modo que, según esto, basta conocer la vida media de uno solo de los cuerpos radioactivos de una familia, para que pueda determinarse con bastante aproximación la vida media de todos los demás elementos de la misma familia.

Lo que sucede entre la emanación del radio, llamada ahora *radón* por la comisión internacional, y el mismo radio, nos servirá para ilustrar el método seguido en este género de determinaciones. Ya hace algún tiempo que se ha observado que partiendo de una cantidad limitada de radio no se puede tener acumulada sino una cantidad insignificante de *emanación;* porque como ésta posee una vida media muy corta (5'55 días), a medida que se va produciendo, deja también de existir por convertirse en *radio A*. Por tanto, transcurrido un cierto tiempo en que la emanación producida excede a la que desaparece, se llega a un momento, a partir del cual las dos cantidades se igualan, o sea, que la emanación desaparecida es exactamente compensada por la que se produce. Este fenómeno, conocido con el nombre de *equilibrio radioactivo*, es de una importancia incalculable, pues nos da la clave para estas determinaciones.

7. Determinación de estas constantes y su aplicación.—Efectivamente, llamemos λ la constante radioactiva del radio, o sea la fracción de masa de radio que se transforma por segundo, y Q la masa de radio considerada. Cada segundo, la cantidad de emanación producida estará expresada por λQ. Por otra parte, designemos por λ' la constante radioactiva de la emanación, y por M la masa existente durante el tiempo de equilibrio. La fracción de emanación que desaparecerá cada segundo será $\lambda' M$, cantidad ésta igual a la que se forma. Por tanto puede escribirse

$$\lambda Q = \lambda' M \qquad \text{y también} \qquad \frac{M}{Q} = \frac{\lambda}{\lambda'}$$

Para la aplicación de esta fórmula es preciso que el período de transformación del elemento generador sea mucho más largo que el de cualquiera de sus productos derivados; y aun no es necesario que el producto escogido sea el inmediato, sino que puede ser uno cualquiera de los productos sucesivos que constituyen la serie.

La relación $\frac{M}{Q}$ de la segunda fórmula resulta fácil de conocer, así como el valor λ', o sea la vida media de la emanación. Luego fácil será también deducir el valor de λ, así como los del período de transformación T y de la vida media θ del radio. Cuando la desintegración es lenta, los valores de θ y de T se dan en años y no en segundos, como resultarían directamente de la fórmula, por venir λ expresada en segundos.

Por el fenómeno poco ha mencionado del equilibrio radioactivo, y conociendo la vida media de los elementos radioactivos de una familia, nos es dado calcular la cantidad máxima de estos elementos que puede contener un mineral radioactivo. Soddy ha realizado estas determinaciones con respecto a la pechblenda que, como se sabe, es un mineral de uranio.

Elementos	Vida media	Cantidad
Uranio I . . .	8000000000 años	1000000000 mg. (1 ton.)
Uranio X_1 . .	35'5 días	$\frac{1}{80}$ mg.
Uranio X_2 . .	1'65 min.	$\frac{4}{10000000}$ mg.
Uranio II. . .	3000000 años	375 g.
Ionio	100000 años	12 g.
Radio	2240 años	305 mg.
Emanación . .	5'55 días	$\frac{1}{500}$ mg.
Radio A . . .	4'32 min.	$\frac{1}{1000000}$ mg.
Radio B . . .	38'7 min.	$\frac{9}{1000000}$ mg.
Radio C . . .	28'1 min.	$\frac{7}{1000000}$ mg.
Radio C' . . .	$\frac{1}{1000000}$ seg.	$\frac{4}{1000000000000000}$ mg.
Radio D . . .	23'8 años	3 mg.
Radio E . . .	7'2 días	$\frac{1}{4000}$ mg.
Radio F . . . (Polonio)	202 días	$\frac{1}{15}$ mg.

La primera columna expresa el nombre del elemento, la segunda la vida media del mismo y la tercera la cantidad de cada substancia radioactiva existente en una masa de mineral que contenga una tonelada del elemento uranio. Las cantidades de elementos radioactivos se refieren a una tonelada de uranio, que en los minerales más ricos corresponderá cuando menos a 4 toneladas de pechblenda.

Examinando la tabla anterior se encuentra la perfecta explicación de dos hechos: 1.° del limitado número de elementos radioactivos *útiles*, a pesar de ser en total unos 42; y 2.° de la facilidad con que se pue de falsificar el radio.

8. Elementos radioactivos útiles.—Para que un elemento radioactivo, admita, como tal, aplicaciones prácticas, necesita tener bastante actividad, lo cual depende de dos factores: del número de partículas emitidas por segundo y de la velocidad de estas mismas partículas. Por este doble concepto el uranio I no sirve, porque su radioactividad es muy débil. Hace falta, además, que pueda disponerse de una cantidad bastante apreciable de elemento radioactivo: de aquí que se hayan de excluir el radio C′, radio C, radio B, radio A y uranio X_2, porque su vida media es cortísima y consiguientemente sólo se encuentran en cantidades infinitesimales en los minerales radioactivos: su extracción de ninguna manera sería remuneradora

Los elementos que a primera vista, por razón de su vida media, aparecen como explotables son, además del radio, el ionio, el uranio II y el radio D; pero el ionio emite partículas α de poca penetración (2'85 cm. de aire), el uranio II no ha sido posible separarlo del uranio I, y el radio D tampoco se ha podido separar del plomo. Los dos únicos elementos verdaderamente útiles de toda la serie son el radio y el polonio.

9. Los fraudes del radio.—El Dr. D. Ricardo Lozano, de Zaragoza, exponía en esta misma Revista el año 1922 (1) los fraudes del radio, refiriendo una conversación que tuvo con el Dr. Watsmer del *Instituto del radio*, de Ginebra, quien, a vuelta de otras cosas, le dijo que *los tubos de radio para medicina apenas si tienen radioactividad para más de dos años.* ¿Por qué? Es que en ellos o no hay radio o si lo hay es en cantidad mucho más exigua de lo que aparentemente figura. Cuando se compran 40 mg. de radio, por ejemplo, la casa vendedora garantiza solamente que en aquel tubito existe una cantidad de substancia radioactiva que emite entonces las emanaciones que emanarían de una cantidad de radio igual. Si fuesen realmente del elemento radio, su intensidad no sufriría disminución perceptible durante la vida de un hombre; pero si son de otros elementos radioactivos de vida media muchísimo más corta (v. gr. de polonio), entonces no es de maravillar que su intensidad decrezca con gran rapidez. Lo único eficaz para averiguar lo que allí hay, sería abrir el tubo y analizar su contenido: pero, fuera de que semejante análisis resultaría carísimo, la casa expendedora ya no acepta ninguna responsabilidad desde el momento en que se abra el tubo. Así que, lo más práctico sería tener el tubo en observación durante algún tiempo, para estudiar si su intensidad decrece: desde el momento en que esto se advirtiese, con seguridad que el tal tubo no contenía radio, sino otros elementos radioactivos.

(1) Véase IBÉRICA, volumen XVII, número 414, página 92.

