

Asociación Española *
para el Progreso * * * *
de las Ciencias * * * * *

Congreso * * * * *
* * * * *
de Valladolid

Tomo I

Discursos de apertura

Imprenta de Eduardo Arias * *
* * * * San Lorenzo, 5, Madrid

LIBRERIA



4-050
437

DG
A

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA

PARA EL

PROGRESO DE LAS CIENCIAS

Tst. 55398

C. 1069608



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA



PARA EL

PROGRESO DE LAS CIENCIAS

QUINTO CONGRESO

CELEBRADO EN VALLADOLID

DEL 17 AL 22 DE OCTUBRE DE 1915

TOMO I

MADRID

IMPRENTA DE EDUARDO ARIAS

San Lorenzo, 5, bajo.

—
1915

R. 45204



II.

DISCURSOS

DE

INAUGURACIÓN DE LAS SECCIONES

LEÍDOS EL 17 Y 18 DE OCTUBRE DE 1915

SECCIÓN 1.^a, CIENCIAS MATEMÁTICAS

DISCURSO INAUGURAL

POR

D. JULIO REY PASTOR

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID

SEÑORES:

La finalidad y el título de nuestra Asociación convidan á tratar en estos discursos del *progreso de las Ciencias* en sus relaciones con España. Pero ocurre preguntar: ¿Cuál es el objeto de esta Asociación? ¿Es el *progreso de España en las Ciencias*, ó es el *progreso de las Ciencias en España*?

No tengáis esta cuestión por baladí, considerando indiferente su esclarecimiento. Firmemente creo que en tal retruécano está contenido el problema de la política pedagógica que convenga seguir á nuestro país.

Enunciado de otro modo: ¿Podemos colaborar ya en la Ciencia universal, ó debemos todavía limitarnos á asimilarla? Ignoro si para las demás Ciencias puede darse ya una contestación fundada; para la Matemática es todavía prematura la cuestión, y resolverla exige conocer antes la posición exacta de España respecto de la cultura mundial, en este orden de conocimientos.

Por su visión de este vital problema, pueden ser clasificados en dos grupos los matemáticos españoles:

Primero. Los hombres modernos, es decir, amantes del progreso, que se han dado cuenta más ó menos aproximada de nuestra posición, y desean vivamente su mejora.

Segundo. Los hombres que niegan la necesidad de este progreso;

algunos de los cuales no son modernos, por desconocer la cultura matemática europea; otros, á pesar de conocer algo de ella por viajes, noticias ó lecturas; otros, que ni la conocen, ni lo son, ni lo serían aunque la conocieran.

Fácil es predecir la actitud del segundo grupo al oír pronunciar por centésima vez esta fatídica palabra: *revisión*. Amantes de la semiobscuridad crepuscular, como los murciélagos, no toleran que un rayo de luz venga á iluminar la penumbra de su cómoda posición, obligándoles, quizás, á salir de ella.

Su estrategia defensiva dispone como armas de todos los tópicos conocidos. Nos hablarán del patriotismo—ellos que nada útil producen—creyendo, sin duda, que la patria se engrandece con libros de texto y discursos vindicadores, compuestos de inexactitudes diluídas en retórica. Nos hablarán de las «tradiciones nacionales hondamente arraigadas, que es insensato destruir, haciendo tabla rasa del pasado», como si nosotros tuviéramos tradición en este género de estudios, ó pudiera tener alguna influencia el factor geográfico en disciplina tan esencialmente internacional como es la Matemática. Nos hablarán del optimismo, sin tener en cuenta que los hechos presentes son realidades objetivas que sólo cabe conocer ó ignorar, pero no discutir; y que optimismo y pesimismo son posiciones que adopta el ánimo para conjeturar el porvenir.

Sólo nos dirigimos, pues, á los hombres del primer grupo, á los de espíritu moderno, es decir, amantes del progreso y, por tanto, patriotas; pero patriotas con hechos y no con discursos.

—«Basta ya de labor negativa—exclamarán, quizás, algunos de ellos—; hora es ya de empezar á construir». Tranquilicense. Nada vamos á demoler. Sólo se trata de valorar, y también valorar es construir.

¿Qué se diría de los herederos de una empresa que no comenzaran haciendo un inventario cuidadoso de sus bienes, como base para el balance completo de la explotación á que van á consagrar su vida? Quizás sea ésta la explicación natural del espíritu crítico de las juventudes de todos los tiempos.

Ya en otra ocasión (1) hemos revisado la herencia matemática de los pasados siglos; y, ciertamente, no fué tiempo perdido el empleado en descubrir cuán errónea era la idea que de esta herencia nos había-

(1) «Los matemáticos españoles del siglo XVI». Discurso inaugural del curso académico de 1913-14 en la Universidad de Oviedo.

mos formado. Falta ahora completar la labor, revisando la obra matemática española del siglo XIX.

Tal valoración es de todo punto necesaria como base para la construcción ulterior. Por falta de ella han circulado largo tiempo, pasando ya á la categoría de axiomas, inexactitudes tales como la superioridad de nuestra cultura geométrica; graves errores de perspectiva respecto del valor de la Aritmética universal, de la Combinatoria, de la Descriptiva, de la Geometría cuadrática y de la Trigonometría, en el organismo matemático.

Hasta ha llegado á afirmar, en ocasión análoga á ésta, uno de nuestros más distinguidos consocios, que «en cuanto á la Geometría, es tan grande el desarrollo adquirido, que en la actualidad figuramos en primera línea en el concierto mundial». Y esta visión, tan general como totalmente equivocada, según hemos de demostrar, es, sin duda, una de las causas del estancamiento de nuestra cultura durante un cuarto de siglo. Naturalmente, no mejora quien se cree perfecto.

* * *

Hacer la Historia de una ciencia es seguir el desarrollo de las ideas y hechos nuevos que van acreciendo su caudal; es separar las ideas triunfantes, que han logrado incorporarse al organismo científico, de las ideas vencidas que, con el tiempo, han sido eliminadas del mismo; es precisar si el éxito de las ideas arraigadas es simplemente de yuxtaposición—y entonces hay que fijar el momento de ella—, ó si es el éxito más transcendental de la inducción ó de la renovación, y entonces hay que determinar las acciones y reacciones que la idea nueva produce en las ideas preexistentes.

Problema mucho más sencillo entraña la Historia científica de un país; la cual, para ser completa, ha de reseñar los progresos de la Ciencia en el país y los progresos del país en la Ciencia.

Volviendo á nuestro particular punto de vista, historiar los progresos de la Matemática en España es determinar nuestra contribución á esta disciplina. Reseñar los progresos de España en la Matemática es seguir á través del tiempo la renovación de nuestros conocimientos matemáticos; es precisar la fecha en que cada nueva idea ó cada hecho nuevo ha sido introducido en España; es perseguir su desarrollo hasta que se hayan aclimatado entre nosotros, ó hayan sido eliminados. Y es precisamente este conjunto de conocimientos que han logrado aclimatarse, los que constituyen en cada momento lo que se llama cul-

tura matemática del país. No basta que alguno de sus individuos se halle en posesión de un hecho ó de una idea; no es necesario que ésta sea adquirida por un gran número de personas; lo necesario y suficiente es que la idea ó el hecho sea accesible al país, por haber sido expuesta en los libros, ó haber llegado á la enseñanza.

¿Pero es posible—preguntaréis quizás—seguir la trayectoria de una idea, precisar su introducción en la Ciencia universal primero, y en España después? Nada más convincente para probar esta posibilidad, que demostrarla en un ejemplo.

Uno de los pocos problemas cuya fama ha salido del dominio de los matemáticos, es el de la cuadratura del círculo por medio de la regla y el compás. El fracaso de las infinitas tentativas hechas desde la época más remota, y cierta especie de adivinación que no contribuye poco al adelantamiento de la Ciencia, indujeron á considerar como imposible el empeño tan tenazmente perseguido. Se adivinaba esta imposibilidad, pero no se lograba demostrarla; y para demostrarla bastaba probar esto: el número π es trascendente, es decir, no puede ser raíz de una ecuación algébrica de coeficientes enteros.

