

IBERICA

EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS Y DE SUS APLICACIONES

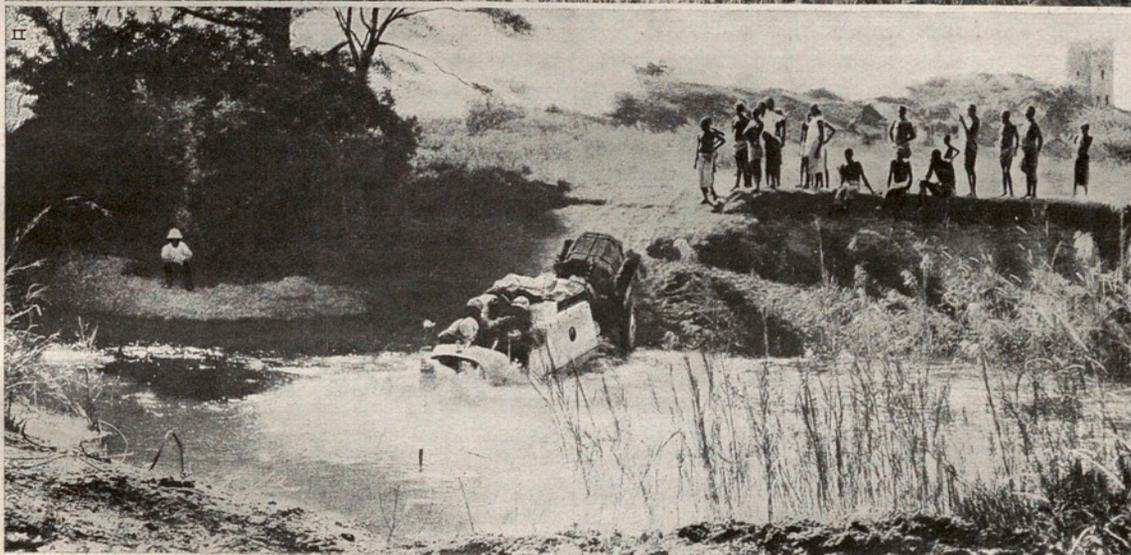
REVISTA SEMANAL

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

AÑO XII. TOMO 2.º

28 NOVIEMBRE 1925

VOL. XXIV. N.º 604



DE ARGELIA A MADAGASCAR EN AUTOMÓVIL

I. Los expedicionarios atravesando la manigua que separa Iringa y Karonga (Tanganyica y Nyassaland) - II. Paso de un torrente en el territorio portugués de Mozambique - III. La marcha por la ribera occidental del lago Nyassa se hacía, en algunos trayectos intransitables, por dentro del mismo lago (Véase la nota de la pág. 324)

Crónica hispanoamericana

España

I Congreso nacional de Pesca.—El 21 del pasado octubre se celebró en Madrid el primer Congreso nacional de Pesca, organizado por los armadores pescadores. La sesión inaugural tuvo lugar en el Círculo de la Unión Mercantil, bajo la presidencia del vicealmirante marqués de Magaz, a quien acompañaban en el estrado el subsecretario de Marina, el director general de Pesca, el presidente del Congreso y los directores generales de Navegación y Abastos.

El presidente señor Tejero manifestó en su discurso el agradecimiento de los industriales pesqueros hacia los actuales poderes públicos, que se preocupan y estudian estos importantes problemas, como lo demuestran las recientes disposiciones en favor de la pesca, de las cuales se hizo eco *IBÉRICA*, n.º 600, página 265. Desde hace doce años—dijo—los armadores luchan no sólo por mejoras que impulsen su industria, sino también por hacer valer sus derechos. Expuso el señor Tejero la importancia de esta industria que ocupa lugar preferente en la economía nacional.

No obstante representar la pesca una riqueza nacional de más de 500 millones de pesetas anuales, su desarrollo tropieza con grandes dificultades, la primera y principal a causa de los temporales. Los transportes ferroviarios para el pescado son excesivamente elevados. Insiste el señor Tejero en la necesidad de dotar convenientemente a los servicios de pesca, con el fin de conseguir la misma perfección que en el extranjero, donde se facilitan a los armadores cartas de navegación con la predicción del tiempo.

El marqués de Magaz agradeció el reconocimiento que el presidente del Congreso hizo de la atención prestada por el Gobierno a los problemas de la pesca, y recordó que el Directorio ha fundado una Dirección de Pesca, disgregando estos servicios de la Dirección de Navegación; ha legislado en favor de los pósitos marítimos y en otra reciente disposición dió facilidades a la navegación de altura para el abastecimiento de carbón por medio de pósitos. Invitó por último a los congresistas a que laboren en pro de una finalidad práctica del Congreso, pues las peticiones justas serán atendidas por el Gobierno.

El señor Vega Seoane pronunció breves palabras y recomendó que, como el objeto principal del Congreso era constituir una Federación de armadores, se activase este proyecto con el fin de tratarlo en la sesión plenaria.

El Congreso, al que asistieron más de trescientos representantes de toda España, se dividió en las 5 secciones siguientes: Transportes y solución de la crisis actual. Impuestos y arbitrios, abastecimientos y protección arancelaria. Intensificación de la pesca. Puertos y bolsas de pescado e industrias del frío. Organización nacional y tratados internacionales.

Entre las conclusiones más interesantes del Con-

greso se cuentan las siguientes: Pedir la creación de escuelas que puedan conceder títulos de patrón y capitán de pesca con los suficientes conocimientos técnico-náuticos, para poder mandar un buque. Solicitar del Directorio que nombre una Comisión permanente de información para la construcción de puertos pesqueros, habilitándose en todos los puertos una parte para la pesca. Solicitar el mantenimiento íntegro del régimen de los depósitos de mar, flotantes y francos, de carbón, y de los terrestres, en aquellos puertos que no permitan los primeros. Que se amplíen los beneficios de la ley de comunicaciones y construcciones marítimas a los vapores pesqueros de altura, concediendo primas y exenciones a la construcción de los inferiores a cien toneladas. Que se mantenga el principio de soberanía, proclamado desde 1770, en las aguas jurisdiccionales, a seis millas de la costa. Que las bolsas de pescado no sean objeto de monopolio ni admitan intervención de los Ayuntamientos, ni estén sujetas a arbitrio ni impuesto alguno sobre el pescado que por ellas pase, siendo consideradas como servicio nacional. Que se conceda libertad completa en la instalación de las fábricas de hielo y en la de cámaras frigoríficas, señalándose para unas y otras una zona en los puertos, solicitando además que el Estado conceda una subvención indirecta; que desgrave a la industria en proporción a la producción; igualmente, que las compañías ferroviarias sean las que tengan vagones frigoríficos, y que se incluya la industria del frío bajo la protección del Estado, declarándola, como al hielo, artículo de primera necesidad.

El 31 de octubre se celebró la sesión plenaria y quedó constituida la Federación de armadores de buques de pesca.

La sesión de clausura, celebrada el mismo día, la presidió el director general de Pesca, quien dió a los congresistas la seguridad de que las conclusiones anteriores serán bien recibidas por el Directorio, el cual les prestará el apoyo necesario para su realización, teniendo en cuenta la importancia de estos problemas para la economía nacional.

Inauguración de un nuevo trozo del metropolitano Alfonso XIII.—El 21 de octubre último se inauguró oficialmente el trozo Puerta del Sol-Quevedo de la línea Ventas-Quevedo de este metropolitano.

En el vol. XXIII, n.º 538, pág. 66, publicamos un plano general de las líneas en explotación y en construcción de dicho metropolitano, y allí podrán ver nuestros lectores el trazado del trozo inaugurado, de 2238 m., que es la prolongación natural del de Ventas-Sol, inaugurado el año anterior, y ambos constituyen la línea número 2, este-oeste, de 6054 metros de longitud total; ésta se complementará con el ramal que desde la plaza de Isabel II irá a la estación del norte.

El trazado arranca de la actual estación de la Puerta del Sol, sigue por la calle del Arenal, plaza de Isabel II, cuesta y calle de Santo Domingo, y plaza y calle ancha de San Bernardo, hasta Quevedo.

El desarrollarse gran parte de la línea por zonas del viejo Madrid, de enorme densidad de población, con calles estrechas en las que se acumulan los servicios de alcantarillado, de alumbrado, etc., unido a la circunstancia de que precisamente a lo largo de la calle de San Bernardo baja la arteria principal de distribución del canal de Isabel II, eran dificultades de importancia para la construcción del túnel. Además, el deseo de suavizar el trazado y de que todas las estaciones se hallen a poca profundidad, ha obligado a llevar el túnel por debajo de algunas casas de la calle de Arrieta y cuesta de Santo Domingo, a ejecutar operaciones de apeo y consolidación, a modificar la distribución del canal de Isabel II, antes mencionado, con su galería visitable, etc.

En la actual estación de Puerta del Sol, se abren al público los accesos del nuevo trozo y los de su correspondencia con la línea Cuatro Caminos-Sol-Vallecas. Las cinco estaciones del nuevo trozo son: Isabel II, Santo Domingo, Noviciado, San Bernardo y Quevedo, todas ellas de fácil y cómodo acceso, y enclavadas en las zonas de más tráfico, a una distancia media de 448 metros entre sí.

Estas estaciones son del tipo corriente, a excepción de la de Isabel II, que en realidad consta de dos estaciones adosadas y al mismo nivel: una, la de la línea Sol-Quevedo, de longitud normal de 60 metros, con dos andenes de 3 m., y la otra más reducida, 45 m. y un solo andén, para el ramal a la estación del norte.

Las restantes estaciones son de tipo normal, de 60 metros de longitud y dos andenes de 3 m., y se han construido teniendo presentes las futuras ampliaciones de la red; así, pues, en la estación de Santo Domingo, se ha previsto el cruce con la línea de la Gran Vía y el acceso suplementario a esta importante arteria; en la de San Bernardo, el cruce y correspondencia con la línea de los Bulevares; por último, la estación de Quevedo, hoy terminal y con una vía de maniobra de 115 metros de longitud, permitirá en su día la prolongación de la actual línea Ventas-Sol-Quevedo.

Siguiendo el criterio establecido en el metropolitano desde su creación, al construir cada línea se ha procurado que las nuevas ampliaciones de la red subterránea para atender al futuro Madrid, no sólo sean posibles, sino que se realicen sin interrumpir ni modificar la normal explotación de las líneas en servicio.

El tiempo empleado en el recorrido Sol-Quevedo, incluyendo el de parada en las estaciones intermedias, será de cinco minutos, y el del total recorrido Ventas-Quevedo, de quince minutos.

Las populosas barriadas que se extienden a uno y otro lado del recorrido Sol-Quevedo, tan congestionadas hoy de tráfico, quedan ahora enlazadas rápida y económicamente de modo directo con la zona este de Madrid, y a través de la fácil correspondencia en la estación del Sol, con las densas barriadas que se hallan servidas por la línea Cuatro Caminos.

América

Chile.—*Situación de los ferrocarriles del Estado.*—Chile posee una red de ferrocarriles de 9084 kilómetros, de los cuales la mitad, por lo menos, pertenece al Estado y el resto a distintas compañías particulares: una chilena, con 599 km. de líneas, y las demás, de nacionalidad inglesa, con 3494 kilómetros de longitud.

Generalmente, los ferrocarriles del Estado, cuyo capital de primer establecimiento es de 30 millones de libras esterlinas, han saldado con déficit sus ejercicios anuales.