Muchos habrán advertido, sin duda, que la fosforescencia de los relojes e imágenes luminosas disminuye con el tiempo. La razón es parecida. Estas substancias suelen ser productos, de suyo fosforescentes, cuya luminosidad se aumenta con la adición de algún elemento radioactivo. Si este elemento fuese el radio o alguna de sus sales, la fosforescencia no experimentaría disminución sensible; pero si, como suele suceder, es algún otro producto radioactivo de vida corta, su rápida desintegración hace que cese pronto la fosforescencia.

III. Desintegración artificial

1. Estabilidad del átomo.—Fuera de los elementos más pesados, el uranio y el torio, y, a lo que parece, también el potasio y el rubidio, aunque en mucho menor escala, la estabilidad de los núcleos atómicos es tal que en las condiciones ordinarias pueden transcurrir miles y aun millones de años sin experimentar la más pequeña alteración. Es que las fuerzas que mantienen unidas entre sí las diversas partes del núcleo son en extremo potentes, y por tanto se necesita una energía enorme para romper su estructura. El hecho mismo de la imposibilidad de alterar la velocidad de las transformaciones radioactivas en los elementos pesados, ni siquiera con los procedimientos físicos y químicos más poderosos, demuestra con harta claridad que esta desintegración cuenta como causa, no alguna acción externa, sino una energía interna muy superior a cualquiera de las que hasta el presente nos es dado obtener.

Sin embargo, con ocasión de los descubrimientos de la radioactividad, se ha venido en conocimiento de una cantidad de energía cinética muy superior a todas las demás conocidas, a saber, la de las partículas α. Estas partículas, de masa relativamente grande, son lanzadas con una velocidad que oscila entre 15000 y 20000 km. por segundo. Por tanto, su energía cinética resulta formidable. Baste decir que un miligramo de substancia caminando a la velocidad de 15000 kilómetros por segundo, tendría el mismo poder destructor que una bala de cañón de tonelada y media de peso lanzada a la velocidad de las balas ordinarias. La velocidad de las partículas α es unas 20000 veces mayor que la de una bala de fusil, por lo cual en igualdad de masa posee 400 millones más de energía cinética. Es ésta, por consiguiente, la mayor concentración de energía disponible en la actualidad.

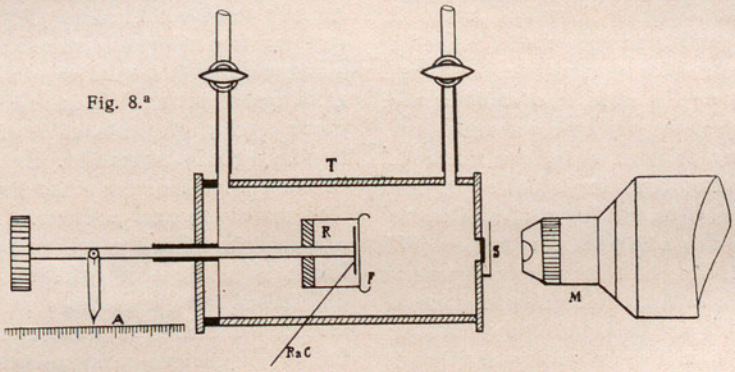
2. Partículas «H».—El ilustre profesor de Manchester, Rutherford, tuvo la genial ocurrencia de hacer actuar estas partículas sobre los átomos de los elementos ligeros, que él consideró más fácilmente destructibles que los pesados. Esta acción de las partículas α sobre la materia se ha llamado, con evidente propiedad, *bombardeo.* Las experiencias de Rutherford se han hecho famosísimas, y las vamos a relatar brevemente. Pero antes conviene exponer ciertos hechos que sirvieron al profesor de Manchester para el buen éxito de sus experiencias.

Marsden había observado en 1914 que, cuando las partículas α atraviesan una atmósfera de hidrógeno de un compuesto hidrogenado, se deja ver el centelleo sobre la pantalla de sulfuro de zinc, aun más allá de la distancia del recorrido máximo de estas partículas en el hidrógeno. Esta distancia *r* se conoce perfectamente por cálculo para cada medio y está dada por la fórmula

$$r = C \frac{1}{\rho} \sqrt{P}$$

en la que ρ representa la densidad del medio, P su peso atómico y C una constante. El recorrido máximo de las partículas α en el hidrógeno es de 28 cm. ¿Por qué, pues, más allá de los 28 cm. aparecía el centelleo sobre el sulfuro de zinc? Es que las partículas α, al chocar con los átomos de hidrógeno, los privaban del único electrón del núcleo, comunicándoles al propio tiempo una velocidad superior a la suya. El cálculo y la experiencia demuestran que la velocidad era 1'6 veces la de las partículas α incidentes y el recorrido 4 veces mayor: de modo que en atmósfera de hidrógeno alcanzaban una distancia de más de un metro (4×28 cm.). A estos núcleos de hidrógeno se los llama *partículas «H»*.

Fig. 8.ª



Parecido fenómeno de centelleo a una distancia mayor que la del recorrido propio de las partículas α fué observado en otros cuerpos. Al principio se creyó que era debido a impurezas del hidrógeno; mas luego, eliminando con la disposición que después se dirá, la posibilidad de que influyera el hidrógeno aun en el caso de encontrarse allí presente, llegóse al esclarecimiento del fenómeno que tanto llamó la atención de los primeros observadores.

3. Aparato de Rutherford.—Rutherford, y con él Chadwick, emprendieron una serie de investigaciones sistemáticas que todavía están siendo objeto de comentarios por parte de los físicos y químicos. A este fin Rutherford ideó un aparato (fig. 8.ª) consistente en un tubo T de latón de 3 cm. de diámetro, provisto de dos tubos con llave para conseguir la circulación de los gases desecados. En una de las extremidades del tubo se halla una abertura de 5 mm. de diámetro cerrada con una delgada lámina de plata, y delante de esta abertura, a la distancia de 1'3 mm., se ha dispuesto la pantalla *S* de sulfuro de zinc: el espacio entre la abertura y la pantalla de sulfuro permite colocar otras diversas pantallas absorbentes, de mica. Una corriente del gas estudiado, o de oxígeno que no produce *partículas «H»*, atraviesa constantemente el tubo *T*. El depósito radioactivo, manantial de las partículas α, que es de radio C, hállase repartido en la superficie de un disco de latón de 1 cm. de diámetro cuya distancia de la pantalla *S* puédese variar a voluntad y determinarse por medio de la escala graduada *A*. Si la substancia sometida al bombardeo es gaseosa, se la obliga a circular por el interior del tubo, como queda dicho. Si es sólida, se la coloca en *F* delante del depósito radioactivo, bajo la forma de láminas muy delgadas cuyo poder absorbente equivalga a 3'5 cm. de aire.

Con el fin de hacer actuar sobre la substancia partículas α de velocidades diferentes, se superponen al depósito radioactivo pantallas de oro o de plata de espesores convenientes. El conjunto de láminas y pantallas absorbentes de todo el aparato se calcula que equivalga a 32 cm. de aire: con lo cual no sólo se evita que ninguna partícula α llegue a la pantalla terminal de sulfuro de zinc (pues hasta el presente las partículas α utilizadas han sido de un recorrido de 4 a 9 cm. en el aire), sino que además se consigue que queden detenidas todas las partículas «H» provenientes del hidrógeno o de compuestos hidrogenados que, como impurezas, contuviese alguna de las partes del aparato, pues las tales partículas alcanzan un recorrido máximo de 29 cm.