Que el número π , así como también el número e , son irracionales, es decir, que ninguno de ellos puede ser raíz de una ecuación de primer grado con coeficientes enteros, es un hecho demostrado desde antiguo. Pero la trascendencia es algo más que la irracionalidad; exige que el número en cuestión no sea tampoco raíz de ninguna ecuación de segundo grado, ni de tercero, ni de ningún otro por elevado que sea; y esta trascendencia de ambos números famosos e y π , aunque sospechada, no se lograba probar rigurosamente.

A Hermite corresponde la gloria de haberlo conseguido para el número e (1873); y siguiendo marcha análoga, lo demuestra Lindemann para π (1882). La cuestión quedó así definitivamente resuelta. El problema de la cuadratura, antes considerado simplemente como *difícil*, quedaba clasificado como *imposible*.

Pues bien; si tratamos de precisar la fecha exacta en que este hecho nuevo de la trascendencia de π , ó de la imposibilidad de la cuadratura, llega á España, repasando los escritos españoles de la época, leyendo las publicaciones de las corporaciones sabias, observamos lo siguiente: Antes de 1886 se encomia por todos la *dificultad* de la cuadratura, que se considera como «descomunal empresa» (1); se lamenta

(1) Merino: *Anuario de la Academia de Ciencias de Madrid*, 1885, pág. 116. Después de lamentar el sinnúmero de trabajos que anualmente presentan los «malaven-

«no poder tomar resolución alguna que aparte la turba de los cuadradores del círculo», como habían hecho algunas Corporaciones extranjeras, y «tener que resignarse á examinar con paciencia cuantas singularidades se les ocurra presentar». «Nos encontramos tan atrasados—dice el gran Saavedra (1), del cual son estos párrafos—que en realidad no se puede contestar en nombre de la Ciencia, que cierto número de investigaciones sea totalmente absurdo». Y aunque demostrada la irracionalidad de π , no probada todavía su trascendencia, «queda la duda, por remota que sea, de si habrá alguna singular combinación de sumas ó productos de racionales, diversamente agrupados y de grados muy altos, ó construcciones geométricas que satisfagan con exactitud al problema».

Después de 1886 se observa un cambio radical de juicio. Ya no vuelve á sonar en lo sucesivo la palabra *difícil* al tratar de la cuadratura, sino que se habla del «insensato empeño» (2), de la absurda pretensión de «resolver lo *irresoluble*» (3). Ya no se llama, como antes, «descomunial empresa»; se califica rotundamente de «persecución obstinada é insensata de lo *imposible*» (4). Por primera vez suena en España esta frase: «es verdad científica demostrada que la cuadratura geométrica del círculo es *imposible*» (5).

¿Qué acontecimiento ha podido producir cambio tan radical? Es, sencillamente, que en 1886 Echegaray ha dado á conocer aquí la demostración de Lindemann. Es que ha llegado ya, incorporándose á nuestro saber, la idea nueva cuya ausencia produjo aquella incertidumbre, como estrella que en la noche borrascosa aparece de pronto en el cielo para orientarnos, librándonos de caer en el abismo del error.

Esto mismo acontece en todas las regiones de la Ciencia; á cada idea ó hecho nuevo, corresponde una fecha y un nombre propio; como á cada nueva estrella y á cada cometa, va inseparablemente unido el nombre de su descubridor en los cielos. En la esfera mucho más mo-

turados inventores ó descubridores de lo que no es tan fácil encontrar, como ellos cándidamente se figuran», concluye de acuerdo con el informe de Saavedra, que «el intento de cuadrar el círculo no puede *à priori* calificarse de absurdo ó como de todo punto irrealizable».

(1) *Anuario de la Academia de Ciencias de Madrid*, 1885, pág. 119.

(2) Merino: *Anuario*, 1891, pág. 99.

(3) *Idem*: 1890, pág. 95.

(4) *Idem*: 1887, pág. 80.

(5) *Idem*: 1890, pág. 97.

desta de la historia científica de un país, le corresponden también dos coordenadas geográficas que determinan su introducción en él; y en este ejemplo, son: una fecha, 1886, y un nombre: Echegaray.

Nos hemos detenido con exceso en tal ejemplo, citando hasta los nombres propios, en son de elogio, porque es uno de los contados casos en que una noción matemática llega á nuestra patria en tan escaso plazo. Desgraciadamente, suelen sufrir, antes de arribar á estas costas de Poniente, retraso infinitamente mayor. Así, por ejemplo, la noción moderna de función, debida á Dirichlet (1837); el famoso problema de Riemann, origen de la teoría de la representación conforme (1851); las ideas del programa de Erlangen, iniciador de la Geometría moderna (1872); la noción de curva analítica de Weierstrass (1876), no han llegado á España hasta 1914. Muchas otras, igualmente fundamentales, no han pisado todavía nuestro suelo.

Y á veces el retraso es tal, que hacen su aparición entre nosotros las teorías y los métodos en plena decrepitud. Llegaron las teorías de Cauchy cuando ya habían sido derogadas en su parte esencial. Apenas se introdujo en España el sistema de Staudt, era substituido en Alemania é Italia por el método axiomático. Tal es la triste suerte de los países occidentales: que aparecen los astros en su horizonte, cuando en las tierras de Oriente han llegado á su ocaso.

Como habéis visto en el sencillo ejemplo de la cuadratura, no es tarea breve la filiación de cada idea fundamental á su llegada á un país. Esta obra de la valoración de nuestra cultura matemática á través del tiempo—mejor dicho, un proyecto de ella, que someto á vuestra discusión—es lo que quiero presentaros, en vez del discurso que nuestros compañeros de Asociación me encargaron, haciéndome inesperado é inmerecido honor. Más que pronunciar discursos, importa realizar actos que vayan sentando las bases sobre las que ha de alzarse nuestra futura construcción matemática.

Pero estos trabajos de medición ó valoración de magnitudes materiales ó espirituales, exigen la colaboración de varios observadores, para eliminar toda influencia de la ecuación personal; labor más propia, por tanto, para realizada en el retiro de la Sección, que en la solemnidad de un acto inaugural. Solo un breve resumen de ella hacemos aquí, ocupando el espacio que habría llenado el discurso, si tal discurso hubiéramos escrito.

Tratemos primero del *progreso de España en la Ciencia matemática* durante el siglo XIX; luego hablaremos del *progreso de la Matemática en España*.

Suele señalarse el año 1845 como fecha en que comienza la vida científica de nuestra nación. La guerra de la Independencia, primero; la revolución y anarquía, después; una lucha civil más tarde, habían formado durante la primera mitad del siglo un ambiente nada propicio, en verdad, para el tranquilo cultivo de las ciencias.

Hasta aquella fecha continuó imperando el escolasticismo en la enseñanza universitaria de las Ciencias físico-matemáticas. «Todo se reducía—dice el erudito Vicuña (1)—á que tal padre grave, ó cual hombre curioso, leyera algún libro en latín desde la cátedra, referente á asuntos matemáticos ó físicos. Un extracto de la Geometría de Euclides, algún resumen de Aritmética, nada ó casi nada de Álgebra, unas nociones de Cosmografía, otras de Música, y una disertación, inspirada en la Filosofía aristotélica, sobre los fenómenos naturales; á esto quedaba reducida la enseñanza de las Ciencias físico-matemáticas..... Las reglas empíricas substituían á las investigaciones teóricas, y en Salamanca se daban lecciones de canto, en lugar de teoría acústica de la Música. ¡Qué sucedería en las Universidades de segundo orden, repartidas por pueblos y lugares.....!» (2).

La importancia que se ha concedido á esta fecha 1845, estriba en haberse realizado en ella la organización de las enseñanzas universitarias de estas Ciencias físico-matemáticas, creándose una sección especial dentro de la Facultad de Filosofía y Letras; y, además, en haberse fundado por entonces (1847) la Real Academia de Ciencias, de Madrid.

Desgraciadamente, toda organización es inútil cuando no hay hombres aptos para representarla; y aunque se procuró «elegir el personal más lucido que pudo reunirse, por oposición una gran parte de él, y con los medios materiales de que antes se carecía», aquellos hombres, educados en la antigua Matemática, no pudieron introducir las ideas nuevas de que ellos carecían; y las obras de Vallejo, Odriozola, Feliú, Pascua, García San Pedro....., que sirvieron durante muchos años de texto en las Universidades, en el Colegio general militar, en la Acade-

(1) «Discurso de apertura del curso académico de 1875-76 en la Universidad de Madrid», páginas 28 y 25.