El último año, el exceso de los ingresos sobre los gastos ha sido de unas 3000 libras, pero esta suma es insuficiente para cubrir las cargas financieras, alimentar los fondos de reserva y atender a los gastos de renovación y amortización.

Las tarifas se han aumentado varias veces desde primero de año, y últimamente se han recargado el 15 por 100 para hacer frente al aumento de salarios concedidos al personal. Los recargos de las tarifas de transportes con relación al año 1914 son de 184 por 100 en la parte norte, y 304 por 100 en la parte sur. La explotación no da signo alguno de mejora, y la opinión ejerce presión sobre los Poderes públicos para que el Estado arriende los ferrocarriles a una compañía particular.

La administración está procediendo a realizar algunas mejoras, especialmente en la electrificación de ciertas vías de montaña. Lleva electrificados ya 250 kilómetros de línea, entre otras la de Santiago a Valparaíso por Llai Llai, y a los Andes, punto término del trasandino, que enlaza la red chilena con el Atlántico (Buenos Aires). Ha adquirido 39 locomotoras eléctricas en Estados Unidos de N. A. y ha encomendado material de transporte a la industria alemana. Además, una casa chilena debe construir 2000 vagones de mercancías.

Se está construyendo una línea de un metro de ancho entre Iquique y Pintados, que tendrá 130 kilómetros de longitud y rampas de 1/33. Esta vía debería estar terminada desde hace tiempo, pero el Gobierno no ha conseguido contratar un empréstito para concluir su construcción, y es probable que dentro de poco tenga que decidirse a cederla a una compañía particular.

El ferrocarril central chileno está igualmente en suspenso. La compañía inglesa que se encargó de su construcción ha desistido de continuar los trabajos, y el Estado, por su parte, ha tenido que rechazar una petición de concesión procedente de otra compañía chilena.

Por otra parte, la falta de medios financieros obliga al Gobierno a diferir la ejecución de diversos proyectos, particularmente la construcción de la sección Antofagasta-Salta del trasandino, cuya sección argentina debiera terminarse hasta Huaytiquena en el corriente año.

Crónica general

Wilfrido Kilian.—Acaba de fallecer en la plenitud de la vida uno de los más grandes campeones de la Geología, W. Kilian, nombre grato para los españoles, pues estudió algunos terrenos y fósiles patrios.

Nació en 1862 en Alsacia. Hizo sus primeros estudios en Estrasburgo y pasó a la Escuela Alsaciana recién fundada en París, donde alcanzó la licenciatura en la Sorbona. Allí se formó oyendo a los grandes maestros Friedel, Fouqué, Bertrand, Velain, y trabó amistad con su condiscípulo, también alsaciano, Emilio Hang, hoy insigne geólogo.

En 1885, con ocasión de los terremotos de Andalucía, la Academia de Ciencias de París envió una comisión, y Kilian fué infatigable compañero de viaje y de estudios de Marcelo Bertrand.

Luego emprendió el estudio de la montaña de Lure para su tesis doctoral, que sostuvo en París en 1888, la cual le puso de golpe al nivel de los mejores geólogos. Un año más tarde fué enviado a Grenoble como auxiliar de la cátedra de Geología, que tuvo más tarde en propiedad durante 30 años.

La labor científica de Kilian es enorme. Sus publicaciones alcanzan a casi un millar de notas. Recorrió todos los Alpes y trazó su tectónica admirablemente. Especializóse en el estudio del jurásico superior e infracretáceo, y publicó un largo trabajo sobre los ammonites cretáceos.

En el reciente Congreso de Grenoble, que celebró la Asociación francesa para el Progreso de las Cien-

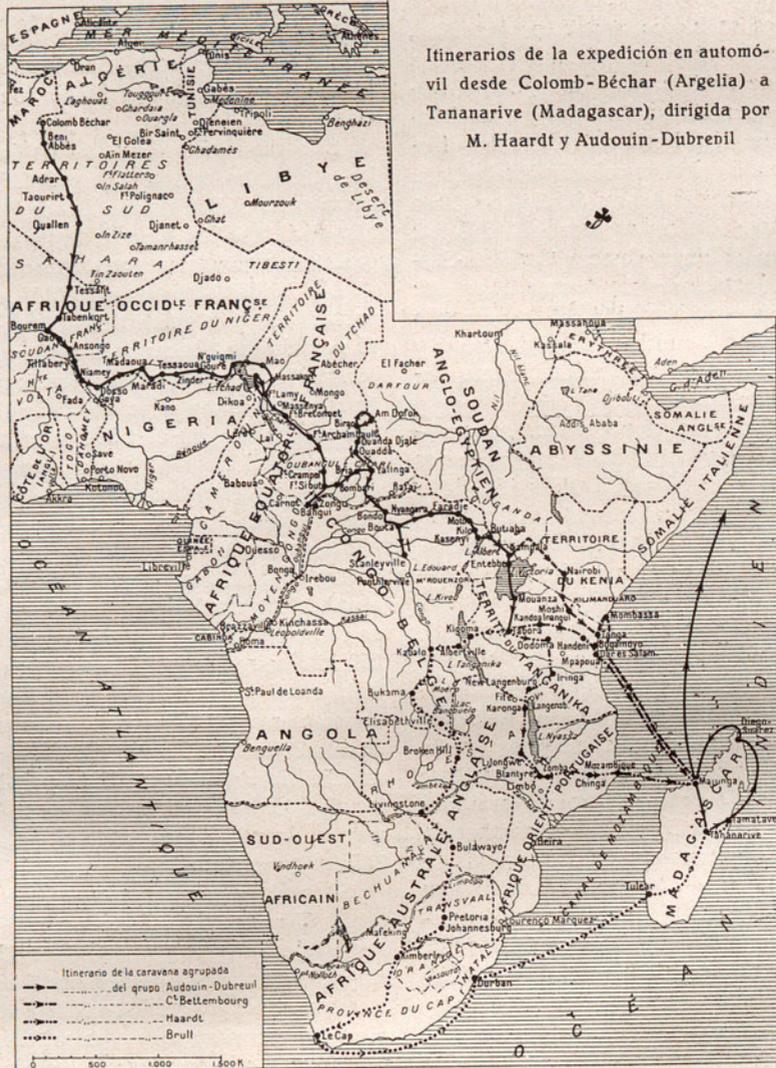
cias, desempeñó papel importante, pronunciando un bello discurso en la sesión solemne de apertura y presidiendo la sección de Geología.

Fueron muchos los premios y distinciones que alcanzó. Su tesis de doctorado le valió el premio Fontannes; en 1899 fué laureado de la Academia de Ciencias de París (premio Delesse), y fué elegido corresponsal en 1909 y socio en 1919. En 1922 recibió la medalla Gandry: la mayor recompensa de la Sociedad Geológica. Poco antes de morir estaba en Alsacia con sus compañeros de la Sociedad Geológica, y allí contrajo una enfermedad maligna que en 12 días lo llevó al sepulcro.

De él dice su amigo Pedro Termier: «Una vida bellísima de sabio, digna de ser presentada como modelo a nuestra juventud estudiosa, una muerte consciente y sin embargo exenta de angustias y como iluminada por la esperanza: tal fué en su peregrinación sobre la tierra, la historia de Wilfrido Kilian».

De Argelia a Madagascar en automóvil.—En 1923, una expedición de automóviles Citroën, dirigida por M. Haardt, realizó la hazaña de cruzar el Sáhara desde el sur de Argelia hasta Timbuctu, hecho que se consideró entonces como un acontecimiento notable en la historia africana (IBÉRICA, vol. XIX, n.º 462, página 56). Los coches que verificaron aquel recorrido pertenecían al tipo Kegresse con ruedas del sistema caterpillar, descrito en el lugar citado de esta Revista.

Desde aquella fecha, el África ha sido cruzada en diversos sentidos por atrevidos expedicionarios automovilistas (IBÉRICA, vol. XXII, n.º 573, pág. 230), que



Itinerarios de la expedición en automóvil desde Colomb-Béchar (Argelia) a Tananarive (Madagascar), dirigida por M. Haardt y Audouin-Dubreuil

La caravana de ocho automóviles

y sus respectivos remolques en un alto del camino



en sus viajes de exploración sentían el anhelo, no de establecer un simple *raid*, sino de estudiar las nuevas rutas que el porvenir reserva allí al automóvil.

Una nueva y notable expedición acaba de ser llevada al cabo bajo el mando del mismo M. Haardt y de Audouin-Dubreuil, quienes partiendo el 28 de octubre de 1924 de Colomb-Béchar, al sur de Orán, entraron en Tananarive el 26 de junio pasado.

Esta expedición francesa transafricana no se proponía realizar una nueva proeza deportiva; su finalidad fué puramente científica, y por doquier donde los viajeros pasaron esforzaronse en recoger el mayor número de datos posible acerca de la geografía, etnografía, historia natural, costumbres, comercio, etc., de acuerdo con el programa trazado por el Ministerio de las colonias, el Servicio francés de Aeronáutica, el Museo de Historia Natural, la Sociedad Geográfica y otras entidades interesadas en la exploración científica de África. El viaje se realizó en 8 meses.

Además de los jefes de la expedición, M. Haard y M. Audouin-Dubreuil, la caravana se componía de otros 15 expedicionarios, repartidos en ocho coches, y entre los viajeros figuraban eminentes especialistas y varios mecánicos, operadores cinematográficos, etc.

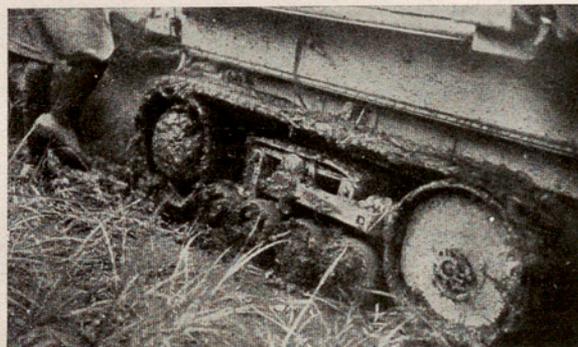
La misión constituía un conjunto dotado de poderosos medios de investigación como nunca se habían puesto al servicio de la ciencia en la exploración de África. Los remolques de los coches eran verdaderos laboratorios de estudio provistos de excelente material. Durante el viaje se obtuvieron 27 000 metros de película cinematográfica, más de 300 dibujos de gran interés etnográfico y zoológico, 100 cuadros de inspirados pintores con la reproducción de escenas de los países atravesados, más de 8 000 fotografías, gran número de colecciones de historia natural, geología, mineralogía, además de verificarse

importantes estudios acerca de la climatología, meteorología, higiene, enfermedades tropicales, etc.

Según el proyecto primitivo, la expedición debía terminar en Djibouti, en el mar Rojo; el cambio de ruta se debió a la intervención personal del presidente de la República francesa, quien llamó la atención a André Citroën y a M. Haardt acerca del aislamiento en que se hallaba Madagascar, y de la conveniencia que reportaría abrir nuevas vías de acceso desde las colonias francesas del Mediterráneo al Océano Índico y a la lejana posesión de Madagascar. Así pues, cuando solamente hacía un mes de la partida, y habiendo recibido plenos poderes para el cambio de ruta, M. Haardt decidió seguir las indicaciones del presidente francés, y la expedición se dividió en cuatro grupos de dos coches cada uno, con diversos itinerarios, conforme se señala en el mapa, para juntarse después todos en Madagascar.