Con todas estas precauciones sólo podían salir del aparato partículas cuyo recorrido fuese superior a 32 cm. de aire, las cuales al chocar contra las substancias fosforescentes producían un centelleo bien perceptible que permitía contar el número de impactos mediante el microscopio *M*, de poco aumento pero de mucho campo. Era preciso, además, evitar el influjo de las partículas β procedentes del depósito radioactivo, y para esto se colocaba todo el aparato en un campo magnético de grande intensidad que las desviaba por completo.

(Continuará)

IGNACIO PUIG, S. J.,
Profesor en el Instituto Químico de Sarriá.
Barcelona.

MONUMENTOS MEGALÍTICOS DESCUBIERTOS EN VIDIAGO

Descripción topográfica.—Esta zona oriental de Asturias, si bien la más angosta de la provincia, es también la más quebrada; montañas de gran altura y otras de mediana elevación crúzanla en todas direcciones.

Altas cimas y simas profundas, estrechos valles y tenebrosos barrancos, elevados picachos y encumbradas planicies; toda esta desigualdad de terreno, tan agradable a la vista por ofrecer tan diversas perspectivas, nos está hablando de las violentas sacudidas y enormes dislocaciones que sufrió la superficie primitiva de estos terrenos durante los tiempos postreros de la edad primaria.

Desde lo más alto de los Picos de Europa vienen escalonándose las alturas en esta zona, hasta terminar en la llanura costera donde se asientan las parroquias de Vidiago y Pendueles con sus filiales de Puertas y Buelna; y las mismas calizas carboníferas que forman la mole ingente de los Picos a 2500 metros sobre el nivel del mar, las hallamos en la Sierra del Cuera (1300 m.), y en la llamada Sierra Plana de la Borbolla (80 a 100 m.) y, por último, en esta planicie costera de Vidiago y Pendueles al nivel mismo del mar (véanse las figuras 1.ª y 2.ª).

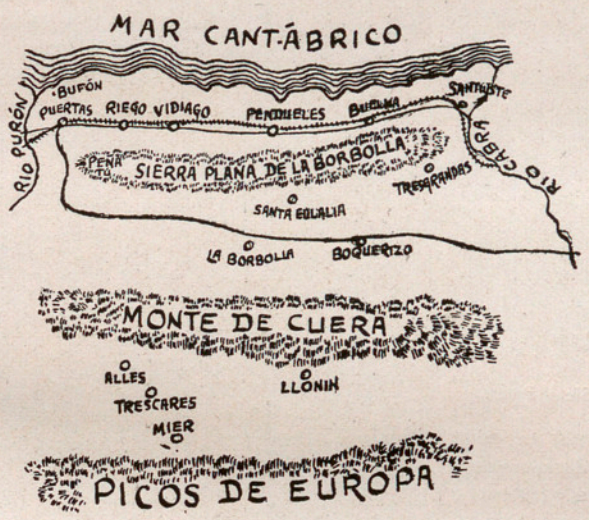


Fig. 1.ª Topografía de los lugares donde se encuentran los monumentos megalíticos *(Dibujo de J. Haces)*

Perspectiva hermosa y dilatados horizontes se ofrecen a nuestra admiración desde el pico Lillo, que es una de las más altas cumbres del Cuera. Al S, destacándose sobre una maraña de sierras y montes, los Urrieles, las Irlonas y el Naranjo de Bulnes, las crestas siempre nevadas de los Picos, los valles de Peñamellara con sus caseríos trepando por las vertientes. Al N, la inmensidad del Cantábrico y las sinuosidades de la costa en una tan larga distancia que se agota la potencia de los mejores prismáticos antes de abarcarla en toda su plenitud; desde el mar, suben en declive sierras y montañas como apuntalándose las unas a las otras, y sirviendo todas como de sostén o contrafuerte a la mole grandiosa de los Picos, y entre los repliegues de las montañas, vemos, en primer término, el llamado «valle oscuro» con los pueblos de la Borbolla, Carrango y Trepandas, después una altura terminada en vasta planicie y conocida con el nombre de Sierra Plana, y tras ella los vistosos caseríos de Vidiago y Pendueles, que se reflejan ya en las aguas inquietas y agitadas del Cantábrico.

Descendiendo ya a lo particular, bajemos de lo alto del Cuera y, situados en Vidiago, sea objeto de nuestra atención la llamada Sierra Plana, que sirve de límite en toda su parte N a la citada parroquia.

Dicha Sierra tiene una longitud aproximada de nueve kilómetros desde el río Purón hasta el de Santiuste y termina en una superficie totalmente plana. Impropiamente, dice Schulz, se le da el nombre de sierra: «es de advertir que el nombre de sierra aquí sólo quiere indicar la circunstancia de ser terreno estéril o por cultivar, puesto que la altura no pasa de unos cien metros» (1).

En la formación geológica del suelo de esta Sierra predomina la arenisca cuarcitosa y, dada la propensión de la arenisca y cuarcita a favorecer la formación de turba, se da aquí el caso de que la levísima capa de tierra vegetal que recubre la roca firme, es verdadera turba que se utiliza y explota como combustible.

En los campos de la Prehistoria es célebre esta Sierra Plana, por servir como de pedestal al ya famoso monumento de Peña Tú, que se yergue, en la parte más occidental, como colosal cabeza que atalaya la llanura y protege y vela por la paz de los muertos puestos bajo su cobijo.

Acrece hoy la importancia prehistórica de esta Sierra el nuevo e interesante hallazgo de buen número de monumentos megalíticos, que evidencian y confirman lo que hasta ahora se ponía en duda, esto es: que la civilización o cultura llamada de los *dólmenes* ha estado debidamente representada en Asturias y en toda la región cantábrica. Este nuevo descubrimiento, además, ha de prestarnos gran ayuda para rectificar o ratificar cuanto hasta ahora se ha dicho, escrito o divagado acerca de las pinturas rupestres de Peña Tú y significado e interpretación de las mismas.

Antecedentes.—Creo necesario, y juzgo interesará al lector, ponerle en antecedentes de mis primeras tentativas y pesquisas hasta dar con la clave de lo que siendo para mí, en los comienzos, un enigma, me proporciona la satisfacción de contribuir a los estudios de la Prehistoria española con un nuevo hallazgo.

Cuantas veces subí a las planicies de la citada Sierra Plana, otras tantas preocuparon mi atención

(1) SCHULZ.—«Descripción geológica de Asturias».

unos cuantos montículos que se destacaban sobre la superficie del terreno y que aparecían como distribuídos caprichosamente en todo lo largo y ancho de la planicie. De pronto los atribuí a la misma formación del terreno, considerándolos como uno de tantos fenómenos naturales.

Observé, más tarde, la semejanza y casi igualdad de unos montículos con otros y pude notar que no estaban distribuídos a capricho, sino que se agrupaban de tres en tres o de cinco en cinco.

Intrigado ya y acuciado por la curiosidad, indagué

Fig. 2.ª Vidiago visto desde Sierra Plana

y pregunté a personas ancianas de estos contornos, y los unos me decían «esos *coteros*—así llaman aquí vulgarmente a esos montículos o montones de tierra—son fuertes de cuando la francesada»; otros, retrocediendo en años, los atribuían a los moros, y algunos me decían que probablemente debía de tratarse de antiguos *caleros* u hornos para cocer la cal.