(2) Justo es reconocer que en la Escuela de Caminos se enseñaba ya, hacia el año 40, la Matemática de fines del siglo XVIII, por las traducciones de Lacroix y Monge.

mia de Artillería, etc., por su materia entran de lleno en el siglo XVIII, siendo todas ellas muy inferiores á la de Lacroix, monumento y síntesis de la Matemática de aquella centuria.

Bien es cierto que «antes del plan de 1845 estábamos trescientos años detrás de la Europa culta» como dice atinadamente Vicuña (1), y justo es, por tanto, consignar este apreciable progreso.

El cual continuó con paso seguro, siendo favorecido no poco por la ley de Moyano (1857), que crea la Facultad de Ciencias y amplía los estudios matemáticos, constituyendo con ellos una Sección de Ciencias exactas; también por la Academia de Ciencias, que emprende la publicación de extractos de algunos artículos de revistas francesas (2), los cuales, aunque de índole muy elemental, servían para ir despertando la curiosidad por los estudios matemáticos.

Comienza por entonces la importación de obras francesas: los libros de Cirodde, el Álgebra de Lefebure de Fourcy, la de Bourdon, la Geometría de Vincent, el Cálculo de Navier, el de Cournot....., obras anodinas todas, incapaces de inspirar amor á esta Ciencia en un país que nace á ella. Si alguna obra original existe entre los libros importados, como son los Elementos de Legendre, es del siglo XVIII; y todas, sin excepción, entran de lleno en esta centuria, si atendemos á su contenido, aunque lleven fecha posterior.

Estas eran las fuentes en que bebían nuestros antepasados, cuando Gauss, Abel y Cauchy habían renovado todo el Análisis; y habían nacido las Geometrías no euclidianas; y la Geometría proyectiva había llegado con Staudt á completa madurez; y Riemann había creado la moderna teoría de funciones; en una palabra, cuando ya había nacido, no solamente toda la Matemática que conocemos actualmente, sino muchas otras teorías que aún no han llegado á nosotros.

Y al medir la trascendencia que ha tenido para nuestro progreso ulterior esta desgraciada entrada de España en la Matemática, nace en el ánimo la idea de protesta contra la injusta fama alcanzada por algunos de aquellos hombres, que durante más de medio siglo han ejercido funesto influjo en nuestra cultura; que hallándose en los más altos cargos de nuestra enseñanza, y habiendo sido enviados á París, en el preciso momento de la renovación de esta Ciencia, nada absolutamente trajeron

(1) Loc. cit., pág. 75.

(2) *Revista de los Progresos de las Ciencias*, tomo I (1851) y siguientes. Los artículos eran extractados principalmente de los *Nouvelles Annales*, del *Journal de Liouville* y algunos de las *Comptes rendus*.

de la nueva Matemática; que pudiendo contribuir á nuestro progreso con la influencia, quizás decisiva, de su privilegiada posición, no sintieron sobre sí el peso de la grave responsabilidad contraída ante su patria.

Mientras son completamente ineficaces las organizaciones cuando las personas son inferiores á su época, basta un solo hombre para trazar nuevos rumbos, á pesar de todos los organismos constituidos. Este hombre extraordinario que inicia en España el tránsito de la Matemática del siglo XVIII á la de Gauss y Cauchy, es el venerado Presidente de nuestra Asociación. Para la Matemática española, el siglo XIX comienza en 1865, y comienza con Echegaray.

Su labor admirable se divide en dos épocas, que pudiéramos titular *vulgarización con éxito* y *vulgarización en el vacío*; clasificación que corresponde, como hemos de comprobar luego, á los dos modos de ser de toda nuestra cultura en la Edad contemporánea, antes de la Restauración y después de ella.

En la primera época importa la Geometría superior de Chasles (1) y el Cálculo de variaciones (2); introduce la Teoría de las determinantes mediante un arreglo de los tratados de Trudi y Brioschi (3); finalmente, vulgariza la transcendencia de π (4), para acabar en España con la plaga de los cuadradores; y los trabajos de Wantzel (5), para exterminar la de los trisectores.

No cayó en el vacío esta semilla, y pronto arraiga, produciendo un notable renacimiento matemático, que irradia de la Escuela de Caminos, cuya fama llega á su apogeo con la organización del año 65, enseñándose en sus aulas el Cálculo de Duhamel, con las funciones elípticas, y el Cálculo de variaciones. D. Eulogio Jiménez, importa la Teoría de los números (1872) mediante una buena adaptación española de la clásica obra de Lejeune-Dirichlet (6); continúa la divulga-

(1) «Introducción á la Geometría superior», *Revista de los Progresos de las Ciencias*, pág. 449, 1866.

(2) «Cálculo de variaciones», Madrid, 1858.

(3) «Memoria sobre la Teoría de las determinantes», Madrid, 1868, tomo VII de *Memorias y documentos*. «Aplicaciones de las determinantes», *Revista de los Progresos de las Ciencias*, 1868, pág. 320.

(4) «Sobre la imposibilidad de la cuadratura del círculo», *Revista de los Progresos de las Ciencias*, tomo XXI, pág. 493, 1886.

(5) «Método de Wantzel para conocer si un problema puede resolverse con la recta y el círculo», *Revista de los Progresos de las Ciencias*, tomo XXII, pág. 1, 1887; «División de la circunferencia en partes iguales», *idem*, pág. 69.

(6) «Tratado elemental de la Teoría de los números». Memoria premiada por la Academia de Ciencias de Madrid, publicada en 1877.

ción del sistema de Chasles (1878-80) (1) é importa y traduce las obras de Baltzer (1879-81) sobre Matemáticas elementales (2), cuyas ideas, poco modificadas, constituyen, hoy todavía, el programa de los dos primeros cursos en casi todas las Facultades de Ciencias (3). Bosch vulgariza los cuaternios (1873) (4). Merino importa el método de Gräffe modificado por Encke, para la resolución de ecuaciones numéricas (1879) (5). Ollero difunde el Cálculo de probabilidades (1879) (6).

Digna de elogio es también, por haber contribuído á este renacimiento, la obra de Rey Heredia (1865) (7), sobre las cantidades imaginarias, la cual, aunque filosófica y no matemática, y de índole muy elemental, sirvió al menos para vulgarizar entre nosotros estos estudios, más tarde continuados sin avance apreciable, pero con cierta originalidad de método, por Fola (8) y Lasala (9).

Estimulada quizás por la fama de la Escuela de Caminos, comienza la Facultad á tener vida científica propia, y pronto pasa á ser única en el cultivo de la Matemática pura. Al comenzar en 1878 su profesorado en la Universidad de Madrid, continúa Torroja la labor de Echegaray, adoptando el sistema geométrico de Chasles; y en 1884 lo substituye por el de Staudt, introduciendo así en España la Geometría proyectiva sintética.

Hacia 1880 comienza, por fin, á llegar á la Universidad el Análisis de Cauchy (10), cuyos fundamentos explica Archilla en la misma Fa-

(1) «Introducción á la Geometría sintética», *Boletín de la Institución libre de Enseñanza*, 1878-80.

(2) «Aritmética vulgar», 1879. «Aritmética universal», 1880. «Álgebra», 1880. «Geometría», 1880. «Trigonometría», 1881.

(3) Así lo reconoce también el Sr. Octavio de Toledo: «Las ideas contenidas en las obras de Baltzer, especialmente las que informan su Aritmética universal, son la matriz de la casi totalidad de las obras que acerca de esta materia se han escrito en nuestro país de algunos años á esta parte». *Revista de la Sociedad Matemática Española*, tomo II, pág. 4, 1912.

(4) «Juicio crítico acerca de los cuadrinomios de Rowan Hamilton», *Rev. Univ. de Madrid*, pág. 526, 1873.

(5) «Resolución de las ecuaciones numéricas», *Revista de los Progresos de las Ciencias*, pág. 14, 1879.

(6) «Tratado de Cálculo de probabilidades», Segovia, 1879.

(7) «Teoría transcendental de las cantidades imaginarias», Madrid, 1865.