Los expedicionarios aprovecharon la experiencia adquirida en anteriores viajes, y los coches fueron objeto de importantes perfeccionamientos. El aprovisionamiento de esencia, víveres, piezas de cambio, etc., fué cuidadosamente estudiado y contribuyó no poco al buen éxito de este *raid*, que vamos a resumir.

El 28 de octubre de 1924 salieron los 8 automóviles de Colomb-Béchar y el 9 de noviembre alcanzaron Bourem, después de haber seguido la ruta tradicional entre el África del Norte y el Níger, que utilizaron los marroquíes en sus invasiones históricas para destruir los imperios africanos, y que en el porvenir está destinada a ser la ruta obligada del turismo africano. El 24 de noviembre del mismo año los expedicionarios dejaron Niamey, y el 14 de diciembre consiguieron el lago Tchad. El 12 de enero de 1925 saludaron en Zongo a las autoridades del Congo belga, y más tarde penetraban en



Las ruedas de uno de los coches en el África ecuatorial

la gran selva ecuatorial hasta la frontera del Sudán angloegipcio, en Am-Dofok. En esta profunda selva, donde la vegetación crece lozana y espesa, abundan los leones, el hipopótamo, la jirafa y el antilope, que son objeto de grandes cacerías. La travesía de los ríos ofreció serios obstáculos a la caravana, y cada pasaje exigía resolver un problema difícil de transporte. Cuando el río presentaba suficiente caudal navegable y se encontraban barcazas apropiadas, se las utilizaba para el paso; de lo contrario, se construían balsas sostenidas por piraguas provistas de un cable de orilla a orilla, con ayuda del cual se halaban las balsas. En ocasiones muy raras se encontraban puentes, algunos en tan mal estado que no se juzgaba prudente atravesarlos, o bien tenían que construirse de nuevo. No faltaron situaciones críticas, que la presencia de ánimo de los expedicionarios venció sin contratiempos graves. El 12 de marzo, después de cubrir más de 9000 kilómetros, los expedicionarios alcanzaron Stanleyville, y el día 13 de abril llegaron a Butiaba, en el África oriental. En Kampala, los expedicionarios, que hasta entonces habían ido juntos, se separaron.

M. Audouin-Dubreuil, con dos automóviles, dejó a sus compañeros para dirigirse al Océano Índico por Uganda. El 14 de mayo llegó a Tanga y de allí pasó a Mombassa para embarcar con rumbo a Madagascar.

El resto de la expedición atravesó el Victoria Nyassa y se dividió en tres columnas. El mismo buque que conducía desde Mombassa al primer grupo, tomó también a su bordo en Dar-es-Salam al que mandaba Bettembourg. Los dos automóviles del ingeniero Brull se dirigieron hacia el Congo belga, la Rodesia, el Transvaal y la colonia del Cabo. El grupo dirigido por el jefe de la expedición, M. Haardt, que había tomado a su cargo el recorrido más difícil, siguió la ruta sur por Iringa y la orilla oeste del lago Nyassa. La travesía fué muy penosa, pues hallaron a su paso ríos caudalosos sin ningún puente para atravesarlos, regiones quebradas, terrenos pantanosos y comarcas cubiertas de altas yerbas, entre las cuales, para conservar la dirección, tenía que recurrirse a la brújula. En ocasiones, la marcha fué tan penosa que sólo se avanzaba unos 8 km. diarios. Mas al fin, el 14 de junio llegaron felizmente a Mozambique, a orillas del Océano Índico.

Ya en la isla de Madagascar, en Majenga, se reunieron los tres grupos Haardt, Audouin-Dubreuil y Bettembourg, dirigiéndose a Tananarive, capital de Madagascar, en la que se les dispuso un grandioso recibimiento. El grupo del ingeniero Brull llegó más tarde por haberse entretenido en la colonia del Cabo, donde asistió a la recepción del príncipe de Gales.

En conjunto los ocho automóviles han recorrido entre 16000 y 20000 km. a través del continente africano, el que han explorado minuciosamente con gran provecho para la ciencia, que es deudora a esta expedición de considerables datos y observaciones.

¿Es posible utilizar la energía calorífica de las aguas del mar?—Todos los cuerpos tienen temperatura mayor o menor, o, lo que es lo mismo, poseen una cierta cantidad de calor; y como calor y energía son la misma cosa, es evidente que en los cuerpos de la naturaleza, y en el agua del mar entre ellos, habrá almacenadas cantidades enormes de energía. Es, pues, muy natural, que se haya pensado innumerables veces en beneficiarla, transformándola en energía mecánica, cosa que en sí no envuelve repugnancia alguna. Pero para ello el cuerpo habrá de ceder una parte de su calor, o lo que es lo mismo, habrá de enfriarse; y esta cesión de calorías no es posible si no existe otro cuerpo más frío que pueda recibirlas. De manera que la posibilidad teórica del problema enunciado depende de que haya, o no, otro cuerpo cuya temperatura sea inferior a la del agua del mar. Una aplicación muy conocida de este principio la tenemos en la máquina de vapor y demás motores térmicos, en que hay siempre, en último término, transporte de calor de un cuerpo caliente a otro frío.

Esto es lo que se deduce también inmediatamente del llamado *principio segundo de la Termodinámica*, que suele enunciarse así: es imposible hacer pasar el calor de un cuerpo a otro que esté a temperatura superior, sin invertir en ello una cierta cantidad de trabajo mecánico. O más brevemente: es imposible el *perpetuum mobile* (movimiento continuo) de segunda especie. Este principio segundo se tiene por tan cierto como el principio primero, que se refiere a la imposibilidad del *perpetuum mobile* de primera especie, y puede enunciarse en forma sencilla diciendo que es imposible crear energía sin destrucción de una cantidad equivalente de calor y viceversa.

Tenemos, pues, que el problema propuesto es perfectamente compatible con este principio primero, pues no se trata de crear energía (como pretenden tantos ilusos que se dedican con el mayor ardor al famoso invento del movimiento continuo), sino de transformarla: y tampoco se opone al segundo, si disponemos de una *caída de temperatura*, es decir, si podemos echar mano de un cuerpo algo más frío, en cantidad suficiente. Y a este propósito viene muy bien una observación interesante: la energía *no se pierde*, pero sí se va *degradando*: las temperaturas de los diferentes cuerpos que existen en la naturaleza tienden a equilibrarse, y ha de llegar día en que reine en todo el universo una temperatura uniforme. En tal caso la provisión total de energía del mismo (energía actual y potencial) no habrá sufrido, ciertamente, disminución: pero será una energía enteramente inútil, por la imposibilidad de transformar la más pequeña parte de ella en energía mecánica.

Supuesta, pues, la posibilidad teórica del caso de que tratamos, examinaremos brevemente si el problema puede considerarse también como soluble dentro del estado actual del progreso alcanzado por la técnica.

En la superficie de todos los mares tropicales, y

aun en muchas de las zonas templadas, reinan temperaturas de 25°, o algo más, que se conservan poco menos que invariables durante todo el año; mientras que a profundidades de 200-400 m. la temperatura está constantemente por debajo de 10°: tenemos, pues, dos temperaturas distintas, entre las cuales podemos muy bien hacer evolucionar un motor. Para ponernos en el caso más favorable, escogeremos un sitio en que dicha diferencia o desnivel de temperaturas sea de 20°, y desde luego importa hacer notar que tanto el agua fría como la caliente estarían en cantidades prácticamente inagotables, sobre todo si, como es lo ordinario, existe una corriente marina por pequeña que sea. Estos 20° los supondremos reducidos a 15°, para tener en cuenta las causas posibles de pérdida, y encontraremos, aplicando el conocido principio de Carnot, que el rendimiento de una tal instalación sería $\frac{15}{25+273} = 5\%$ aproximadamente; muy inferior, por lo tanto, al 20% que se obtiene de una buena máquina de vapor y al 55% de los motores Diesel. Pero hay que tener en cuenta que el gasto de combustible sería nulo, y que por otra parte el calor se podría transmitir a la caldera en forma mucho más cómoda y eficaz que por medio de los productos de la combustión; y en definitiva, las cifras del rendimiento global serían bastante menos desiguales. Por lo demás, no hay que pensar que el motor pudiera funcionar con el vapor de agua; habría que emplear un líquido muy volátil, o un gas condensable tal como el anhídrido carbónico; el motor no sería más que la recíproca de una máquina de liqüefacción de dicho gas, cuya técnica ha progresado mucho en los últimos tiempos y no ofrece actualmente dificultad alguna.

Ocurre, con todo, preguntar: primeramente, si con los medios ordinarios de que disponemos sería posible conducir a la máquina, que suponemos instalada en la superficie, el agua fría de las profundidades; y en segundo lugar, si la vaporización y condensación a temperaturas tan distintas de las usuales exigirían aparatos de mucha superficie y de coste exagerado. En cuanto a lo primero, parece que la solución no sería difícil si se parte del principio de que tales instalaciones deberían ser flotantes y alejadas suficientemente de la costa (esquema adjunto): su anclaje a dichas profundidades no ofrecería, por lo demás, dificultades insuperables, como lo ha demostrado ya la experiencia en alguno que otro caso parecido. Habría, pues, que hacer descender verticalmente un tubo *T*, que podría ser de paredes muy delgadas, hasta la profundidad conveniente e instalar en su parte superior un propulsor *P*, que mantuviese dentro de él una corriente constante de agua fría. La fuerza motriz

necesaria para entretener este movimiento se limitaría a vencer el frotamiento (bastante pequeño si la velocidad no es mucha) y a vencer también una diferencia ligera de presión entre el interior y exterior del tubo, debida a la diferencia de densidades. Esta sobrepresión vendría representada, como es fácil de calcular, por una columna de agua que tuviera de 10 a 25 metros de altura, y representaría, por lo mismo, una porción despreciable de la energía producida.