Como es natural, no me satisfizo ninguna de dichas explicaciones, ni yo podía suponer otras, puesto que estaba casi del todo ayuno de conocimientos en esta rama de la Prehistoria.

Hablando un día del asunto con mi respetado y venerable amigo el señor conde del Valle de Pendueles, me dijo este señor: «Pues mire usted; mi pariente el general Bustamante, a quien siempre llamaron la atención esos coteros y algo los estudió, se inclinaba a creer que fuesen del tiempo de los romanos y obra de los mismos».

Así las cosas, llega a mis manos un libro que, con expresiva dedicatoria, me enviaba el eminente polígrafo portugués Leite de Vasconcellos, y con la lectura de este libro y la del primer tomo de «Los Heterodoxos» de nuestro Menéndez y Pelayo, con más la del «Manuel d'Archéologie Préhistorique» de Déchelette—con que por aquel tiempo me obsequió una distinguida persona de todo mi aprecio—se me cayeron las escamas de los ojos y pude venir en conocimiento de que estos montículos de Sierra Plana, llamados aquí coteros (fig. 3.ª), pudieran ser antiquísimos sepulcros de la época *neolítica* (piedra pulimentada) o todo lo más del *eneolítico* (época del cobre). La forma externa de los mismos y sus dimensiones coincidían con los estudiados por Leite y llamados *mámoas* en Portugal, *morteiros* en Galicia, *motillas* en Andalucía, y que todos ellos pueden incluirse bajo la denominación genérica de *túmulos-dólmenes.*

Faltábame sólo la comparación directa, despejar el enigma removiendo la tierra que forma el montículo o *túmulo* hasta dar con el *dolmen* (cámara sepulcral), y para hacer este pequeño trabajo de exploración, que se vió coronado con el mejor éxito, prestóme módica ayuda la Diputación Provincial, a cuyas puertas llamé por la mediación valiosa de mi buen amigo don José María Saro.

Aclaración de conceptos.—Las teorías célticas relacionadas con los dólmenes están hoy completamente desechadas; aquella

Fig. 3.ª En el fondo los montes del Cuera. En primer término uno de los túmulos-dólmenes descubiertos en la Sierra Plana *(Fots. B.)*

creencia, que cundía y aun cunde entre mucha gente, de considerar los dólmenes como altares de sacrificio, en torno de los cuales y a la luz de la luna se celebraban las rituales danzas druídicas, no tiene, ni puede tener hoy consistencia, ya que se ha demostrado plenamente que los *dólmenes no son altares* ni *mesas de sacrificio*, sino *sepulturas* y, además, porque ocupan una vasta zona geográfica que comprende muchos lugares por donde no pasaron ni vivieron los celtas.

Considéranse estos monumentos megalíticos como típicos y peculiares de una cultura o civilización llamada de *los dólmenes*, que comienza en el período *neolítico*, continúa en el *eneolítico* y aun subsiste en plena edad de los metales. Es decir, que se les atribuye una antigüedad media de 2500 a 2600 años antes de Jesucristo, mientras que los celtas se cuentan en el siglo VI antes de Jesucristo.

Antes de entrar en la descripción de un *dolmen* y de un *túmulo-dolmen*, pudiera ser de algún interés para la mejor comprensión de lo que dicho queda, aclarar los conceptos de *neolítico* y de *eneolítico*.

El *período neolítico*, llamado también *período moderno de la piedra*, o época de la piedra pulimentada, lo define y concreta Obermaier diciendo: «La época neolítica comienza y se desarrolla, geológicamente hablando, en plenos tiempos actuales, sin que sea posible apreciar en nuestro continente modificaciones ulteriores de importancia respecto al clima y a la fauna».

«Desde el punto de vista evolutivo de la civilización humana, entramos en un mundo completamente nuevo; el hombre se hace sedentario, se rodea de animales domésticos, y alrededor de sus poblados se extienden los campos cultivados».

«La vida fijada definitivamente en estos lugares, favorece el desarrollo de la cerámica, inútil a causa de su fragilidad para el hombre esencialmente nómada y cazador (de la época anterior). El sílex tallado es, en gran parte, reemplazado por instrumentos de piedra pulimentada.» (1).

Relacionado con el mismo asunto, escribe Menéndez y Pelayo: «Con el período neolítico o de piedra pulimentada, entramos en un mundo nuevo, en que el hombre cazador se convierte en pastor y agricultor; en que, sin extinguirse la vida troglodítica, van quedando deshabitadas las cavernas, y las chozas se agrupan en poblados, y se fortifican las colinas naturales o artificiales y aparecen... las grandes construcciones megalíticas...; al arte de los cazadores de renos sucede el de los constructores de *dólmenes*... En la religión del hombre de los dólmenes impera, como en Egipto, la idea de la muerte y la devoción a los manes de los antepasados. Todos los monumentos religiosos de la época neolítica son cámaras sepulcrales» (2).

Por lo que hace referencia al período llamado *eneolítico*, nada hemos de decir sino que es el *período del cobre*, que sigue inmediatamente al *neolítico*, y que por no incluirlo de lleno en la época de los metales se le ha designado con la denominación dicha.

(1) Hugo Obermaier.—«El hombre fósil».
(2) Menéndez y Pelayo.—«Los Heterodoxos». Tomo I.

Fig. 4.ª Uno de los dólmenes descubiertos en Sierra Plana, Vidiago *(Fot. B.)*

Este período de cultura y civilización se diferencia muy poco del anterior período, y hemos de apelar a la mayor utilización de las figuras pintadas o esculpidas y a la forma y estructura de las construcciones megalíticas, para precisar las tres fases de *inicial*, *avanzado* y *final* con que se distingue el *eneolítico*, y que es muy difícil deslindar del *neolítico*.

Aclarados ya estos conceptos y fijada la fecha aproximada de la aparición de la cultura de los dólmenes, juzgamos necesario hacer algunas observaciones sobre los mismos.

Generalidades sobre los dólmenes. — Hemos dicho que los *dólmenes* no eran, como vulgarmente se creía, altares *druídicos*, ni estaban relacionados con la cultura de los celtas, sino cámaras sepulcrales de época mucho más remota, ya que se supone existían en un período que se remonta a 2500 años antes de Jesucristo.

A este propósito escribe Menéndez y Pelayo: «.....la hipótesis céltica extravió la investigación en el siglo XVIII y primera mitad del XIX, viendo en los dólmenes altares druídicos donde se habían consumado sangrientos sacrificios...; estos errores también tuvieron eco en España. Y sin embargo, Thomson, secretario de la Academia de Antigüedades Nacionales de Dinamarca, había demostrado que los dólmenes no son peculiares de los países en que hubo celtas, ni pertenecen a ninguna edad histórica; que no son sino sepulturas, casi todas del mismo tiempo...» (1). «Como reliquia de tan envejecido error—continúa el insigne polígrafo—quedan en la ciencia los nombres tomados de uno de los dialectos célticos modernos, con los cuales se designan estos monumentos megalíticos; como *menhires*, *cromlecs*, *dólmenes*, *cistas*, etc.

En lo que se refiere al origen de los *dólmenes* corren diversas opiniones, que parten todas de la existencia de esos *megalitos* en las épocas *neolítica* y *eneolítica*. Algunos las relacionan con las grandes construcciones sepulcrales del Oriente, y en su ruda arquitectura quieren hallar en nuestros *túmulos-dólmenes*, semejanza con las colosales pirámides que guardan las cámaras sepulcrales de los Faraones».