(8) «Investigaciones filosófico-matemáticas sobre las cantidades imaginarias», Madrid, 1881.

(9) «Teoría de las cantidades imaginarias», Bilbao, 1894.

(10) Sólo llega la escasa parte contenida en el Cálculo de Duhamel (1856); libro que no entra todavía de lleno en el sistema de Cauchy, y que, desgraciadamente,

cultad. La traducción del mediocre tratado de Rubini sobre las formas algébricas (1885), introduce esta teoría, que pronto pasó á casi todos los programas oficiales, llegando á obtener hasta tres adaptaciones españolas; García de Galdeano importa la teoría de las funciones de variable compleja de Cauchy (1883) y la de los grupos de sustituciones (1886); Clariana incluye nociones de la primera en los programas universitarios (1891)..... (1).

La labor realizada en este cuarto de siglo, desde 1865 á 1890, es algo más que síntoma de pujante renacimiento; es toda una renovación profunda. Muy imperfecta era nuestra cultura matemática antes del año 90; muchas teorías importantes faltaban por introducir; pero deber de justicia es admirar la obra de estos hombres educados antes de la Restauración, ávidos de cultura, que de la nada tuvieron que crearlo todo (2).

Llegamos á un momento crítico en nuestra historia científica. La fundación de nuestra primera Revista matemática (1891) y la renovación casi total del profesorado de las Facultades de Ciencias (1890-95) señalan el comienzo de una nueva época. No seguiremos paso á paso la obra de las generaciones de matemáticos posteriores á la Restauración. Salvemos mentalmente este espacio de tiempo, y colocándonos en el momento actual, hagamos un examen retrospectivo del camino recorrido.

Antes del año 90 se introdujo en España la teoría de las formas, y hasta llegó á incorporarse á los programas oficiales. Pasado un cuarto de siglo, ¿en qué Universidad ó Escuela especial se explica? ¿A cuántos son hoy familiares las nociones de covariantes, de sustituciones ortogonales ó de formas canónicas, que entonces formaban parte integrante de la enseñanza preparatoria á los estudios supe-

circula aún entre nosotros. Al mismo tiempo que Archilla, difunde Portuondo las ideas de este libro con su *Ensayo sobre el infinito*, Madrid, 1880.

(1) La bibliografía completa puede verse en el trabajo que hemos redactado para el artículo *España* de la Enciclopedia Espasa.

(2) Epoca en que florecieron lozanamente las Ciencias, dice atinadamente Arrillaga refiriéndose á aquel tiempo, en que estos españoles beneméritos «hubieron de organizarlo todo en el orden de las Ciencias y en el de sus aplicaciones: profesiones liberales, enseñanzas de ellas, ferrocarriles, telégrafos, y variados servicios de ingeniería encaminados al desarrollo de la riqueza pública y privada; toda una vida científica y económica.» Justo es agregar á los nombres de Echegaray, Jiménez, Archilla, Torroja y Galdeano, los de Saavedra, Ibáñez, Merino, Aguilar..... entre los cultivadores de las Matemáticas aplicadas.

riores? ¿No han sido dados al olvido los cuaternios y el método de Gräffe?

¿Y qué ideas modernas se han incorporado á nuestra cultura desde 1890? Todo se ha reducido á multiplicar sin tino ni medida—sobre todo desde el funesto plan de 1900—las enseñanzas elementales, dotándolas de algoritmos ó tecnicismo que aparentemente las elevan, cuando lo que urge es reducirlas al mínimo indispensable para completar nociones fundamentales no adquiridas en el Bachillerato, dejando espacio libre para llegar á la cultura superior, fin primordial de la Universidad, y la única eficaz para el progreso.

Se han publicado excelentes tratados de Geometría proyectiva elemental, tanto sintética como analítica, de todos bien conocidos; libros de Aritmética y Álgebra inspirados en las obras elementales de Baltzer; unos y otros han consolidado las teorías explicadas desde hace muchos años en la Facultad por un brillante cuadro de profesores, queridos maestros nuestros; pero esto es simplemente una meritoria complementación, un afianzamiento estimable, no es un progreso esencial.

En la Matemática de Cauchy y Staudt—es decir, de la primera mitad del siglo pasado—estábamos el año 90, y en ella seguimos hoy. El tránsito á la Matemática de Riemann y Weierstrass—esto es, de la segunda mitad del siglo (1)—no ha sido todavía iniciado. A la distancia considerable que nos separaba entonces del nivel medio europeo, hay que sumar un cuarto de siglo más, perdido para nuestro renacimiento. En la Historia de la cultura, donde este nivel medio europeo es el módulo ó término de comparación, que se dilata rapidísimamente, el reposo ó el avance lento significa retroceso.

De nada ha servido la admirable obra patriótica del *Progreso matemático*, nuestra primera Revista, después no superada. La Geometría no euclidiana y la de cuatro dimensiones, importadas por su fundador y director el benemérito Galdeano, con la colaboración de Reyes Prospero..., han sido aves de paso. Ni tuvo éxito en la atrevida empresa de introducir entre nosotros el Análisis moderno, con su «Nueva enciclopedia matemática». Fracasados pueden considerarse también, por no hallar eco perceptible, los notables cursos de Echegaray en el Ateneo, sobre la Teoría de las sustituciones y ecuaciones algebraicas,

(1) Las diferencias esenciales entre una y otra Matemática pueden verse en nuestro trabajo «Evolución de la Matemática en la Edad contemporánea» ó en nuestro libro «Introducción á la Matemática superior».

sobre las funciones elípticas y abelianas, sobre las ecuaciones diferenciales.....

¿Y cuáles han sido, en cambio, los progresos de la Matemática durante este cuarto de siglo? Tantos y tales que es imposible una enumeración medianamente completa. Surge por obra de Jordan, Baire y Lebesgue, el hermoso cuerpo de doctrina que se llama Teoría de las funciones discontinuas. Abre Lebesgue, con su famosa integral, nuevos horizontes al Análisis de las variables reales. Organiza Klein la grandiosa rama que se llama Teoría de las funciones automorfas. La Representación conforme entra en su tercera época, con los trabajos fundamentales de Poincaré y Koebe, que logran resolver el problema de la uniformación. En la Aritmética superior, la Teoría de los campos de racionalidad debe progresos esenciales á Hilbert, Dickson, Moore..... Imprimen avance considerable Hölder, Frobenius, Miller..... á la Teoría de grupos abstractos. La de los invariantes entra en su tercera fase con los trabajos capitales de Hilbert. Surge independiente y fecunda la Geometría proyectiva diferencial. Se hace autónoma con Reye la Teoría de las configuraciones, y recibe contribuciones que multiplican su extensión. En Italia, recibe impulso formidable con Segre, Bertini, Severi, Enriques, Castellnuovo..... la Geometría algebrica fundada por Brill y Noether.....

Antes hemos prometido omitir toda opinión personal, consignando escuetamente hechos, fechas y nombres; pero á veces los hechos, con su muda elocuencia, son también iconoclastas.

*
* *

Hablemos ahora del *progreso de la Matemática en España*, es decir de nuestra contribución á esta Ciencia.

Contemplando su desarrollo en todas las naciones cultas, durante la Edad contemporánea, vemos en los cientos de tomos de las revistas publicadas en todos los idiomas, millares y millares de hechos nuevos aportados por modestos investigadores, que vienen á enriquecer el caudal de la Matemática, sin marcada trascendencia en su marcha general; millares de ideas sembradas á voleo en el ancho campo, siempre fecundo, de esta Ciencia secular.

De ellas arraiga una mínima parte, y sólo las ideas de mayor poder germinativo, las que descubren nuevos horizontes, inducen á más amplias investigaciones, surgiendo tras penosa elaboración, que dura

largo tiempo, la nueva teoría con derecho á un puesto en el organismo constituido.

Finalmente, cuando una teoría ha llegado á la madurez, pareciendo como agotado el filón, y su trascendencia la eleva á la categoría de conocimiento necesario, suelen surgir uno ó varios tratadistas que sistematizan en forma didáctica lo más esencial, aquella parte que, por presentarse ya como definitiva y perfecta, no parece en mucho tiempo susceptible de modificación.