En cuanto a la segunda pregunta u objeción, que se refiere a la magnitud y coste de la caldera *C* y condensador *C'*, supongamos para ambos un coeficiente de transmisión del calor de 5000 calorías por metro

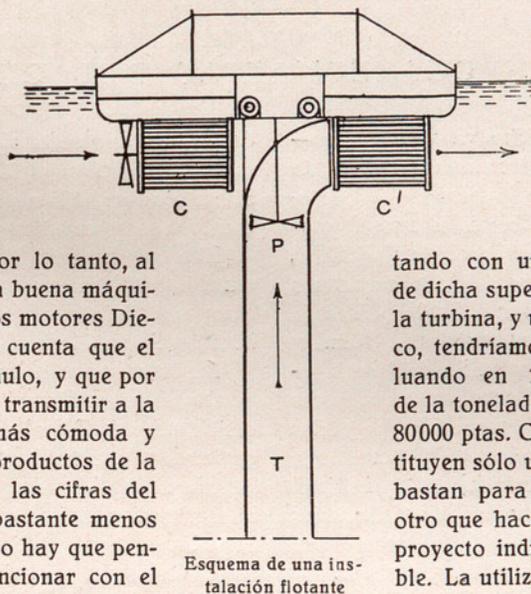
cuadrado y por hora. En las condiciones antedichas resultaría una superficie de caldera de 1'6 m.² por caballo, y una superficie igual para el condensador: una instalación de 1000 caballos, por ejemplo exigiría 1600 m.² para ambos. Con-

tando con unos 10 kg. por metro cuadrado de dicha superficie, unas 10 toneladas para la turbina, y unas 20 toneladas para el casco, tendríamos en junto 62 toneladas: evaluando en 1250 pesetas el coste medio de la tonelada, resultaría un coste total de 80000 ptas. Claro está que estas cifras constituyen sólo una aproximación grosera; pero bastan para nuestro objeto, el cual no es otro que hacer ver que por este concepto el proyecto indicado sería perfectamente viable. La utilización de la fuerza motriz desarrollada ofrecería sus dificultades. No se

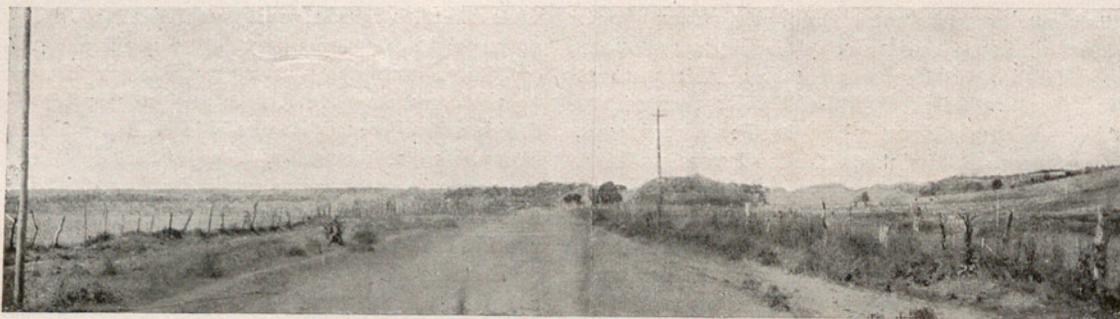
ha conseguido, ni hay probabilidad de que se consiga por ahora, la transmisión industrial de la energía a través del éter, pero la transmisión de grandes cantidades de energía a grandes distancias por medio de cables, es hoy perfectamente posible técnica y comercialmente. Tampoco habría dificultad en la explotación local de algunas industrias modernas que, sin exigir mucho espacio, ni material de mucho peso, consumen cantidades enormes de energía; como son, por ejemplo, las industrias de fijación del nitrógeno atmosférico y la fabricación del hidrógeno.

Establezcamos, finalmente, una comparación interesante. Contando con un rendimiento del 5%, cada metro cúbico de agua que pasase por el aparato transformaría en efecto útil $15000 \times 0'05 = 750$ calorías, que, como es sabido, corresponden a un trabajo de $750 \times 430 = 322500$ kilográmetros.

Este valor enorme representa naturalmente el máximo teórico, del cual no se podría pasar; pero estaría perfectamente justificada toda tentativa que se hiciese con la esperanza de aproximarse a él lo más posible. Para que una cantidad igual de agua produjera el mismo efecto, aplicada a una turbina hidráulica, habría de caer de una altura de 322 metros.



Esquema de una instalación flotante



El «montón de la tierra» (detrás del poste telefónico del centro del grabado), fragmento de la gran terraza que se extiende entre Alcolea y Córdoba. A la derecha, vía férrea, que abre trincheras en la terraza, la cual se divisa al fondo, desde el centro a la izq. de la fig.

LAS TERRAZAS CUATERNARIAS DEL GUADALQUIVIR

El Guadalquivir—se ha dicho ya tantas veces—discurre ciñéndose contra el glacis mariánico, al pie de la falla que corta por el sur la continuidad geológica y geográfica de la meseta ibérica, con sus formaciones antiguas de pizarras, gneis, granitos y pórfidos, ricas en yacimientos metalíferos, y con caracteres geográficos que tan opuestos son a los del país bajo o *depresión bética*, rellenada por terrenos de sedimentación marina, terciarios, con estratificación horizontal generalmente, constituidos por capas arcillosas con intercalaciones arenosas compactas, y pequeñas cuencas salobres y yesíferas: tal es el carácter de la Campiña por autonomasia, al cual hay que añadir el de su relieve, consistente en suavísimas ondulaciones y depresiones, que responden a la labor erosiva de los ríos y arroyos que por aquélla discurren.

Los sedimentos marinos de la Campiña, a pesar de su horizontalidad, tienen cierto desnivel, constituyen un plano inclinado desde las faldas de las sierras de Jaén, Mágina, Luque y Cabra, como si en los tiempos pretéritos los mismos ríos, o parecidos a los que hoy la atraviesan (citemos entre ellos el Guadajoz) hubiesen ido arrancando la «cáscara» de las citadas montañas, para rellenar con los detritus el brazo marino que por entonces ocupaba lo que hoy es la Campiña.

Claro está que de la Sierra Morena—mejor diríamos peldaño o escalón mariánico de la meseta ibérica—descendían, como

ahora, torrenciales corrientes; pero como quiera que la altitud suya no era mucho más acentuada que hoy, y en cambio las sierras meridionales alcanzaban elevación muchísimo mayor que en la actualidad (pues lo que de ellas queda es poca cosa comparado con lo que fueron, ya que se han desgastado rápidamente),

de la lucha entre los ríos procedentes de dichas sierras meridionales y los torrentes formados en la Sierra Morena, salieron victoriosos los primeros, más caudalosos y constantes, y de mayor desnivel.

Ello se ha traducido en el hecho de que el canal marino bético fuera estrechándose, pero no de cualquier modo, sino avanzando hacia el N (acercándose hacia la Sierra Morena) la orilla meridional (1).

Fenómenos geológicos inmediatamente anteriores a la aparición del hombre dieron lugar a la apertura del estrecho de Gibraltar y a que se cerrase la salida que el canal marino ha tenido por lo que hoy es costa de Murcia y Alicante. Pero prosiguió—y prosigue hoy, y proseguirá siempre—la labor de los ríos, arrancando tierra por arriba; transportándola a lo largo de sus cursos, depositándola en su final; sus aguas tenían que salir, reunidas ya, por alguna parte; dicho se está que el conjunto de las limas líquidas es el río Guadalquivir actual.

Hemos aludido a la aparición del hombre. Y con ella, implícitamente, está hecha la alusión a otro fenómeno interesante de la historia terrestre: constituye lo que pudiéramos decir el suceso que acaba de transcurrir, o que está transcurriendo, el punto móvil a lo largo de la recta infinita de los tiempos, el hecho cotidiano, presenciado por nosotros, pero que al instante se transforma en suceso histórico. Aparece el hombre;

las crestas de nuestras montañas, sobre todo la Sierra Nevada (2), tal vez las de Cazorla y Segura, están cubiertas de nieves eternas que nutren a gran número de glaciares. Y las de Jaén, Mágina, Luque, etc., tienen mayor elevación que hoy día; las nevadas son frecuentes también en ellas; y, en general, el clima es más húmedo.



Terraza del Guadalquivir, ribera derecha, inmediatamente aguas arriba del puente de Alcolea. Cortijos enclavados en ella. Al fondo, la Sierra Morena

Ya podemos calcular qué es en ese remoto momento el Guadalquivir: un gran río, como hoy el Po, casi como el Rin, o mejor como el Ródano (3). Sus aguas turbias proseguirían la labor de fraguar las hendiduras de Marmolejo, Montoro, Pedro Abad, Vi-

Estas terrazas, aluvionadas por el Guadalquivir, forman parte de lo que los geólogos llaman diluvium, terreno diluvial o sencillamente cuaternario.

Veamos ejemplos de ellas. Después estudiaremos su estructura.

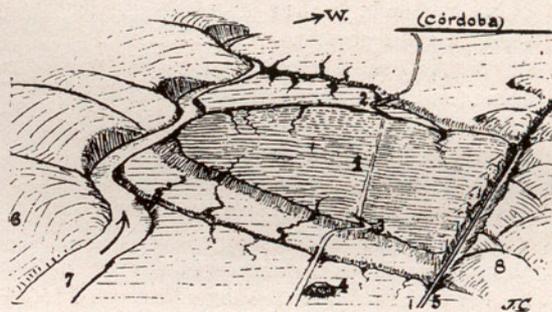
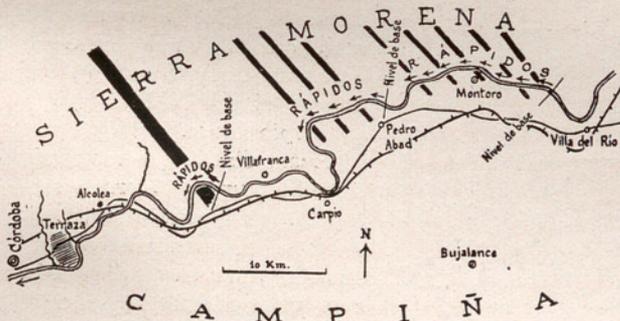
Localización de los retazos de la terraza cuaternaria del río Guadalquivir



llafranca y Alcolea, a guisa de muescas abiertas entre las astillas de la sierra Morena; en los puntos intermedios, como Villa del Río, El Carpio, los Llanos de Alcolea, y desde Córdoba hasta el mar (con el refuerzo de otro importante río, el Genil), el Guadalquivir

El «Cañaveral» (Villa del Río) es una gran terraza cuaternaria, en la ribera derecha del Guadalquivir.

Entre Villa del Río y Montoro, el tren, a medio camino entre ambas estaciones, tiene que abrirse paso, mediante trinchera, a través de un montículo,



El tramo de rápidos del curso medio del Guadalquivir al cortar los contrafuertes de la Sierra Morena, cuya dirección herciniana es oblicua a la de aquél

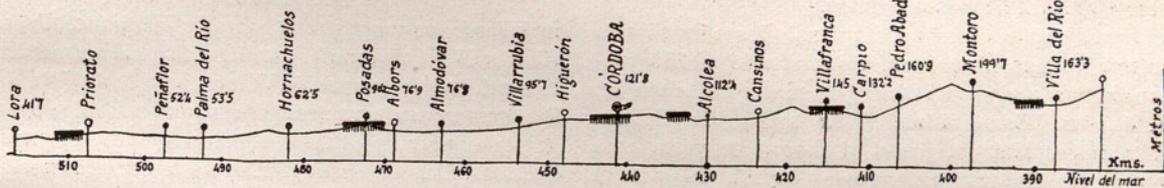
1. Terraza fluvial entre Alcolea y Córdoba - 5. Vía férrea
6. Horizontes terciarios - 7. Río Guadalquivir - 8. Lomas paleozoicas de los contrafuertes de Sierra Morena

va depositando desde entonces los detritus procedentes de las montañas de su cuenca, formando plataformas, andenes en perfecta o casi perfecta horizontalidad.

que la carretera general salva mediante ligera cuesta. El montículo es plano, raso, como todos los que vamos a enunciar.

Pero tales detritus, aunque en apariencia se con-

La hidroeléctrica Mengemor está al pie de un andén, sobre el cual se levantan las edificaciones de



La nivelación de la vía férrea (M. Z. A.) de Madrid a Sevilla, entre Villa del Río y Lora del Río, y sus nivelaciones con la terraza cuaternaria del Guadalquivir. Las estaciones de Villafraanca, Córdoba y Posadas, están situadas sobre una misma línea de pendiente. Terrazas entre Villa del Río y Montoro, entre Alcolea y Córdoba, y entre Priorato y Lora, que coinciden con dicha línea de inclinación

funden con los terrenos de la Campiña, nada tienen que ver con ésta; los restos fósiles ya jamás son de origen marino—dientes de peces, erizos de mar, conchas, frecuentes en los terrenos campiñeses—, sino de naturaleza terrestre o continental: restos de elefantes cuaternarios, e incluso del hombre prehistórico.

aquella colonia industrial; este andén está constituido por gravas.