(1) Menéndez y Pelayo.—Obra citada.

Quieren otros suponer la existencia de un pueblo llamado de los *dólmenes*, una raza nómada que recorrió el mundo, dejando en todas partes estos *megalitos*, como huellas de su paso. Teoría ésta, completamente desechada, pues han demostrado los estudios antropológicos que el tal pueblo, dicho de los *dólmenes*, pudo tener comunidad de cultura, pero en modo alguno comunidad de raza.

Y, por último, afirman algunos que estas construcciones dolménicas no son sino reproducción de las grutas naturales que sirvieron de sepulturas a los hombres de los períodos paleolítico y epipaleolítico.

En cuanto a la distribución geográfica de los dólmenes podemos, siguiendo a Déchelette, localizarlos en la India, en Siria, en Crimea, en la costa septentrional del mar Negro, en el África del Norte, en España, Francia, Islas Británicas, Holanda, Alemania del Norte, Dinamarca y Suecia.

En la Península ibérica, abundan en Portugal y Galicia, y escasean, sin embargo, hasta ahora, en Asturias y en la Montaña; en nuestra provincia se citaban tan sólo la existencia de *túmulos* en Boal, y como más importante el *dolmen* de Santa Cruz, en Cangas de Onís, que ya en el siglo XVI fué objeto de curiosidad para Ambrosio Morales, y de él hace mención en su *Viaje Santo*. Últimamente ha sido explorado y estudiado por mi distinguido amigo el Conde de la Vega del Sella, quien ha conseguido, además, indicar la situación probable de otros tres *dólmenes* en aquellas proximidades, y presupone la existencia de ellos en la región oriental de Asturias, «hoy escasísimos—dice—pero es muy posible que ello sea debido en parte a la destrucción...» (1).

Fig. 5.ª. Monumento megalítico de Peña Tú

Las construcciones dolménicas son muy sencillas; grandes piedras sin labrar colocadas horizontalmente y formando un sepulcro, cubierto, a su vez, con grandes piedras planas; y para impedir toda profanación, una vez depositado el cadáver en la cámara dolménica, se señalaba, en torno de ella un círculo de piedra de veinte o más metros de diámetro, cuyas piedras sólo tenían por objeto contener la tierra con que en forma piramidal se recubría el *dolmen*, que quedaba así protegido y soterrado bajo el *túmulo* de tierra.

Los «coteros» o túmulos-dólmenes de Sierra Plana.—Previas estas nociones y armados de pico y azada, subamos a la planicie de la Sierra y veamos cómo se destacan en aquella llanura de nueve kilómetros, los montículos, *coteros* o túmulos en cuestión. Son ellos en número de treinta y uno y agrúpanse en porciones de tres o de cinco; casi todos tienen un diámetro de veinte a veinticinco metros, con una altura de tres en el centro o cúspide.

Los hemos recorrido todos y observamos que algunos han sido removidos; sin duda merodearon por aquí los buscadores de tesoros, devotos de la lectura del libro de San Chiprián, y turbaron la paz de estos sepulcros e hicieron airarse a los manes funerarios sin encontrar nada de lo que codiciaban.

Al cabo, escogemos al azar uno de los *coteros* que ha podido librarse de la codiciosa curiosidad, y empezamos nuestra labor de comprobación e indagación. Excavamos en el perímetro y nos encontramos con el círculo de piedras, allí colocadas, y en tal forma, para servir de muro de contención a la tierra. Avanzamos cavando hacia el interior y, al cabo, tras no pequeña jornada, encontramos el *dolmen* (fig. 4.ª). Lo que allí hemos puesto al descubierto coincide, en todas sus partes, con las *mámoas* portuguesas, con las *motillas* de Andalucía, con los *morteiros* de Galicia, con el *dolmen* de Santa Cruz de Cangas: estamos, pues, en presencia de un *túmulo-dolmen*, de treinta y un *túmulos-dólmenes*, y tenemos ante nuestra vista una vasta necrópolis *megalítica* protegida, amparada por los *manes* funerarios representados en las pinturas rupestres de *Peña Tú*.

Y este hallazgo acrece en interés y abre nuevos campos a la investigación de la Prehistoria asturiana, porque a buen seguro que en todas las planicies de las sierras que, al igual que ésta, corren paralelas al Cantábrico, irán sucediéndose tales necrópolis, y ese vacío de civilización o *cultura de los dólmenes* irá colmándose en Asturias y la Montaña.

No hemos podido ahondar en nuestras investigaciones, ni hacer una exploración ordenada y sistemática, cual fuera nuestro deseo, para recoger material arqueológico en el cribado de las tierras. No se agotaron nuestras fuerzas y nuestros entusiasmos, pero se agotó nuestro caudal, y esperamos la ayuda solicitada de la Junta Superior de Excavaciones, que no sabemos si algún día llegará.

Cuando, esclarecida ya la cuestión y con pleno convencimiento de lo que afirmaba, di cuenta a Madrid, en relación escrita, de la existencia de tales *dólmenes* en la Sierra Plana de esta parroquia de Vidiago, acogíase, con reservas, mi afirmación. Parecía—y en realidad lo era—un caso tan raro, que casi

(1) CONDE DE LA VEGA DEL SELLA.—«El Dolmen de la Capilla de Santa Cruz».

se tomaba por increible, y abonaba esta suposición mi corta experiencia y escasos conocimientos en estas materias. El hecho, sin embargo, era cierto de tal manera que ante la evidencia hubieron de rendirse los técnicos y profesionales de la ciencia prehistórica.

En uno de los días más calurosos de este verano me honraron con una visita los señores Conde de la Vega del Sella y Obermaier, quienes, como buenos enamorados de la ciencia y sin temor a las molestias del calor—que aquel día era asfixiante—subieron en mi compañía a la Sierra y, no sin admiración, hubieron de convenir conmigo y corroborar que se trataba de un hallazgo interesante, de verdaderos *dólmenes,* de una vasta *necrópolis megalítica,* sin duda alguna emparentada con el célebre monumento de Peña Tú.

Cuando, entonces, recibí las sinceras enhorabuenas y felicitaciones de los dos citados señores, sentí santo orgullo y muy honda satisfacción de haber tenido ocasión de contribuir con mi pequeño grano de arena a esa obra tan vasta y complicada de reconstrucción de la Prehistoria de nuestra región asturiana.

Transcurridos pocos días de esta visita, el citado Conde me dice que habiendo subido a la sierra que va desde Ribadesella a San Antolín, había podido distinguir once montículos, en un todo semejantes a éstos de Sierra Plana. Y pudiera ser que en todas las sierras costeras del Cantábrico semejantes a éstas, se repitiese el mismo fenómeno, ofreciendo así todavía anchos y dilatados campos a nuevas investigaciones.

Época aproximada de estos túmulos-dólmenes. —No es fácil de precisar, en tanto no se haga una exploración detenida de los mismos. El material arqueológico allí soterrado ha de decirnos si han de incluirse en el período *neolítico o eneolítico.* Yo, hasta ahora, he podido recoger una punta de flecha de piedra pulimentada: si, en escarbes posteriores abundan instrumentos de la misma naturaleza y nada de cobre o metal, habrán de incluirse en el primero de dichos períodos.