Innecesario parecerá á mis ilustrados oyentes repetir aquí ideas tan elementales, y, sin embargo, no están fuera de lugar, ni aun es posible prescindir de ellas, para examinar el extraño desarrollo de la cultura matemática española.

Porque, como se observa en el breve resumen histórico anterior, acontece en nuestra patria un hecho singular. Las ideas matemáticas llegan á ella cuando han dado de sí todo lo que podían dar; cuando ya es casi imposible continuar la explotación de la cantera, es decir, cuando han cristalizado en un libro. La historia de nuestra cultura matemática no es la historia de las ideas, ni siquiera la historia de los matemáticos; es la historia de los manuales.

Sólo á título de curiosidad figura en nuestras bibliotecas alguna revista matemática. Si alguien quiere investigar sobre un problema, nunca preguntará qué *memorias* tratan del asunto, sino cuáles *libros*; y si en los tratados corrientes no lo encuentra, se declara nuevo el problema ó la idea. Matemático se proclama á quien de dos manuales sabe sacar un tercero. Y llega la desorientación al extremo de considerar como panteones inútiles á las colecciones de revistas, que son los viveros donde germina la Matemática naciente; depósito de la Ciencia irregular, móvil, rica en ideas y problemas; cuando los panteones son precisamente los libros, porque en ellos se archiva la Ciencia ya elaborada y, por tanto, muerta.

Antes nos dolíamos del fugaz paso por nuestro suelo de algunas teorías. Mas no debe extrañarnos; es que, en realidad, no llegan las teorías, sino la parte de las teorías que ha pasado á los libros; peor todavía, la contenida en un solo tratado.

No se ha importado aún en España la teoría de las formas; solamente el libro de Rubini. Ni ha llegado todavía la Geometría proyectiva; sólo vino el tratado de Staudt. Ni ha sido introducida la teoría de números, ni la de funciones elípticas; sólo conocemos parte de los libros de Dirichlet y Briot-Bouquet. Ni, en realidad, llegaron las investigaciones de Hermite y Lindemann sobre la trascendencia de e y π ,

sino el breve extracto contenido en las notas de la Geometría de Rouché y Comberousse.

Importar una teoría no es traer el tronco mutilado en forma rigurosamente geométrica; hay que traer el organismo completo, con sus raíces en las teorías adyacentes; hay que traer, sobre todo, la parte irregular, variable, no desarrollada todavía; las paradojas y los problemas no resueltos, que son las yemas de las que han de nacer nuevas ramas. ¿Y es extraño que no arraiguen y fructifiquen aquí las teorías, si traemos del extranjero el árbol, dejando allí sus órganos de nutrición y reproducción?

Educados en esta Ciencia redondeada y perfecta de los manuales, donde todo aparece terminado; donde no hay ni lagunas que llenar, ni fronteras que extender, nace en nosotros cierto respeto supersticioso hacia los investigadores. Parécennos hombres elegidos por el cielo, que necesariamente deben llevar apellido alemán, inglés ó francés, ó siquiera italiano; hombres superiores, á los cuales sólo cabe admirar, pero no imitar.

No nos asusta abordar por cuenta propia problemas ya resueltos desde larga fecha, sin hacer averiguación bibliográfica ninguna, es decir, sin preocuparnos lo más mínimo toda la anterior labor de la Humanidad y, en cambio, nos parece imposible construir sobre lo ya construído, aportando algún hecho nuevo, por insignificante que sea. No tenemos en cuenta que llegar antes que otro á un sitio recóndito es cuestión de oportunidad y no de superioridad intelectual, y que si no es fácil descubrir nuevos parajes en las regiones inexploradas de África, infinitamente más difícil es encontrarlo en las cultivadas Alemania ó Bélgica.

El punto de vista que pretende justificar nuestra cómoda posición de espectadores de la Ciencia, sería lógico admitiendo *à priori* nuestra inferioridad mental respecto de todas las razas cultas; porque sólo así podríamos considerarnos incapaces de hacer lo que realiza, por condición *sine qua non*, todo doctor alemán, italiano ó francés, inglés ó norteamericano, suizo, rumano ó danés, holandés ó sueco.

Pero no; que en esta actitud pasiva ante la Ciencia no hay nada de modestia, lo demuestran dos hechos singulares:

La predilección de los matemáticos españoles por ocuparse de los problemas famosos de reconocida dificultad, en que han laborado mayor número de ingenios ilustres, con el ánimo, sin duda, de mejorar y rectificar su obra, ó simplemente de ordenarla; pretensión sólo posible en quien tiene un muy elevado concepto de sí mismo.

Y, por si esto fuera poco, el sinnúmero de aficionados que, apenas iniciados en las Matemáticas elementales, se creen señalados por el dedo de Dios para resolver los célebres problemas cuya dificultad han oído encomiar; sin tener noticia á veces, y otras teniéndola, de que su imposibilidad está ya demostrada. Y no nos referimos solamente á los bien conocidos de cuadrar el círculo ó trisecar el ángulo con la regla y el compás; ó resolver todas las ecuaciones por medio de raíces; ó demostrar el postulado de Euclides por medio de los restantes postulados; sino también á otros problemas menos vulgares, ó más superiores, pero igualmente imposibles, como el de construir la Geometría proyectiva de las figuras algébricas con los recursos del sistema cuadrático de Staudt.

El otro hecho singular que queríamos citar es la desproporcionada abundancia de tratados en nuestra escasa producción matemática.

Escribir un tratado que no sea una reproducción más ó menos desfigurada de un manual extranjero, presupone, si la selección de materiales ha de ser discreta, un conocimiento completo de la literatura matemática, no posible donde carecen las bibliotecas de las más importantes colecciones de revistas. Si ha de ser algo distinto de un mosaico abigarrado, la ordenación en un plan sistemático, con un átomo de originalidad, exige una difícil elaboración del material, sólo posible para quienes están familiarizados con la investigación.

Mucho más difícil que investigar en un punto concreto de la Ciencia, acarreando nuevos materiales, quizás utilizables para la construcción del edificio, es alcanzar originalidad en el método, esto es, trazar los planos del edificio mismo ó modificar con ventaja los ya trazados. Pero los matemáticos españoles, considerándonos incapaces para trabajar como peones, sentamos plaza de arquitectos.

Hasta los más intransigentes vindicadores de la Ciencia española se han visto obligados á reconocer la total ausencia de grandes matemáticos en nuestra Historia como nación; pero este hecho triste no es indicio bastante para juzgarnos, pues la distribución de los genios en los diversos países es algo misteriosamente providencial, sin visible proporcionalidad con la cultura de las naciones.

Mucho más lamentable es la falta de investigadores; de los modestos obreros de todos los países, que, sin ser genios, desarrollan las ideas del genio y con ellas construyen la Ciencia. Y más desconsolador todavía, para los optimistas que aún tenemos fe en el porvenir de la raza, es la desesperanza de que pueda haberlos mientras no desechemos nuestra equivocada concepción de la Ciencia estática, lle-

gando á la concepción dinámica; mientras no se opere un cambio radical de procedimiento pedagógico en los cursos superiores, substituyendo al libro la revista y el seminario á la clase repetidora; y, ante todo y sobre todo, mientras no poseamos una cultura matemática moderna. Quien pretende explorar nuevos países, ha de comenzar llegando hasta las fronteras que limitan el mundo conocido.

Y no investigando, no tomando parte activa en la obra de la Ciencia, ¿cómo han de arraigar y aclimatarse aquí las teorías matemáticas? Sólo permanecerán, como hasta ahora, mientras haya un hombre tenaz que las exija en los exámenes y las incluya en los cuestionarios de oposiciones. Plantas exóticas, traídas de lejanos países, que sólo viven raquífica vida de estufa, y mueren apenas falta el hombre que las cuidaba.

Ni debemos esperar que progresen las Ciencias afines, de base matemática, ni que prosperen las aplicaciones técnicas, sin la investigación abstracta. Que la Ciencia sólo es amorosa, y es pródiga, para los que la riegan con el sudor de su trabajo.

Y he aquí, pues, cómo somos conducidos, de modo natural, á la doble conclusión, de que la Matemática no progresará en España, no nos deberá nada, mientras España no progrese en la Matemática, mientras no poseamos cultura matemática moderna; y, recíprocamente, no habrá cultura moderna duradera mientras no tengamos investigadores.