El nuevo ramal de carretera entre El Carpio y Pedro Abad pasa junto a un manchoncillo de gravas (enclavado detrás de la fábrica de harinas de Gavi-lán), que por cierto se explota para extraer piedra.

La estación de Villafranca y el pueblo también están sobre sendos andenes o cornisas, terrazas, en una palabra, por cuyo fondo corre el río; los torrentes que bajan de la áspera y desnuda serrezuela de Villafranca se abren paso a través de los antiguos detritus adosados a ella.

Los cortijos enclavados junto al antiguo tramo de carretera general que hoy día está sustituido por la gran recta de los Llanos de Alcolea, descansan sobre otro retazo de gravas antiguas.

Mejor conocidos que estos parajes son los montículos situados inmediatamente aguas arriba del Puente de Alcolea, en la ribera derecha del Guadalquivir, con varios cortijos, alguno de los cuales fué propiedad de un célebre torero cordobés.

Mucho mejor aun lo es el conocido «*montón de la tierra*»; la planicie situada sobre la vía férrea, a mano derecha marchando de Alcolea a Córdoba, y, sobre todo, el dilatado llano al cual asciende la carretera general por la *cuesta de la Lancha* y la *cuesta de Rabanales*; todo esto está análogamente constituido por arcillas, gravas y arenas cuaternarias (4).

Pero qué: la parte moderna, o ensanche, de la ciudad de Córdoba, es una prolongación ideal de esta última planicie, lo mismo que los terrenos de la Electromecánica, y otros siguiendo hacia poniente.

Por la ribera izquierda, el Guadalquivir corta en unos sitios los terrenos genuinamente campiñeses, descubriendo ingentes paredes de tonos azulados, mientras que en otros ha respetado los restos de la misma terraza cordobesa, como sucede a 200 metros aguas arriba del puente metálico de la vía de Andaluces. Esta misma, a la salida de Valchillón, hacia Málaga, junto al disco, atraviesa otro recorte de terraza cuaternaria depositada por el Guadajoz.

El viajero descubre, entre Villarrubia y Almodóvar, a lo lejos, mirando hacia el sur, dos largos retazos seguidos, cubiertos de arbolado, que contrastan con los rastros de la margen izquierda del río en que se hallan. La estación del Higuero está sobre otra terraza.

Entre Almodóvar (estación) y el pueblo hay grandes bancos de gravas endurecidas.

Nuevamente en la izquierda del Guadalquivir,

frente al Castillo de Almodóvar, otro retazo, con algunas encinas dispersas.

Junto al río, al pasar por el apartadero Albors, obsérvanse los aluviones en la trinchera del ferrocarril.

El pueblo y la estación de Posadas radican sobre otro andén o terraza; el tren asciende a ella por suave pendiente, corre por la pequeña llanura y desciende otra vez, ciñéndose a otros varios retazos cortados por los arroyos.

La finca Moratalla (Hornachuelos) está enclavada, en lo que se ve desde el tren, sobre otra terraza.

Antes de entrar en Palma del Río (en dirección hacia Sevilla), ábrese paso la vía mediante trinchera a través de aluviones.

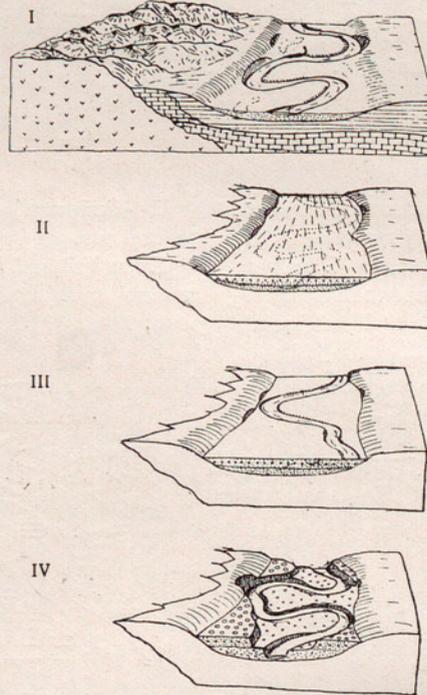
Entre el Priorato y Lora del Río se observa admirablemente otro largo retazo o escalón, descansando sobre la terraza actual, que allí corroe el Guadalquivir de cerca, a medida que éste se ahonda a lo largo de su propio cauce.

Hasta ahí lo que hemos observado, muy a la ligera, durante nuestros repetidos viajes. De sobra se comprenderá que cabe ahondar y precisar mucho más, a la vista atenta y despiciosa del terreno y sin dejar de la mano nuestro admirable mapa topográfico a 1:50000.

A partir de Alcolea, las terrazas están a un nivel uniforme, con declive hacia poniente, según la propia dirección del río Guadalquivir hacia el océano.

A pesar de los resaltes que el Guadalquivir salva al hender las astillas de la Sierra Morena,

fraguando los congostos u hoces de Villafranca, Pedro Abad y Montoro (puntos citados en sentido opuesto a la corriente), la terraza de Villafranca y la de Villa del Río, sumamente caracterizadas, a nuestro juicio, parecen concordar en altura con las de Alcolea, Córdoba, Posadas, etc., y no independizarse de éstas, como debiera ocurrir, dado que dichas hoces separan varios tramos escalonados del río, independientes entre sí, perturbando la regularidad de su desnivel. Ello plantearía un pequeño problema, a saber: si en la era cuaternaria estaban ya fraguadas dichas hoces, en lugar de datar desde ésta. Más que plantearlo, confirmaría nuestra impresión de que las hoces del Guadalquivir, como la que el Tajo describe en torno a Toledo, datan de la segunda mitad de la era terciaria, cuando a consecuencia de un movimiento positivo



Fases cuaternaria y actual de un río con terrazas. I. Río que discurre al pie de un escalón de rocas antiguas, hendiendo los terrenos terciarios que descansan sobre la serie secundaria. - II. Inundación del valle fluvial a consecuencia del deshielo acaecido a fines de la era cuaternaria. - III. Normalización del cauce, por encima del manto de gravas y cienos depositados por la inundación. IV. Ahondamiento del cauce, que abandona los retazos-testigos en forma de terrazas. Señalado con círculos: Terraza cuaternaria fragmentada por el río en su divagar. Con cruces: Terraza actual

general en masa, levántase como en vilo toda la península Ibérica, se escurren las cuencas marino-lacustrenses que la invadian y se dibuja la hidrografía actual, con los ímpetus erosivos propios de los ríos jóvenes (5).

Cuestiones son éstas de detalle que exigen la mayor cautela, por las contradicciones que sugieren y las posibles rectificaciones incluso que exigen: la Geología marcha por buenos carriles cuando éstos abarcan zonas poco extensas y cuestiones poco dilatadas en relación con el tiempo; pero bordea las profundidades de la duda cuando la luz del entendimiento palidece al pretender proyectarla sobre las grandes síntesis.

Para terminar, volviendo a las terrazas que han ocupado nuestra atención; las gravas aparecen en ellas constituyendo compactos conglomerados que descansan sobre arcillas, y que están cubiertos a su vez por arcillas también. Como si al interrumpir aquéllos la uniformidad de la estratificación tradujesen anomalías en la regularidad del régimen y caudal del Guadalquivir. En efecto: los guijarros responderían a una aceleración general de la velocidad y de la abundancia de sus aguas; pero surge otra pregunta inmediata: ¿por qué corrieron más deprisa que antes y que después? ¿Por qué la gráfica de la velocidad, deducida de la presencia de aquellos guijarros que constituyen hoy el substratum de las terrazas que hemos señalado, experimentaría una inflexión positiva? Indudablemente porque en los tiempos finales de la era

cuaternaria tiene lugar un deshielo general, bastante rápido, el deshielo de los glaciares de las altas montañas andaluzas (Sierra Nevada (2) principalmente), y la fusión de las nieves en las sierras restantes, menos eminentes; con los aludes, avalanchas y crecidas consiguientes, y con las grandes inundaciones que, como respuesta, experimenta en aquel entonces la porción media e inferior de la cuenca bética, sorprendiendo y arrollando a las manadas de grandes mamíferos cuaternarios y al hombre prehistórico.

Las terrazas cuaternarias del Guadalquivir, por su localización, por su delimitación, a nuestro juicio tan clara, constituyen estaciones de gran valor paleontológico, pues seguramente en ellas yacen, esperando la luz que los incorpore a la vida científica, innumerables restos fósiles de la fauna de mamíferos que han existido en los tiempos inmediatos a nuestros días.

JUAN CARANDELL.

Cabra (Córdoba).

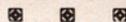
(1) Breves apuntes acerca del río Guadalquivir entre Villa del Río y Alcolea. *IBÉRICA*, vol. XV, n.º 365, pág. 104.

(2) HUGO OBERMAIER y JUAN CARANDELL. Los Glaciares cuaternarios de Sierra Nevada. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

(3) Contribución a la Geografía árabe del Guadalquivir. *IBÉRICA*, vol. XXI, n.º 515, pág. 109.

(4) Breves apuntes acerca del curso del río Guadalquivir entre Villa del Río y Alcolea (Córdoba). loc. cit.

(5) Topografía comparada de cuatro localidades ribereñas españolas: Castro del Río (Córdoba), Arcos de la Frontera (Cádiz), Montoro (Córdoba) y Toledo. *Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat.* 1922.



GALVANI Y LA T. S. H. (*)

»Puestos estos puntos en claro, plúgonos asimismo experimentar si estas fuerzas eléctricas obraban y se difundían en todas direcciones y circularmente como era de creer. Habiendo, pues, dispuesto en posición circular muchísimos conductores de los nervios en torno del conductor de la máquina, a una regular distancia de ella, y suspendida en cada uno de sus cabos una rana preparada, tan pronto como la chispa saltó (espectáculo bello y curioso), todas las ranas al mismo tiempo comenzaron a moverse, mayormente cuando se colgaba de los pies de ellas un cuerpo transmisor, como en el experimento precedente, y mucho más aun, cuando este cuerpo transmisor se ponía en contacto con la tierra, lo cual fácilmente se conseguía, bien atando un hilo largo a cada uno de los pies de las ranas, bien manteniéndolas en suspenso entre los dedos de la mano.

»Descubierta la conveniencia o necesidad de los cuerpos transmisores, adicionados a los pies, deseamos hacer ulteriores pruebas y experimentos; tras de los cuales, vinimos en conocimiento de que los cuerpos transmisores añadidos a los músculos para obte-

ner las contracciones, unas veces bastábanse solos sin los conductores de los nervios, que con toda certeza conducían y no poco; y esto verificábase tanto más, cuanto mayores eran o dotados de mayor capacidad de transmitir, y de un modo especial y justísimo, si comunicaban con la tierra; pero que, en ningún caso, tenían tanta eficacia como los que acostumbrábamos añadir a los nervios. De aquí en adelante, daremos a estos transmisores el nombre de conductores de los músculos, para distinguirlos bien de los llamados conductores de los nervios.