En tanto no se haga este detenido estudio, los supondremos de la época *eneolítica,* contemporáneos del de Sta. Cruz de Cangas y de Peña Tú.

Las pinturas rupestres de Peña Tú. —En el año 1914, Hernández Pacheco, Cabré y el Conde de la Vega del Sella, escribieron, en colaboración, un estudio sobre estas pinturas de Peña Tú. De dicho estudio reproducimos lo siguiente:

«*Descripción del paisaje y lugar que ocupa Peña Tú.*—La Peña, que se divisa claramente desde la vía férrea y carreteras que pasan cerca de ella, está próxima a la aldea de Puntas, del Concejo de Llanes (Asturias), al N de ella... La estación de ferrocarril más próxima es la de Vidiago en la línea férrea del Cantábrico, estación que dista de la Peña unos tres kilómetros».

Fig. 6.ª El ídolo de Peña Tú

«Tiene el peñón forma irregular, siendo aproximadamente tan alto como ancho, con una altura de unos seis metros por el lado N y de unos ocho por la parte del S, pues la montaña sobre que se asienta desciende en rápido talud hacia este lado... En la cara del Este presenta dos salientes en forma de dosel, los cuales están superpuestos... Estos salientes dan origen a dos concavidades o abrigos, resguardados de los vientos y temporales... El abrigo inferior ofrece en la pared del fondo una superficie casi plana, en donde aparece grabada y pintada la composición...» (1). (Véase la figura de la página anterior).

Dado por supuesto que en el país fuese siempre conocido con el nombre de «Cabeza del gentil» (figura 6.ª), es lo cierto que de cuanto de ella se ha escrito y en las diversas interpretaciones que de la misma se han dado, lo único que tiene fundamento real es que se trata de un ídolo y, precisamente del llamado y ya conocido *ídolo neolítico;* ídolo que en dicha figura está representado, única y exclusivamente por los dos círculos separados por una raya vertical que se ven en la parte superior y que figuran los ojos y nariz de una cara cuyo contorno va marcado con arcos.

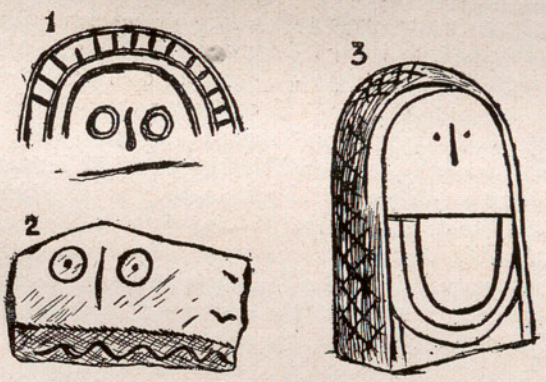


Fig. 7.ª El ídolo de Peña Tú (1), comparado con el que perteneció a la primera ciudad de Troya (2) y con el ídolo de Creto, Portugal (3) *(Dibujos de José Haces)*

A este ídolo así considerado—prescindiendo de todos los demás dibujos que luego estudiaremos—no se le encuentra parecido con ninguno de los ídolos franceses o españoles, que se consideran coetáneos del mismo y, sí sólo se asemeja al ídolo de Creto (fig. 7.ª, 3) (Portugal) estudiado por Leite de Vasconcellos, y ambos a dos, a su vez, guardan cierta analogía con otro ídolo que, al decir del polígrafo portugués, pertenece al tiempo de la primera ciudad de Troya (2) (fig. 7.ª, 2).

(1) «Las pinturas prehistóricas de Peña Tú».
(2) LEITE DE VASCONCELLOS.—«O archeólogo portugués».

Todos los demás dibujos que aparecen en la composición de la figura llamada «Cabeza del gentil», son susceptibles de varias y más o menos caprichosas interpretaciones. Para H. Pacheco, Cabré y Sella, las curvas y los trazos oblicuos, verticales, horizontales y en zig zag que sirven como de marco al ídolo, forman la indumentaria del mismo; una túnica con los correspondientes adornos sobre ella, los mantos que cubren la figura y que suponen indicados «uno por la línea en zig zag y el otro superpuesto por el espacio más externo que contornea la figura y está relleno con trazos transversales».

Parten estos señores del supuesto de que el tal ídolo de Peña Tú no tiene carácter funerario, no es el ídolo protector y guardián de los sepulcros. ¿Por qué? «...por no haberse encontrado esqueletos o utensilios prehistóricos en sepulturas inmediatas que hubieran llamado la atención de los numerosos rebuscadores de tesoros que en torno de la peña han excavado; por hallarse situado en lugar dominante, en lo alto de una montaña desde donde se abarca gran extensión de territorio...». Por estas razones se inclinaron a creer que el monumento de Peña Tú, no es un monumento funerario, sino un monumento erigido a la memoria o en honor de algún jefe guerrero, o también algún monumento nacional del pueblo que habitó la comarca.

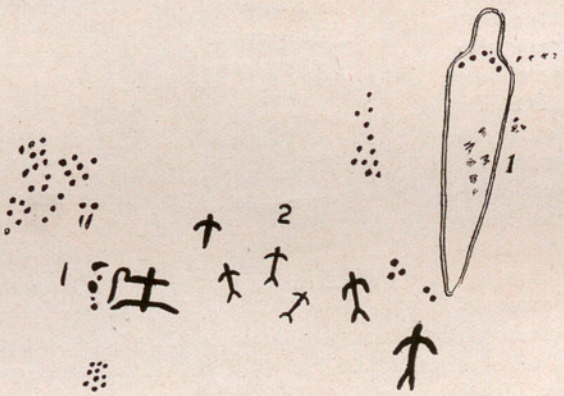


Fig. 8.ª El llamado puñal (1) y figuras humanas estilizadas (2)

Previa esta hipótesis, es necesario suponer al tal guerrero ataviado con túnicas y mantos y considerar como un puñal el signo que aparece en la figura 8.ª, 1. Y, previas todas estas hipótesis, que se suceden las unas a las otras, surge espontánea la cronología de Peña Tú, que se cronometra, más que por la estilización de las figuras, por el puñal que se supone de cobre y que cae, por lo tanto, en el pleno o final del eneolítico.

Nuestra opinión sobre el ídolo de Peña Tú.— Reconozco mi incompetencia para terciar en estos asuntos, y nada me sorprendería se me presentasen objeciones que demostrasen no ser cierta mi opinión. En tal caso yo me rendiría a la evidencia, pero entre tanto, permítaseme discurrir y argumentar, que de la discusión sale la luz, y si ésta es siempre necesaria, lo es mucho más para caminar por estas oscuras moradas de la Prehistoria, donde hay que andar a tientas las más de las veces, o lo que es igual edificando sobre apriorísticos principios.

Dícese: 1.° el ídolo de Peña Tú, llamado «Cabeza del gentil» no es ninguna divinidad funeraria, porque de serlo, en torno suyo hallaríanse sepulturas de las cuales fuese guardián y protector; 2.° luego, si no es divinidad funeraria, es monumento levantado a algún guerrero notable o a algún jefe de tribu, una especie de monumento nacional; y en este supuesto, con túnicas y mantos más o menos exornados se atavía el supuesto jefe o guerrero, y como señal de su poderío se supone cabe él un puñal de cobre.