El progreso de España en las Ciencias y el progreso de las Ciencias en España son, por tanto, objetivos inseparables que nos hemos de proponer simultáneamente para romper este círculo vicioso.

Con la constitución actual de nuestros centros de enseñanza, poco eficaz será, para lograr ninguno de ambos, todo plan de estudios, todo nuevo método pedagógico. Si no siempre se enseña bien lo que bien se sabe, imposible es que enseñemos bien ni mal las teorías que no conocemos. Antes que estudiar Pedagogía hemos de estudiar Matemáticas.

Ante nosotros está la gráfica de nuestra cultura, que nos indica intuitivamente, exactamente, lo que á cada uno de nosotros falta, para llegar en su especialidad á la cultura media europea. Mortifiquemos un poco nuestro amor propio en aras del bien general, y trabajemos todos, con labor callada, tenaz, heroica, para elevar la curva española hasta tocar y confundirse con la línea europea.

Y cuando, después de esta penosa ascensión á la cumbre, hayamos atravesado los dominios de la Matemática actual, llegando á la impre-

cisa línea divisoria de las aguas, que separa lo conocido de lo inexplorado, donde los problemas nacen abundantes y las analogías son fáciles y las generalizaciones fecundas, surgirán espontáneamente los investigadores españoles, si no han agotado á la raza cuatro siglos de inactividad matemática; y en las revistas internacionales aparecerán nombres españoles al lado de los extranjeros de todos los países cultos; y será posible la publicación de revistas españolas con vida próspera, empresa cuatro veces reanudada y siempre suspendida por falta de producción original; y á medida que vaya ampliándose nuestra cultura con nuevas adquisiciones, irá formándose, de modo natural, el vocabulario matemático español, empeño vano actualmente, por tres veces fracasado; y tendrán brillantez real, no externa, estos congresos, por la cantidad y calidad de las memorias presentadas.

Un cuarto de siglo de renovación, y otro de consolidación y perfeccionamiento componen, como hemos visto, nuestra historia matemática en la Edad contemporánea. Síntomas elocuentes anuncian el comienzo de una tercera época; y no es el menos expresivo la preciosa colaboración con que nos han honrado en esta asamblea distinguidos matemáticos portugueses; prenda segura de alianza con la noble nación lusitana en esta penosa ascensión hacia la cumbre de la Ciencia.

Para terminar esta ya demasiado extensa introducción á vuestras tareas, justo es citar á las dos instituciones que han emprendido en nuestros días el recto camino para alcanzar los dos objetivos en que hemos compendiado el problema de nuestra cultura superior.

El progreso de Cataluña—y por tanto de España—en las Ciencias, persigue el Instituto de Estudios Catalanes con la formación de una biblioteca científica moderna y la organización de cursos intensivos superiores—equivalentes al *privatissimus* alemán—, ya comenzados con excelente éxito, abandonando la vulgarización como labor de escaso rendimiento.

La investigación individual era imposible en nuestro país hasta hace pocos años, por la carencia de bibliotecas provistas de literatura científica moderna. Y no sólo por esta razón se imponía una organización de los esfuerzos aislados para alcanzar el segundo objetivo: el progreso de las Ciencias en España. Como ha dicho Picard, «en el estado actual de nuestros conocimientos, el porvenir está en la investigación colectiva y en el agrupamiento juicioso de esfuerzos, que de otro modo correrían el riesgo de permanecer estériles. Las naciones en que el trabajo científico esté mejor organizado y en que los discípulos deseen trabajar con la dirección de un maestro, tendrán una gran supe-

rioridad, aumentándose así, de modo considerable, el rendimiento de las investigaciones» (1).

Este procedimiento es el ensayado, hasta ahora con buen éxito, por la Junta para ampliación de estudios, en sus centros de investigación. En el Seminario matemático, fundado recientemente, unos cuantos jóvenes entusiastas nos hemos congregado, animados en el trabajo por la esperanza de poder proclamar en día no lejano, ampliando la conocida frase de Chasles: «En el estado actual de la Ciencia, quienquiera puede generalizar y crear en Matemáticas; ya no es necesario el genio para agregar una piedra al edificio».

HE DICHO.

(1) *La Science moderne*, París, 1905.

SECCIÓN 2.^a, ASTRONOMÍA Y FÍSICA DEL GLOBO

DISCURSO INAUGURAL

POR

D. VICTORIANO F. ASCARZA

DOCTOR EN CIENCIAS
Y ASTRÓNOMO DEL OBSERVATORIO DE MADRID

SEÑORES:

A dos tipos distintos suelen ajustarse los discursos inaugurales como el presente: el primer tipo es el de aquellos que desarrollan una cuestión determinada de la Ciencia, un problema fundamental de la misma, aduciendo, por punto general, trabajos de investigación propia; el segundo tipo es el de los discursos que procuran exponer el estado de una disciplina científica, sus problemas, sus métodos, su orientación, sus aspiraciones, con fines principalmente de divulgación y propaganda. A este segundo tipo ha de ajustarse el trabajo que tengo la honra de ofrecerlos. De mí no podíais esperar otra cosa. Mis trabajos de investigación en Astronomía son tan modestos que, juzgados con benevolencia, apenas dan materia para Notas en la Sección; por eso he renunciado á convertirlos en tema de este discurso y quedan para otros de menor solemnidad.

Hay otra razón que me ha decidido por el segundo tipo de trabajos, y es ésta: en un Congreso organizado por la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS he creído ajustarme estrictamente á su nombre, á su programa y á su propósito, tomando como tema la exposición sencilla de algunos problemas actuales de la Astrofísica, indicando, de paso, lo que sobre varios de esos problemas se hace en España y estimulando á nuestra juventud estudiosa á interesarse en un linaje de investigaciones que ofrece amplísimos recursos para sa-

ciar el ansia de saber, para cosechar lauros y para satisfacer los más nobles y elevados goces espirituales. Mi propósito va hacia la propaganda, hacia la divulgación de esos problemas, porque lo considero medio de hacerlos progresar en España.

Conocido el propósito no esperaréis seguramente nada nuevo, y conocida la materia no debéis esperar tampoco un trabajo completo. De la vastísima complejidad de problemas que ofrece la Astronomía moderna, ó más concretamente la Astrofísica, elegiré algunos, como ejemplos, para interesar la atención del auditorio, para despertar su curiosidad, para sugerirle dudas y preocupaciones, si esto es posible; porque en la dinámica intelectual la duda es una de las fuerzas motoras más poderosas.

Huiré de hipótesis que todo lo explican, porque suelen contribuir á ocultar la verdad y á fomentar la pereza intelectual; huiré igualmente de fórmulas y de conceptos abstrusos, porque no se acomodan á fines de divulgación y propaganda.

No me dirijo á sabios, ni á técnicos en esta Ciencia, porque nada podría decirles que les interesara; aprovecho la ocasión y el momento para intentar la difusión de la Astrofísica y, á la vez, el enaltecimiento de la Ciencia española entre los amantes de la Astronomía y más aún entre la juventud que encamina sus pasos á la investigación científica. Prefiero que los del oficio me encuentren vulgar á que los aficionados me tilden de obscuro. Ya conocéis el criterio y el propósito que me han guiado al redactar este discurso; lo entrego á vuestra benevolencia y entro con el tema.

I.

La Astrofísica es una Ciencia joven y quizá por eso mismo es una Ciencia llena de audaces ambiciones. Nacida con la invención de los anteojos, halló luego un poderoso instrumento de investigación en el análisis espectral y en la fotografía. Con estos valiosos recursos y con los perfeccionamientos admirables que, en los últimos tiempos, ha recibido la técnica de la medida, la Astrofísica aspira actualmente á penetrar en el misterio de los mundos siderales. Ese es el gran problema de esta Ciencia; ese los compendia todos: conocer la constitución física y química de todos los astros; ahondar en el secreto de sus fenómenos complejos; sorprender y medir las mudanzas siderales para inquirir el origen de esos astros, su número, los períodos de su vida

dilatada, el fin probable de esas evoluciones siderales; descubrir las asociaciones estelares con sus sistemas, de portentosa grandeza y de movimientos majestuosos; ver las agrupaciones de esos sistemas en la arquitectura maravillosa de esta máquina de la Creación.....