»Habíamos echado de ver que, al saltar la chispa, las contracciones eran nulas, por más que a los músculos adicionásemos un conductor, si el conductor de los nervios, notablemente separado de la máquina, era interceptado por algún cuerpo que se lo impidiese, como, verbigracia, si se le aplicaba de propósito o una sustancia parcialmente transmisora, por ejemplo, una sustancia metálica, o en parte refractaria como una sustancia vítrea o resinosa o sedosa: como si el conductor B (fig. 3.ª del artículo anterior) se une al conductor EEE, no en el punto C, sino que se suspende de un hilo de seda: demostración nueva, pero nada dudosa de que la electricidad no

(*) Continuación del artículo publicado en el n.º 603, pág. 316.

pasa por los conductores de este género. Hicimos nueva prueba con un conductor, no ya interceptado, sino completamente interrumpido, colocando los extremos del conductor interrumpido a la mínima distancia posible entre sí. No se produjo fenómeno alguno.

»Siguiendo un método nuevo, persistimos en estudiar el libre paso de la electricidad por el conductor, de la siguiente manera: colocamos el animal preparado en una superficie mal conductora; pero no pusimos en contacto, como en los experimentos anteriores, el conductor de los nervios, ni con los nervios ni con la médula espinal, sino que de tal manera lo colocamos en la misma superficie aislante, que su extremidad distase de los mismos algunos milímetros y a veces una pulgada. Saltada la chispa, manifestáronse las contracciones y se manifestaron tanto en los miembros sobre la superficie transmisora (pero con los nervios puestos a una misma distancia sobre la superficie aislante), como con los mismos nervios mantenidos en suspenso entre los dedos, tan pronto como se les aplicó un conductor de los nervios corto o largo, y por lo mismo estando el animal cerca de la máquina o lejos de ella; pero estas contracciones no se manifestaban, si los nervios o su conductor separado, como más arriba, estaban en un plano conductor.

»Y no dejamos tampoco de explorar si esta misma electricidad, fuese la que fuese, pasando libremente a través, no de la superficie de los conductores, sino de su sustancia misma, era la que excitaba las contracciones que hemos dicho. Para esto, tapamos y envolvimos completamente el hilo de hierro, que hacía de conductor de los nervios, con una materia aislante, como la cera vulgar o la cera de los sellos o bien pez, dejando solamente destapadas sus extremidades. Mas, saltada la chispa, manifestáronse las contracciones como en el conductor libre.

»Exploradas y confirmadas todas y cada una de estas verdades con una prolongada serie de experimentos, fuémos ya lícito, no solamente atribuir a la electricidad el fenómeno de estas contracciones; sino también determinar las contracciones, o por mejor decir, las leyes por que se regían.

»Pareciónos que estas contracciones musculares, hasta cierto punto, estaban en razón directa con las fuerzas de la chispa y del animal, como también con la extensión de los conductores, mayormente de los nervios; y en razón inversa de las distancias del conductor de la máquina. Más aun, pareciónos más enérgicas aquellas contracciones cuando el animal estaba colocado sobre la misma mesa en que estaba la máquina, y más si la mesa estaba barnizada con alguna sustancia oleaginoso, o cuando el animal, separado de la máquina, estaba tendido sobre un cuerpo aislante, mejor que en un cuerpo conductor.

»Dije que parecióme que esta razón directa de las contracciones lo era hasta cierto punto. Hallada una determinada extensión del conductor de los nervios, suficiente para el efecto que se busca; si disminuyes esta extensión, las contracciones no disminuyen sino

que fallan; pero, si la aumentas, las contracciones se hacen más enérgicas; mas si llegas a una determinada extensión, más allá de la cual prolongues, más o menos, el conductor de los nervios, apenas o sin apenas aquéllas aumentan; y esto mismo puede decirse de los otros extremos de la razón expuesta.

»Mas, habiendo observado tan grande fuerza de la chispa sacada del conductor de la máquina para excitar los movimientos musculares, mayores nos las prometíamos de la llama eléctrica que salta al vaciarse el cuadro mágico. Pero la cosa salió al revés: pues, no sin grande extrañeza nuestra, no se manifestó movimiento alguno en el animal preparado como de costumbre.

»Hechos estos experimentos con la llamada electricidad positiva, pareciónos pertinente hacerlos también con la negativa. Empezamos, pues, por aislar la máquina eléctrica y el que la manipulaba. Éste en su mano sostenía el cilindro de hierro al cual acercábamos las ranas, provistas de sus conductores, como era preciso; las ranas estaban colocadas en una superficie de vidrio, a fin de que los objetos cercanos no les comunicasen electricidad ninguna. Entonces el manipulador, con aquel cilindro de hierro que dijimos, hacía sacar chispas de los cuerpos próximos; y notamos que las contracciones en las ranas preparadas coincidían con las chispas sacadas del conductor de la máquina.

»Un nuevo experimento hicimos de la electricidad negativa, y fué éste: A cierta distancia de la superficie negativa de la botella de Leyden colocamos el conductor de los nervios C (fig. 4.^a), y unas veces de la superficie cargada, que dicen los físicos, y otras de la que tenía electricidad positiva, sacábamos chispas (fig. 5.^a). Las ranas se movían igualmente que con la electricidad positiva; y se movían, aunque el hilo de hierro que constituía el conductor de los nervios estuviese algún tanto lejos de la superficie externa de la botella, y aunque todo él estuviese encerrado dentro de un largo tubo de vidrio y la rana estuviese dentro del mismo recipiente de vidrio, siempre que el extremo abierto de este tubo estuviese adaptado a la superficie exterior de la dicha botella. Obteníanse asimismo las mismas contracciones, ora saltase la chispa del gancho de la botella de Leyden al tiempo mismo de cargarse de electricidad la dicha botella, ora poco después, y también si saltaba en el mismo sitio en donde se cargaba o en otro sitio y llevada lejos de la máquina.

»Todos estos fenómenos, bien visibles, se manifestaban en las ranas provistas de un conductor, no sólo de los nervios, sino también de los músculos: en una palabra, todo ocurría exactamente igual en este experimento de la botella que en el de la máquina, aunque el animal preparado no pudiese recibir la electricidad, ni de la superficie exterior de la botella, ni de los objetos cercanos, ni de otro cualquier recipiente indicado para ello.

»Pero plúgonos asimismo, con un nuevo procedi-

miento, experimentar negativamente las superficies eléctricas y haciendo saltar en ellas pequeñas chispas, estudiar las posibles contracciones. Coloqué, pues, la rana preparada en la superficie superior del cuadro mágico, a donde, de propósito, convergía la electricidad de la máquina; y hacía saltar las chispas de la superficie inferior, unas veces estando quieta la máquina, y otras, con movimiento de rotación. Algunas veces, aunque raras, estando parada la máquina produjéronse las acostumbradas contracciones, pero es de advertir que esto era en el instante preciso de pararse la máquina; mas, cuando ella estaba en rotación, ni en un solo caso dejaron de manifestarse.

»Hechas estas averiguaciones con el auxilio de la máquina eléctrica, apelamos también al experimento del electróforo, para no omitir ningún género de electricidad que se demuestre con chispa, y manifestóse el acostumbrado fenómeno de las contracciones musculares; pero no a grandes distancias, como cuando la chispa saltaba del conductor de la máquina, sino a distancias cortas simplemente y estas contracciones mostráronse harto débiles.

»Por más que con tantos experimentos sobre la fuerza eléctrica, apenas o sin apenas, parecíanos que no era dudosa la causa del fenómeno, no obstante, para mayor comprobación, ya no se nos ocurrió más que aplicar a los conductores del animal afinadísimos electrómetros.

»Aplicámosle, pues, un pequeño electrómetro construido al estilo del insigne Volta, cuyas pajas, para que fuesen mejores para el experimento, revestimos por un lado con una delgadísima hoja de estaño: hecho el experimento, estando aislados los conductores en la rotación de la máquina, no era raro que las pajas se separasen, y caían al salto de la chispa; mas, cuando estaban libres, al rodar la máquina no se apartaban un ápice las pajas, una de la otra, sino que al producirse la chispa, exteriorizaban unos pequeños saltos y unas vibraciones muy poco perceptibles. Todo esto parece indicar algún paso de la electricidad por los conductores del animal, puesto que al saltar la chispa excítanse las contracciones.

»Para poner la cosa fuera de toda duda, con diversos procedimientos intentamos cohibir todo paso al flúido eléctrico de la máquina que de cualquier manera obrase tanto en el animal como en sus conductores. Primeramente encerré el animal en un recipiente de vidrio; luego, practicando un orificio en la pared cerca de la cual estaba la máquina eléctrica, y metiendo un tubo de vidrio en este orificio que atravesaba todo el espesor de la pared, apliqué al muro horadado el orificio del vaso de tal manera, que, pasando el conductor de los nervios por el tubo metido en la pared, penetraba en la estancia contigua a través de la misma. Saltó la chispa del conductor de la máquina, y he aquí los movimientos musculares.

»Invertí las posiciones del animal y de su conductor, es decir: el conductor en el recipiente en donde

antes estuvo el animal, y el animal en el sitio en donde estuvo el conductor, dejando todo lo demás de la misma manera que antes; saqué la chispa, y produjéronse idénticos movimientos. Pero por más que con este experimento pareciese que quedaba interceptado todo paso al flúido eléctrico de la máquina, ideé y construí una pequeña maquinilla (fig. 6.^a, véase el artículo anterior), que era mucho más sencilla y más cómoda que el aparato descrito hasta aquí, cuya distancia de la máquina eléctrica era fácil variar, y en cuyo interior podían recluirse y cerrarse con toda comodidad no sólo el animal sino también el conductor de los nervios y el de los músculos.

»La maquinilla compónese de dos recipientes de vidrio superpuestos. En el de arriba está el conductor de los nervios, que pueden constituirlo, para mayor comodidad, perdigones de plomo; en el inferior, el animal con perdigones también, que pueden hacer las veces de conductores de músculos, puesto que el animal, que está como sentado sobre ellos, los tiene aplicados a sus músculos. El animal, que puede fácilmente mantenerse en esta postura, tiene comunicación con el conductor del recipiente de arriba, mediante un hilo de hierro, del cual está pendiente por la médula espinal, y este hilo de hierro está atado a la tapadera del vaso, hecha de corcho, y sobresale de su cavidad y está rodeado y tapado con perdigones de plomo. Esta tapadera sirve para impedir que salgan los perdigones de plomo al invertirse el recipiente superior para ponerlo sobre el inferior; para que no sea fácil la separación de los dos recipientes, y a fin de que el flúido eléctrico no pueda abrirse paso por el intersticio que hay entre uno y otro recipiente, se les une con un gluten especial hecho de cera y goma de terebinto; con esta aglutinación se prenden con firmeza, pero no tanto que, si uno quiere o le conviene, no se puedan separar y volver a pegar los recipientes.