Según este modo de discurrir, el tal ídolo será divinidad funeraria si en su derredor se hallan sepulcros puestos bajo su custodia y amparo; en toda la planicie de Sierra Plana, en cuyo extremo más occidental se yergue Peña Tú, hemos hallado hasta treinta y un túmulos-dólmenes, esto es, una extensa necrópolis megalítica; luego el ídolo llamado «Cabeza del gentil» no es personificación de un guerrero ni jefe de tribu alguna, sino el ídolo neolítico, la divinidad funeraria, para la cual es accidental la túnica, el manto y los atributos guerreros, que parecen necesarios tratándose de inmortalizar a un guerrero o a un jefe.

Partiendo, no ya del supuesto, sino de la realidad del carácter funerario del tal ídolo, discurro así: en el caso de que tal ídolo fuese personificación de un guerrero distinguido o jefe de una tribu, podemos suponerle con lujoso atavío de mantos y de túnica y de armas; como no es tal, sino personificación del ídolo funerario, guardián de los sepulcros, en este caso, las rayas curvas y rectas, oblicuas, verticales y horizontales, que se interpretaban como atavíos del guerrero, hemos ahora de interpretarlas y creerlas como atributos propios de tal divinidad, y así yo conceptúo el conjunto de la figura como una sepultura dolménica cuyas piedras están excavadas con dibujos de la época, y la piedra que recubre el sepulcro, aparece cortada en su parte superior por donde asoman los grandes ojos con que el ídolo atalaya y guarda la necrópolis dolménica puesta bajo su amparo y protección.

Y, en este caso, tratándose de tal ídolo, huelga suponer un puñal, lo representado en la figura 8.ª, 1, que si este puñal fuera adecuado tratándose de inmortalizar a un guerrero, cuando se trata de personificar el *manis* de los sepulcros, más le cuadra a la tal figura el ser sepulcro recién abierto o, si se quiere, hacha pulimentada, la cual, es frecuente hallar como amuleto en los enterramientos neolíticos y en las cámaras dolménicas.

En la figura 8.ª, 2, están representadas un grupo de personas humanas estilizadas; son ellas en número de siete y la una diferénciase de las demás en la mayor abertura de los brazos y de las piernas y por llevar en la mano derecha algo que muy bien pudiera

ser o representar un hacha enmangada, pero que hasta ahora se cree o supone sea un báculo o cayado.

Explicando esta figura, dicen unos: «En nuestra opinión, el conjunto representa una danza ritual, en que las seis primeras figuras son los danzantes, como se deduce por la posición de los brazos y la inclinación de unas figuras en relación con las otras, marcando distintas posturas de la danza dentro de una actividad general. El personaje del báculo significaría el director de la danza o el personaje principal de ella» (1).

«Teniendo presentes—dice a su vez Cabré—las investigaciones modernas, creo ahora también que representa una danza ritual funeraria la composición de Peña Tú. La figura grabada que, en un principio creímos, dada su forma, indicaba un puñal, creo más bien debe ser una sepultura indicadora de un enterramiento, en cuya memoria se hicieron dichas pictografías, simbolizando la imagen de la derecha la divinidad generatriz, a la que dirigieron sus invocaciones en el sepelio y confiaron el cadáver los deudos del enterrado; el signo puñal, el sepulcro; la escena humana la danza fúnebre» (2).

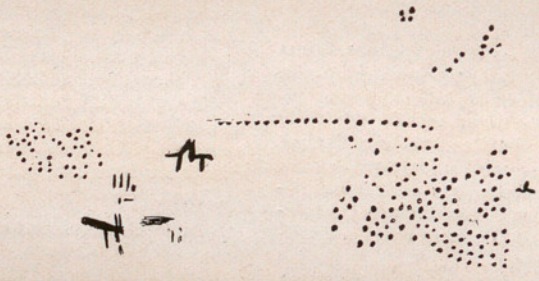


Fig. 9.ª Los signos de puntos de las pictografías de Peña Tú

Tímida y respetuosamente voy a exponer mi opinión respecto a este grupo de estilizaciones humanas: yo creo que más bien que una danza ritual o macabra, significa el conjunto una escena fúnebre; las seis figuras que dicen representan danzantes, las considero seis sepultureros o constructores de sepulturas; en este caso huelga considerar a la otra figura como director de tal danza, sino más bien como un cadáver, un difunto, representada su rigidez cadavérica en la máxima abertura de brazos y piernas con relación al tronco; rigidez que no les fuera fácil expresar si brazos y piernas cayesen verticalmente, pues en este caso se confundirían con el tronco. El llamado báculo, supongo más bien sea un hacha enmangada que ha de acompañar al difunto hasta el sepulcro.

Y vamos a terminar con algunas consideraciones sobre los grupos de puntos que se ven en la figura 9.ª Con referencia a estos puntos de las pictografías de Peña Tú, leemos: «Ignoramos cuál puede ser el significado de tales agrupaciones puntiformes, no habiéndose dado, hasta el presente, explicación satisfactoria que aclare lo que representan tales signos... Sólo queremos hacer constar que tales manifestaciones pictóricas aparecen, con gran constancia, desde el auriñarence hasta el comienzo de la edad de los metales...»

«...las puntuaciones—dice Cabré—lo ignoro, pero quizá simbolicen, según algunos creen, el número de concurrentes a la ceremonia o a los varios actos que se hicieron en memoria del difunto...»

«...los puntos—dice refiriéndose a estas mismas pictografías de Peña Tú el P. Ibero—no pueden significar espectadores, porque, en una misma figura, no deben iguales objetos representarse diversamente» (1).

Este mismo autor sienta la suposición de que los tales puntos signifiquen o quieran representar piedras. Y, en esta suposición con referencia al asunto que nos ocupa, escribe: «Al lado y arriba hay túmulos de piedra, donde yacen los cadáveres de otros jefes menos principales. Las piedras esparcidas por el cuadro son las acarreadas para formar sobre la tumba un túmulo gigantesco. El camino continuado de piedras podría significar el de enlace de unos y otros túmulos, a fin de que los difuntos conserven su unión social, tanto más que era creencia que en la otra vida continuaba la diversidad de clases como en la presente».

Sin que compartamos esta explicación que el P. Ibero da de las puntuaciones, sí hemos de anotar que cuando dicho jesuíta escribía tal suposición, nada sabía del descubrimiento de los túmulos hallados en las proximidades de Peña Tú.

Resumiendo, para terminar, lo que últimamente hemos escrito sobre las pinturas rupestres de Peña Tú e interpretación de las mismas, podemos afirmar que, basándose cuanto se ha escrito sobre dicho manuscrito, acerca de la edad y período del mismo, en la creencia de que se trataba de un monumento erigido a la memoria de un guerrero o jefe de tribu, y pareciendo, ahora, que no es tal, sino un monumento funerario, sólo podremos cronometrarlo e incluirlo en determinado período, cuando, debidamente explorados algunos de los túmulos de Sierra Plana, el material arqueológico que se recoja nos sirva de prueba y argumento concluyentes para tal demostración.

JOSÉ F. MENÉNDEZ, *Pbro.*
Correspondiente de la R. A. de la Historia.
Vidiago.