Todo eso busca en sus ambiciones de Ciencia joven la Astrofísica. Aspira á descubrir, no ya un mundo nuevo, sino miriadas de nuevos mundos.

En ese magno problema están incluidos otros muchos, que afectan á la Física, á la Química, á la Geología, á la Biología, á la Filosofía..... ¿Quién podrá poner en duda que la resolución del problema que acabamos de esbozar afectará seguramente á las ideas actuales sobre la constitución y evolución de la materia; á ciertos problemas fundamentales de la vida y á no pocas cuestiones del orden filosófico más hondo y transcendental?

Esta estrecha solidaridad actual de la Astrofísica con las demás Ciencias explica estos dos cambios fundamentales producidos en los tiempos modernos:

1.º Que ya el astrónomo no es cultivador de una Ciencia solitaria, de vida independiente y autónoma, sin más auxilio que el de las Matemáticas; lejos de eso, hoy pone á contribución todas las Ciencias y busca la cooperación de todos los investigadores.

2.º Que esta Ciencia, á pesar de su aparente falta de utilidad recibe un apoyo material cada vez más decidido y más espléndido en los países que pasan por más cultos y más positivistas. Y es que en ese problema transcendental de la Astrofísica viven y alientan á la vez el ideal más puro y eficaz para el ennoblecimiento del espíritu humano y la probable solución de muchos problemas terrestres que tocan á las necesidades de nuestra vida.

Pero ese gran problema de la Astrofísica es—si se me permite la comparación—como una integral desconocida de muchos términos complejos. Para llegar á la integración hay que estudiar y conocer cada uno de esos términos, y al estudiarlos nacen multitud de problemas parciales.

La labor actual de la Astrofísica es el estudio de esos términos, es—si vale la frase—la determinación de parámetros, la eliminación de incógnitas, la integración por partes, para llegar á la total. Es un trabajo de exploración y desbrozamiento del mayor valor para lo porvenir, quizá para un porvenir lejano todavía. ¿Cómo se manifiestan, en el momento actual de la Astrofísica, esas cuestiones? ¿Cuál es la orientación del trabajo para la resolución de las mismas? ¿Cuáles son

los problemas parciales abordados actualmente, y cómo puede la juventud española contribuir á su estudio? He aquí varias cuestiones que dan materia para escribir abultados volúmenes y que procuraremos esbozar con la mayor brevedad posible en este discurso, si vuestra benevolencia lo permite.

II.

Digamos algo del cambio de orientación. Durante muchísimo tiempo la Astronomía ha sido una Ciencia eminentemente individualista. El astrónomo, en las soledades de las noches estrelladas, ha cultivado la Ciencia con invitaciones apremiantes al aislamiento. Ha planeado métodos, ha ideado investigaciones, ha inventado aparatos, ha creado hipótesis por un esfuerzo propio, personal, sin sugerencias colectivas. Léase la Historia de la Astronomía y se verá que, durante muchos años, durante siglos, esa Historia culmina en unos cuantos genios, que han utilizado, naturalmente, los trabajos anteriores, pero que han producido casi individualmente.

Actualmente ocurre cosa distinta. La Astrofísica ha roto esos moldes estrechos; ha perdido con ello la personalidad propia de la antigua Astronomía, porque se auxilia en muchos casos y se compenetra en otros con varias Ciencias, y porque al propio tiempo busca la cooperación, pero ello es garantía de progreso. Esta cooperación es múltiple: es la de unos astrónomos con otros, la de astrónomos con físicos, con químicos, con geólogos..... La Ciencia es tan amplia que en ella caben casi todos los investigadores. La juventud ansiosa de inquirir y de gloria debe saberlo; antes se cultivaba Astronomía solamente en los Observatorios, esto la hacía inaccesible, ó poco menos, á la investigación; actualmente puede cultivarse la Astrofísica en los más modestos laboratorios. Véase el ejemplo de Kapteyn; ha llegado á descubrimientos importantísimos, y es reconocido como una gloria de la Astronomía sin tener apenas instrumentos.

He aquí dos ejemplos de esta cooperación: la Carta del cielo y la Unión internacional para las investigaciones solares. Otros muchos casos podrían citarse, pero bastan esos dos para dar idea de este cambio. Son dos ejemplos típicos entre tantos otros.

La Carta del cielo se debe á la iniciativa de Mouchez. Expuso esta dea fecundísima en 1887, comenzó á ejecutarse dos años más tarde

y se trabaja actualmente con empeño para terminarla, si es posible, en 1920. Se trata en ella de hacer un inventario objetivo preliminar de los cielos, utilizando la fotografía, y para ello se buscó la cooperación de los distintos Observatorios. Esta cooperación era necesaria por el enorme esfuerzo que exige tal empresa y por tener que registrar todo el cielo de polo á polo. Ni una persona, ni una entidad permanente cualquiera podían solas realizar obra tan fundamental y se requirió el esfuerzo colectivo. Dieciocho Observatorios de distintas naciones concurren á la obra y trabajando los 18 no tardarán menos de treinta años en terminar la empresa. Por ese dato podrá juzgarse de su magnitud. Cada Observatorio se ha hecho cargo de una zona y España está brillantemente representada, en esta magna empresa colectiva, por el Observatorio de San Fernando, encargado de la zona comprendida entre los 3 y los 9° de declinación Sur (1).

La Carta del cielo comprende actualmente tres partes distintas, que son: la Carta propiamente tal, el catálogo y la medida de magnitudes, con un total de más de 25.000 placas de 16×16 cm. Se fijó el año 1920 para terminar este trabajo colosal, y nos apresuramos á consignar que de las 720 placas del Observatorio de San Fernando 446 están ya publicadas, 85 están terminadas y listas para la publicación y sólo hay pendientes 189; de las 1.260 placas que para el catálogo comprende esa zona, con un total de 337.000 estrellas, se hallan determinadas las constantes para todos los clisés y se están actualmente rectificando las medidas para las magnitudes y calculando las posiciones que han de tabularse.

Se dirá que esta portentosa obra de la Carta del cielo no es propia

(1) El Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando (Cádiz) está situado en los $36^{\circ} 27' 42''$ de latitud Norte, á los $24^{\text{m}} 49,3^{\text{s}}$ de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y á 31 m. de altitud. Fué fundado á propuesta de D. Jorge Juan, en 1793, y está dirigido actualmente por el Excmo. Sr. D. Tomás de Azcárate, y depende del Ministerio de Marina. Su abundante y valioso material científico está destinado al cultivo de la Astronomía en general, y no á la Astrofísica de manera especial. En este orden, sin embargo, debe citarse la ecuatorial fotográfica doble de Gautier, con objetivo visual de 200 mm. y fotográfico de 330; siderostato de Gautier con espejo de 400 mm., utilizado para observaciones visuales, fotográficas y espectroscópicas; celóstatos con espejos de 300 y 200 mm.; espectroscopios, espectrógrafos, cámaras fotográficas, etc., etc., que se han usado con éxito feliz en los pasados eclipses de Sol. Además del trabajo importantísimo de la Carta del cielo, que queda mencionado en el texto, el Observatorio de San Fernando hace otros muy interesantes, y publica anualmente el *Almanaque Náutico*, tan valioso y tan apreciado por todos los observadores y, muy especialmente, por los marinos.