»Con esta maquinilla colocada en la mesa en que está la máquina eléctrica, a cierta distancia del conductor de la máquina, y haciendo saltar la chispa, vimos no ya los mismos movimientos, sino más enérgicos que cuando el animal y sus conductores estaban al aire libre, y observábanse proporcionalmente las mismas leyes en los movimientos musculares que más arriba consignamos. Visto esto, estuve a punto de rectificar mi primera opinión de que el origen y la causa de estos movimientos musculares era la electricidad excitada del conductor de la máquina que de una u otra manera obraba en la explosión de la chispa, si no me hubiesen confirmado en ella los experimentos hechos anteriormente y la sospecha que en mí se insinuó acerca de si con mayor razón se debía atribuir el fenómeno a la electricidad de la superficie interior del vidrio que actuaba sobre el animal y sus conductores al tiempo de la eyaculación de la chispa; y ciertamente que esta sospecha se robusteció en mí tanto con los experimentos que posteriormente hice, como con los movimientos que noté en el electrómetro co-

locado en la maquinilla. Pues los pequeños perdigones y los hilos que constituían el electrometro, al rodar de la máquina, cambiaban de sitio y se separaban unos de otros; pero cuando saltaban las chispas, volvíanse al sitio donde estaban antes y restituíanse al primitivo contacto.

»Hechos todos estos experimentos y averiguaciones, para sacar toda la utilidad posible de nuestros hallazgos, restábanos solamente practicarlos en animales vivos. Y lo practicamos así sobre el nervio crural, no en el interior del vientre, para que los animales no muriesen fácilmente, sino en el femoral diseccionado y separado de las partes contiguas y extraído fuera de los músculos, y aplicándole un conductor; manifestáronse al saltar la chispa los movimientos en la pierna correspondiente, pero menores, en apariencia, que en el animal muerto.

»Pero como en todos los experimentos que hasta ahora hemos explicado, el animal, los aparatos y el aire intermedio estaban en recíproca comunicación por su conductor, quisimos averiguar qué sucedía, primero con la interrupción de esta comunicación, y segundo con la supresión total.

»Lo primero hicélo así: coloqué el aparatito o maquinilla juntamente con el animal preparado, y provisto de sus conductores como en la figura 6.^a, debajo de una campana de vidrio, poco separada de la máquina eléctrica; hice saltar la chispa, y produjéronse los acostumbrados movimientos.

»Puse luego esta misma campana, con la maquinilla dentro, debajo de otra mucho mayor y ésta bajo de otra más grande todavía. Y nuevamente, producida la chispa, produjéronse idénticos movimientos, más débiles en verdad, según era mayor el número de los recipientes y el grueso de sus paredes.

»Hecho esto, evité luego toda comunicación del aire entre el animal y la máquina eléctrica. Puesto, pues, el aparatito en donde estaba el animal, bajo el recipiente de la máquina neumática, en un sitio algún tanto alejado del conductor de la máquina eléctrica y perforado el vaso superior del aparatito, a fin de que por el agujero pudiese salir el aire, que iriase extrayendo; con el aire extraído, unas veces, y otras veces sin extraer, hacía saltar la chispa; en uno y otro caso produjéronse las contracciones y, al parecer, no muy desemejantes.

»Hechos, pues, tantos y tan diversos experimentos sobre la electricidad actuante por medio de la chispa, no sin diligencia ni sin nuevo trabajo, tratamos de averiguar si esta misma electricidad ejercía su influencia en el movimiento muscular, con otras diversas maneras. Y fué nos dado observar, alguna vez, contracciones musculares, si el conductor de los nervios B (fig. 3.^a), se hallaba muy cerca del conductor de la máquina eléctrica C (fig. 1.^a), tanto si la cu-

bierta del electróforo se retiraba de la superficie resinosa, como si la misma cubierta estaba colocada muy próxima al mismo conductor, en circunstancias de estar el electróforo bien alejado del conductor, y sin que se hiciese saltar ninguna chispa.

»Todo esto se hizo en los animales llamados fríos (hemacrimos). Restábanos sólo averiguar, si lo experimentaríamos igualmente en los llamados calientes (hematermos): por ejemplo, en las aves y en las ovejas. Hecho el experimento, el resultado fué exactamente igual en unos que en otros. Pero en estos últimos la preparación fué otra; pues fué menester descarnar el nervio crural, no en el interior del vientre, sino exteriormente y en el mismo fémur, y separarlo de sus aledaños y sacarlo fuera, y luego aplicarle el conductor y hacer después saltar cuanto antes la chispa del conductor de la máquina, estando la pierna, o bien unida al animal vivo, o amputada de él; porque, de lo contrario, con el procedimiento aplicado a la preparación de las ranas, el fenómeno no se manifestaba de ninguna manera, tal vez porque perdiase la fuerza contráctil antes de que pudiera acabarse aquella prolija y complicada preparación.

»Algunas advertencias, bien útiles por cierto, debo hacer en último lugar, acerca de estos experimentos hechos en animales fríos y calientes, sobre fenómenos que no fallaron jamás. Una de ellas es que, tanto más aptos son los animales para el fenómeno, cuanto son de más avanzada edad; y además, cuanto más blancos son sus músculos y más faltos de sangre; y por esto mismo pueden más pronto, fácil y prolongadamente excitarse las contracciones musculares en los animales fríos que en los calientes: pues aquéllos tienen más que éstos la sangre diluida y de más difícil coagulación y de más fácil segregación de los músculos. Y otra advertencia a hacer es que los animales preparados, en los cuales se hicieron los experimentos, tardan mucho menos en corromperse y pudrirse que los otros que no estuvieron sujetos a acción ninguna eléctrica. Y últimamente, que estos fenómenos que hemos estudiado, se dan si los animales han sido preparados en la forma dicha, de lo contrario fallan. Pues si no se aplican los conductores a la médula espinal disecada o a los nervios como nosotros hicimos, o al cerebro, o a los músculos; o si los conductores de los nervios se alargan hasta los músculos, o si los nervios no están separados de las partes próximas, las contracciones son o exiguas o nulas. Muchas otras cosas que notamos en el decurso de estos experimentos, atribuimoslas a este procedimiento de preparar y separar los nervios.»

(Continuará)

DR. LUIS CIRERA SALSE,

Numerario de las Reales Ac. de Medicina y Ciencias.

Barcelona.

Nota astronómica para diciembre

Sol. Ascensión recta a mediodía de tiempo civil medio de Gr. de los días 5, 15 y 25: $16^h 46^m$, $17^h 30^m$, $18^h 14^m$. Declinación: $-22^\circ 21'$, $-23^\circ 16'$, $-23^\circ 25'$. Ecuación de tiempo: $+9^m 27^s$, $+4^m 56^s$, $-0^m 2^s$. En **Capricornio**: comienza el INVIERNO para el hemisferio boreal y el VERANO para el austral, el 22 a $8^h 37^m$.

Luna. C. M. en **Virgo** el 8 a $12^h 11^m$, L. N. en **Sagitario** el 15 a $19^h 5^m$, C. C. en **Aries** el 22 a $11^h 8^m$, L. Ll. en **Cáncer** el 30 a $2^h 1^m$. Conjunciones: el día 6 con Neptuno a $16^h 8^m$, el 13 con Marte a $9^h 14^m$ y con Saturno a $11^h 40^m$, el 15 con Mercurio a $4^h 33^m$, el 17 con Júpiter a $23^h 44^m$, el 19 con Venus a $2^h 9^m$, el 21 con Urano a $18^h 3^m$. Apog. el 5 a 18^h , perig. el 17 a 14^h .

Mercurio. AR (asc. recta): $17^h 43^m$, $16^h 53^m$, $16^h 43^m$. D (decl.): $-23^\circ 44'$, $-19^\circ 57'$, $-19^\circ 36'$. Prácticamente invisible. Estacionario el 1 a 22^h y el 21 a 16^h . En el nodo ascendente el 6 a 14^h . En el perihelio el 11 a 5^h y en conjunción inferior con el Sol a 16^h . Máxima elongación occidental el 31 a 14^h .

Venus. AR: $20^h 11^m$, $20^h 48^m$, $21^h 18^m$. D: $-22^\circ 47'$, $-19^\circ 54'$, $-16^\circ 37'$. Visible, cada vez más tiempo, como astro vespertino, en Capricornio. En su conjunción con la Luna quedará al S distante solos $9'$ del centro de ésta. En el nodo ascendente el 31 a 7^h .

Marte. AR: $14^h 49^m$, $15^h 16^m$, $15^h 44^m$. D: $-15^\circ 49'$, $-17^\circ 47'$, $-19^\circ 32'$. Visible, como astro matutino, cerca de α de la Balanza, con la que estará en conjunción el 4 a 12^h (Marte $7'$ al N), y con λ el 27 a 4^h ($9'$ N). Conjunción con Saturno el 15 a 18^h (Marte $1^\circ 47'$ S).

Júpiter. AR: $19^h 40^m$, $19^h 49^m$, $19^h 58^m$. D: $-21^\circ 53'$, $-21^\circ 31'$, $-21^\circ 7'$. Visible, como astro vespertino,

cada vez menos tiempo, y más lejos de π del Sagitario. En su conjunción lunar quedará $25'$ al S.

Saturno. AR: $15^h 13^m$, $15^h 17^m$, $15^h 21^m$. D: $-15^\circ 45'$, $-16^\circ 2'$, $-16^\circ 18'$. Visible, por la madrugada, cada vez más pronto, marchando de α a λ de Balanza.

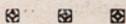
Urano. AR: $23^h 30^m 13^s$, $23^h 30^m 29^s$, $23^h 31^m 5^s$. D: $-4^\circ 3'$, $-4^\circ 1'$, $-3^\circ 57'$. Visible, hasta media noche, muy próximo a λ de los Peces. Estacionario el 1 a 7^h . En cuadratura con el Sol el 14 a 3^h .

Neptuno. AR: $9^h 48^m 47^s$, $9^h 48^m 30^s$, $9^h 48^m 1^s$. D: $+13^\circ 37'$, $+13^\circ 39'$, $+13^\circ 42'$. Visible (desde 22^h al principio, y desde 21^h al fin del mes) cerca de ψ del León.

ESTRELLAS FUGACES. Entre el 8 y el 14 aproximadamente tendrá lugar el paso de las Geminidas, cuyo radiante se halla cerca de α de los Gemelos (Castor): AR $7^h 8^m$, D $+33^\circ$. Rápidas y de largas estelas.

OCULTACIONES. El día 6 será visible en el centro de España (según el Anuario del Observatorio de Madrid) la ocultación de la estrella **12 B. Leonis** (magnitud $6'3$): inmersión a $0^h 58^m$ por un punto del disco lunar que dista $+140^\circ$ (derecha del observador) del vértice superior (que mira al cenit), emersión a $1^h 30^m$ ($+96^\circ$). El 29 la de **15 Geminorum** ($6'5$), de $19^h 40^m$ ($+157^\circ$) a $20^h 13^m$ ($+103^\circ$).

Al S (según el Almanaque Náutico) las siguientes: el 1.º la de γ^1 **Orionis** ($4'5$), de $21^h 9^m$ ($+155^\circ$) a $21^h 31^m$ ($+117^\circ$); el 7 la de **37 Leonis** ($5'5$), de $2^h 47^m$ (-117°) a $3^h 50^m$ (-17°); el 19 la de δ **Capricorni** ($3'0$), de $20^h 38^m$ ($+30^\circ$) a $21^h 17^m$ ($+115^\circ$); el 28 la de **i Tauri** ($5'1$), de $1^h 19^m$ ($+17^\circ$) a $2^h 17^m$ ($+111^\circ$).



BIBLIOGRAFÍA

Nociones de cálculo diferencial absoluto y sus aplicaciones, por don José M.ª Plans y Freyre, catedrático de Mecánica celeste en la Universidad Central. Memoria premiada por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, en el concurso ordinario a premios del año 1922. Un vol. de 278 páginas. Talleres «Voluntad». Madrid. 1924.