(1) «Las pinturas prehistóricas de Peña Tú».
(2) CABRÉ.—«Arte rupestre gallego y portugués».

(1) J. M. IBERO, S. J.—«Sepulcros antiguos de Oña». Razón y Fe. Agosto. 1923.

BIBLIOGRAFÍA

El petróleo.—Su historia, origen, geología, química, exploración, explotación, comercio, monopolio y legislación, por *Rufino Duque*, director gerente de la Compañía Hispano-británica de petróleos, S. A. Un volumen de 232 páginas, con 81 grabados. Carrera de San Jerónimo, 51. Madrid. 1923. Precio, 15 ptas.

Muy útil e interesante, y la única en su género escrita en España, es la obra que acerca del petróleo publica don Rufino Duque, muy competente en cuanto se relaciona con tan precioso combustible.

En esta obra, inspirada en los más recientes trabajos de los ingenieros y geólogos modernos, empieza su autor tratando de la naturaleza y caracteres del petróleo, y después de interesantes datos relativos a la producción mundial del petróleo bruto y de los yacimientos y la edad geológica de éstos, entra a estudiar la parte correspondiente a la química del petróleo, composición, destilación, usos, derivados del petróleo ruso, derivados livianos, aceites para alumbrado, aceites lubricantes, aceites para calefacción, derivados del petróleo americano, y termina con un resumen de los productos de la industria del petróleo.

Expone luego el autor las teorías acerca del origen del petróleo, y se ocupa después en lo referente a la geología de este mineral. La parte que se refiere a la explotación del petróleo, es la que puede considerarse como la más importante de la obra, y en ella se describen las distintas explotaciones que existen en diversos países. Se dedica otra parte de la obra a la legislación vigente y a todo lo relativo al comercio del petróleo en los principales países productores, que son Norteamérica, México, Rusia y Rumanía. (Véase la nota que publicamos en otra parte de este número).

Completan tan interesante obra varios anejos sobre leyes y reglamentos para la concesión de terrenos petrolíferos, y algunas indicaciones sobre las manifestaciones petrolíferas en España.

Ethnographie sismique et volcanique, ou les tremblements de terre et les volcans dans la religion, la morale, la mythologie et le folklore de tous les peuples, par le *comte de Montessus de Ballore,* directeur du service sismologique du Chili. Ouvrage couronné par l'Acad. des Sciences. Un vol. de VIII-206 pag. Librairie Champion. 5, Quai Malaquais. Paris. 1923.

Esta obra, debida al que fué distinguido colaborador de esta Revista, conde de Montessus de Ballore, arrebatado prematuramente a la Ciencia (IBÉRICA, vol. XIX, n.° 476, pág. 278), acaba de publicarse bajo el cuidado del ilustre matemático, vizconde Montessus de Ballore, hermano del difunto conde.

En sus constantes investigaciones acerca de los volcanes y terremotos, estudios en que se había especializado brillantemente, pudo el autor recoger una multitud de pormenores relativos a creencias y supersticiones populares referentes a esos fenómenos geológicos. Alguno de los trabajos con que honró esta Revista contienen curiosos ejemplos de ellos. (Volumen XVIII, n.° 455, pág. 349).

Fruto de paciente labor, es este libro un verdadero arsenal de conocimientos, que pueden servir de base para otros estudios especiales. En el curso de sus investigaciones pudo el autor observar la diseminación por todo nuestro globo de las mismas o análogas creencias populares relativas a terremotos y volcanes, y relacionar a veces pueblos y razas muy diversas. Trata también el autor de ciertas teorías pseudocientíficas, que se fundan en algunas creencias populares para explicar estos fenómenos, y que las investigaciones más recientes no han logrado aún extirpar.

Está dividida la obra en tres partes: *Las Ciencias disfrazadas* (Geología sismológica, Meteorología sísmica, Astronomía y Astrología sismológica, Cosmología sismológica); *El Animismo* (Los animales en Zoología sismológica, Mitología sismológica y volcánica, etc.), y *Creencias y prácticas religiosas y supersticiosas.*

Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1924. Gauthier-Villars, éditeurs. Quai des Grands-Augustins, 55. Paris. 1923. Prix, 6 fr.

Forma este anuario un grueso volumen de XII-658 páginas, con 5 mapas celestes en colores, 3 mapas magnéticos de Francia, 3 mapas de África septentrional y 3 planchas de espectros. Siguiendo el mismo plan que en los años anteriores, se halla dividido en cinco capítulos principales, que son: Calendario; Tierra; Astronomía; Pesos y medidas, y Datos físicos y químicos. Además contiene gran número de datos relativos al tonelaje de los buques y a cuestiones de óptica, acústica, mineralogia, etc., y dos noticias biográficas: la de Abraham Breguet, por E. Picard, y la de Luis Favé, por E. Fichat.

Completan el volumen, que constituye una pequeña enciclopedia científica, tres artículos: «El problema de la hora, su evolución y su estado actual», por G. Bigourdan; «Las distancias de las estrellas» y «La obra científica de Copérnico», por M. Hamy.

Exploitations forestières et scieries, par *Marcel Le Bouteiller.* Un vol. de 308 pag. avec 178 fig. Dunod, éditeur. Rue Bonaparte, 92. Paris. 1923. Prix, 16 fr.

Las aplicaciones de la madera son muchas y muy variadas. Esta obra trata, de modo claro y eminentemente práctico, de todas estas aplicaciones, precedidas de útiles nociones preliminares referentes a la constitución y composición química de la madera. Consta de dos partes principales: *la explotación forestal* y los *aserraderos.*

Cuantos se hallen interesados en la explotación de las maderas o en las industrias derivadas de ellas, encontrarán en esta obra una guía muy útil y práctica.

Estadística Minera de España formada y publicada por el Consejo de Minería.—Año 1922. Un vol. de XVI-596 páginas, ilustrado con varios mapas, planos y láminas. Madrid. 1923.

Siguiendo el plan de los anteriores, se divide este volumen (además de una introducción en que se hace el resumen de la producción minera en el ramo de laboreo y en el de beneficio) en tres secciones, que tratan respectivamente del estado y movimiento de la propiedad e industria minerometalúrgica, producción minerometalúrgica por sustancias, y datos y noticias de cada provincia en particular y de los establecimientos del Estado.

Anuario de la Asociación de Arquitectos de Cataluña. Año 1923. Barcelona.

Además de los datos que suele publicar este interesante Anuario, contiene el volumen correspondiente al año 1923, un hermoso trabajo sobre la disposición estática del templo de la Sagrada Familia, escrito por nuestro colaborador don Domingo Sugrañes, y otros trabajos ilustrados sobre las construcciones escolares de Barcelona, el teatro de la ciudad, etc.

SUMARIO.—Laboratorio de ensayos de la Mancomunidad de Cataluña.—El mapa nacional ⊠ Cuba. Entrega de una bandera al «Cristóbal Colón» ⊠ Sir J. Pereira.—A. Eiffel.—Estadísticas de la hulla y del petróleo.—II Conferencia internacional sobre redes eléctricas.—Regulación automática de la temperatura.—Creciente empleo del molibdeno.—Acad. de Ciencias de París ⊠ La desintegración de los elementos, *I. Puig, S. J.*, Suplemento.—Monumentos megalíticos en Vidiago, *J. F. Menéndez, Pbro.* ⊠ Bibliografía