Reciente todavía el triunfo obtenido por este distinguido profesor de la Universidad de Madrid por el premio que en el concurso de 1919 le adjudicó la Real Academia de Ciencias a su Memoria *Nociones fundamentales de Mecánica Relativista*, llega hoy a nuestras manos una nueva Memoria suya: *Nociones de cálculo diferencial absoluto y sus aplicaciones*, que en el concurso de 1922 fué también premiada por dicha Corporación. Sobradamente conocido en nuestro ambiente científico, es el nombre del señor Plans; su autoridad en materia relativista cimentada con numerosos trabajos que sólo pudo llevar a cabo quien, como él, penetró hasta los últimos rincones de las teorías einsteinianas, es la mejor garantía de lo que su nuevo libro representa.

Pasados los primeros momentos en que, a raíz de la rápida expansión de las ideas de Einstein, todo el mundo (incluso aquellos que careciendo de la cultura matemática necesaria no podían pasar de las lindes del terreno en que se asentaba la nueva teoría), se permitía discutir sobre el tema; cuando cesó el aluvión de conferencias y folletos de vulgarización más o menos documentados; transcurrida esta primera época que podía denominarse de *fiebre relativista*, se produjo el enfriamiento en la masa general de *pseudo-sabios*, y las nuevas doctrinas fueron condensándose en torno de un reducido ambiente constituido por aquellos pocos que estaban en condiciones de manejar los elementos necesarios para penetrar a fondo en ellas. Y de este pequeño núcleo de *relativistas conscientes*, en el que encontraron eco los trabajos de Ricci, Levi-Civita, Einstein, Wely, Eddington, Laue, etc., puede decirse, aun a sabiendas de herir su ingénita modestia, que el más entusiasta, el que buceó a mayor profundidad en la teoría, el que más ha

contribuido con pruebas tangibles al estudio de la Relatividad en España, es el autor de la obra que nos ocupa.

Como dice muy bien el señor Lorente (otro de los cultivadores a fondo de la Relatividad en nuestro país), en la nota bibliográfica de la Memoria del señor Plans (Revista Matemática Hispano-Americana, septiembre 1925), las dificultades conceptuales inherentes a la nueva teoría, vienen aumentadas con otras de carácter formal, que radican en la necesidad de un medio de expresión que permita darle estructura matemática, y ese instrumento adecuado es, en el estado actual, el cálculo diferencial absoluto de Ricci y Levi-Civita.

Partiendo de la Memoria fundamental de estos dos ilustres profesores, a quienes tanto debe la teoría de la Relatividad, el señor Plans desarrolla en los seis primeros capítulos de su obra, la parte algorítmica necesaria para el estudio de aquellas cuestiones en que interviene como fundamental una forma diferencial cuadrática mediante ecuaciones de carácter absoluto. Comienza exponiendo los símbolos de Christoffel y Riemann, estableciendo sus propiedades y el número de símbolos independientes entre sí. Con todo detalle se ocupa de los sistemas covariantes y contravariantes, estudiando las diversas operaciones entre ellos, en particular la derivación covariante y contravariante que conservan el carácter de los sistemas. A continuación estudia los invariantes de Ricci, estableciendo sus ecuaciones entre derivadas parciales que permiten la interpretación de los mismos en un espacio euclídeo tridimensional, interpretación que, en el caso de una variedad cualquiera, se reduce mediante el lema de Ricci, al de una variedad plana de mayor número de dimensiones en que aquella puede considerarse sumergida.

En el capítulo IV trata de las formas diferenciales cuadráticas: en primer lugar expone las condiciones de equivalencia de dos formas, demostrando que la condición necesaria y suficiente para que una forma cuadrática sea equivalente a otra de coeficientes constantes, es la anulación de los símbolos de cuatro índices de Riemann-Christoffel, teorema de gran impor-

tancia en el estudio de la curvatura riemanniana. Siguiendo a Ricci, clasifica las formas diferenciales cuadráticas según el número de variables necesarias para reducirlas a la forma euclídea, exponiendo el método para la determinación de invariantes y parámetros diferenciales, que en el último resultado se reduce a la de los invariantes absolutos simultáneos de formas algebraicas.

Después de un capítulo dedicado a estudiar algunas aplicaciones geométricas en un espacio enedimensional, entra en la curvatura riemanniana. Definido este concepto mediante la consideración de la denominada *superficie geodésica*, y obtenidas las fórmulas de la curvatura en un espacio definido por una forma diferencial cuadrática en función de los símbolos de cuatro índices, demuestra el teorema de Schur referente a la condición para que en todos los puntos del espacio la curvatura sea constante, deduciendo la interpretación geométrica de la equivalencia de dos formas diferenciales cuadráticas. Hace una exposición detallada del concepto de paralelismo de Levi-Civita, en una variedad cualquiera, estableciendo las condiciones de paralelismo intrínsecas en función de los elementos que definen la métrica de la variedad, deduciendo importantes consecuencias, entre ellas el teorema de Severi respecto al transporte paralelo en la superficie geodésica tangente, y después de la fórmula de Pérès que permita dar interpretación geométrica a la curvatura riemanniana, indica el concepto de curvatura de Eddington.

El capítulo VII contiene algunas aplicaciones mecánicas del cálculo diferencial absoluto. Partiendo de las ecuaciones de Lagrange, demuestra que las trayectorias del movimiento de un punto libre de fuerzas, son las geodésicas de la variedad definida por una forma diferencial cuadrática de las coordenadas del punto. Estudia las condiciones de las integrales primeras de las ecuaciones del movimiento, y las de existencia de integrales cuadráticas en los sistemas dinámicos en función de los invariantes de Ricci, deduciendo que las geodésicas en una variedad cualquiera, admiten siempre una integral cuadrática, que es la de las fuerzas vivas.

Sigue un capítulo dedicado a las aplicaciones a la Física matemática, en el que, después de obtener las expresiones de las componentes de un vector en coordenadas cualesquiera, establece las fórmulas referentes al *torbellino*, *divergencia*, y *curl curl* de un vector, mediante el empleo de sistemas covariantes cuyos elementos se transforman en las respectivas componentes al pasar a coordenadas cartesianas rectangulares, terminando con las aplicaciones a las ecuaciones de Maxwell-Hertz, ecuación de propagación del calor en los diversos casos de isotropía y homogeneidad, y por último a las ecuaciones de Saint-Venant para el estudio de las deformaciones en los cuerpos elásticos.

En el capítulo IX, entra en el cálculo tensorial absoluto, que tanta importancia tiene en la teoría de Einstein por el sabor físico de la nomenclatura tensorial y el carácter intrínseco de las igualdades tensoriales. Definidos los tensores simétricos y antisimétricos a los que es en todo aplicable lo dicho en los sistemas covariantes y contravariantes, estudia los tensores fundamentales de una forma diferencial cuadrática (cuyo determinante tomado negativamente desempeña papel esencial en la teoría de la gravitación de Einstein), así como los tensores covariante y mixto (denominado corrientemente *tensor de Riemann-Christoffel*); el que se obtiene por reducción de éste, llamado *tensor reducido*, y el *tensor gravitatorio o de inercia*, dando al mismo tiempo algunos teoremas sobre ellos y las fórmulas de las variaciones de los símbolos de tres y cuatro índices y de la curvatura media.

Las ecuaciones gravitatorias de Einstein, forman el objeto del capítulo X, que en unión del siguiente dedicado a las teorías de Weyl y Eddington, pueden considerarse como los más profundos de la Memoria. Definido el *tensor energético* cuya divergencia es nula, (lo cual es la condensación de los principios de conservación de la energía y de la cantidad de movimiento), expone el primer método para obtener las ecuaciones gravitatorias, sentando las bases para llegar a ellas, problema que se reduce a la determinación de los coeficientes de una forma diferencial cuadrática (*potenciales gravitatorios*), es decir, a la métrica del continuo espacio-tiempo, distinguiendo dos casos según se considere o no presencia de materia y que corresponden respectivamente a las ecuaciones de Poisson y Laplace de la gravitación newtoniana. Estudia después el segundo método de obtención de las ecuaciones gravitatorias partiendo de un *principio estacionario*, del mismo modo que las ecuaciones de la mecánica clásica pueden establecerse partiendo del principio de Hamilton; indica otras formas de las ecuaciones gravitatorias señalando la importancia del término cosmológico que en ellas aparece, terminando el capítulo con la interpretación de Eddington a la ley de gravitación de Einstein.

El último capítulo está dedicado a las teorías de Weyl y Eddington que tienden a la geometrización de la Física mediante la consideración de espacios determinados por dos tensores, más generales que los riemannianos, en los cuales es posible dar interpretación especial al campo electromagnético. Definidos dichos espacios, estudia la *conexión afin* entre los mismos, estableciendo la fórmula que determina la correspondencia entre vectores obtenidos por traslación paralela infinitesimal, fórmula que en el caso particular de los espacios riemannianos, se convierte en la ya establecida de paralelismo de Levi Civita. A continuación se ocupa de los sistemas que Weyl denomina de *aforo*, que permiten estudiar las alteraciones en la traslación efectuada en los espacios más generales; y estudia la *in-invariancia* y *co-invariancia* de los tensores en los cambios de sistemas de aforo. Siguiendo a Weyl, y partiendo de un principio estacionario análogo al que se empleó en las ecuaciones del campo gravitatorio, establece las del campo electromagnético, las cuales se reducen a las primeras en el caso de ausencia de este último, y después de exponer la teoría de Eddington-Einstein fundada en la conexión afin que conduce a ecuaciones de la misma estructura (excepción hecha del término cosmológico) que las de Weyl, termina con algunas consideraciones finales acerca del valor de estas teorías y del número de ecuaciones del campo gravitatorio y electromagnético independientes entre sí.

Una selecta bibliografía, que el autor ha tenido en cuenta en cada momento como demuestra en las numerosas citas a pie de página destinadas a la aclaración de cuestiones conceptuales y cálculos intermedios, completa la obra.

Como queda dicho, es el nombre del señor Plans garantía más que suficiente para que se nos dispense de consignar todo elogio, que aun por grande que fuese, nunca alcanzaría la altura que su obra merece. Únicamente una observación: quien penetre a fondo en el libro y llegue hasta sus últimas páginas, a más del caudal científico adquirido en la lectura, obtendrá la satisfactoria conclusión de que contamos en España con valores de positivo mérito, que en silencio, son capaces de acometer empresas tan llenas de dificultades como la obra que nos ocupa, y que solo pudo vencer quien como su autor, une a su maestría en la exposición, un completo dominio de las materias tratadas en el libro.—JOSÉ M.^a ORTOS, Catedrático de Análisis Matem. de la Facultad de Cienc. de Santiago.

SUMARIO.—I Congreso nacional de Pesca.—Inauguración de un nuevo trozo del metropolitano Alfonso XIII ☒ Chile. Situación de los ferrocarriles del Estado ☒ Wilfrido Kilian.—De Argelia a Madagascar en automóvil.—¿Es posible utilizar la energía calorífica de las aguas del mar? ☒ Las terrazas cuaternarias del Guadalquivir, *J. Carandell*.—Galvani y la T.S.H., *Dr. L. Cirera* ☒ Nota astronómica para diciembre ☒ Bibliografía