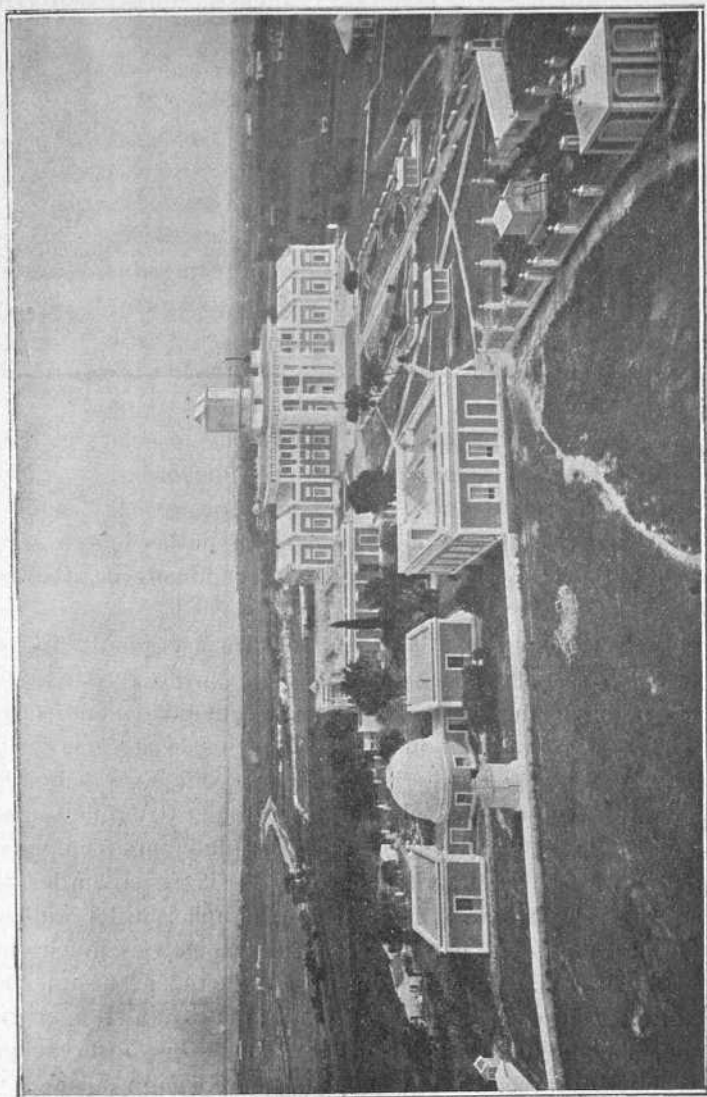
de la Astrofísica; en parte es cierto: de los tres propósitos perseguidos con la Carta, sólo uno, el de la determinación de magnitudes estelares es propiamente astrofísico. Pero debemos citar esa empresa porque es uno de los ejemplos de la cooperación, y porque al fijar la posición de las estrellas para una época determinada ha de dar medio de descubrir movimientos estelares, los cuales, combinados con velocidades radiales, con tipos espectrales, etc., etc., permitirán amplias investigaciones astrofísicas.

Otro ejemplo de coordinación de estudios y de cooperación de trabajos es la Unión internacional para las investigaciones solares, creada por iniciativa de Hale en 1904 y organizada definitivamente en el Congreso de Oxford del año siguiente.

Los estudios heliofísicos de radiación, de manchas, flóculos y protuberancias, de rotación por velocidades radiales, etc., etc., habían adquirido una gran extensión, pero las observaciones, hechas aisladamente según el criterio y la iniciativa de cada uno, con aparatos heterogéneos, sin comparación previa posible, daban resultados antagónicos, por lo menos en la apariencia, que contribuían á sembrar sombras donde hacía falta claridad. Era un trabajo intenso, pero algo inorgánico; de él podían y debían esperarse frutos más copiosos y se impuso este aspecto moderno de la Astrofísica que pudiéramos llamar expansivo y colaborador.

En la Unión solar entraron desde el primer día, junto á los astrónomos, los físicos de más fama y autoridad. Así no es de extrañar que uno de los problemas primeramente abordados por esa entidad haya sido la determinación de unas tablas de longitudes de onda, purgadas de los errores advertidos en las de Rowland. No será fácil hallar un problema más rigurosamente físico; á ese han seguido otros de carácter astrofísico. Y así como España figura dignamente en la empresa colectiva interesantísima de la Carta del cielo, también ha entrado á colaborar en las investigaciones de la Unión solar, estando en ella representada por los Observatorios de Tortosa y de Madrid. Actualmente, en los comités ejecutivos de la Unión figuran los nombres de cuatro astrónomos españoles.

Estos dos hechos demuestran el cambio que antes hemos mencionado. La Astrofísica admite y busca la cooperación de todos los investigadores porque el problema que trata de resolver encierra otra infinidad de problemas. El Observatorio propiamente tal y el Laboratorio se auxilian, se completan y muchas veces se fusionan para avanzar en esa labor redentora de conquistar la verdad. Junto á las



Observatorio Astronómico de San Fernando (Cádiz).

investigaciones que requieren poderosos instrumentos, de adquisición costosísima, hay otras, no menos útiles, que pueden acometerse con instrumental modesto. En este aspecto las investigaciones astrofísicas son fácilmente asequibles á la juventud estudiosa: el instrumento más valioso es una voluntad firme.

III.

Ahora bien, ¿sobre qué cuestiones de estudio recae la labor de cooperación? ¿Qué problemas hay actualmente planteados en Astrofísica? Citarlos todos exigiría un tiempo incompatible con la duración de este acto; apuntemos algunos problemas solares y estelares como ejemplos para dar idea del vastísimo campo, y al citarlos, permítasenos adoptar el orden seguido en los trabajos de la Unión solar internacional. Esos problemas son el de la radiación solar, el de las manchas, el de rotación solar, el del espectroheliógrafo, y últimamente el de clasificación de estrellas por sus espectros. Prescindimos del problema de calcular los valores absolutos de las longitudes de onda porque es exclusivamente físico é independiente de todos los demás.

El problema de determinar la radiación solar está planteado hace cerca de un siglo y cuando parece agotado y resuelto renace nuevamente. En los tiempos modernos ha adquirido actualidad científica palpitante y ha hecho progresos indudables. Pero lejos de agotarse se multiplica. Mientras estaba reducido á determinar lo que por muchos lustros se ha llamado «constante solar» parecía que la determinación de esa constante resolvía el problema definitivamente y para siempre. No habría que volver sobre tal problema sino de tarde en tarde para comprobar esos valores. Pero este concepto simplicista del problema era falso. Ahora, como tantas otras veces, la realidad es mucho más fecunda, es mucho más compleja y más bella que todas nuestras mezquinas hipótesis. Suponíase al Sol irradiando una cantidad de energía determinada, fija, inmutable, siempre la misma, y las observaciones recientes demuestran que eso no es exacto. La radiación solar es variable; crece y mengua, pasa por máximos y por mínimos. En el Sol se producen fenómenos de magnitud imponderable, con desprendimientos varios y múltiples de energía; el Sol—si vale la frase—tiene una vida propia, de actividad extraordinaria, maravillosa, de

grandeza que apenas comenzamos á vislumbrar, y esos fenómenos y esa vida y esa actividad se revelan, en parte al menos, en la radiación.

El problema tal como está planteado en estos momentos no estriba, por tanto, en determinar la llamada «constante solar», sino que exige además inquirir sus variaciones, medir y calcular sus mudanzas, averiguar la causa de esas mudanzas. Y este problema no afecta ya á la Heliófica propiamente tal, sino que extiende su influencia á la Geofísica. Langley lo ha dicho en estas palabras:

«La observación de la cantidad de energía que el Sol envía á la Tierra es de las más importantes y difíciles de la Astronomía física; puede decirse que es el problema fundamental de la Meteorología, pues probablemente todos los problemas de ésta serían predecibles si nosotros conociéramos la cantidad original y la clase de esa energía, cómo afecta á la constitución de nuestra atmósfera en su paso hacia la Tierra, cuánta llega al suelo, cómo con la influencia atmosférica mantiene la temperatura, y cómo, en cantidad menor y en clase modificada, es finalmente enviada al espacio exterior.»

Estas palabras dan idea de las complejidades del problema. La radiación solar es una variable que á su vez es función de otras variables, como son, entre ellas, la absorción atmosférica terrestre y la absorción atmosférica solar.

Pero, además, cada una de estas absorciones son funciones de nuevas variables: ejemplo, el espesor del estrato atmosférico atravesado y la composición mudable de ese estrato, así en la Tierra como en Sol. Al propio tiempo la medida de esa energía solar ha de hacerse con aparatos fundados casi siempre en la absorción de la misma energía por algún cuerpo que la transforma en calor ó en corriente eléctrica, ó simplemente en un cambio de resistencia eléctrica; en suma, que la transforma en otro fenómeno, en otra modalidad de la misma energía; fenómeno ó modalidad susceptibles de medida ó de ser sometidos al cálculo.

Cuando se considera todo esto se vislumbra la dificultad del problema y se explica que habiendo sido abordado desde hace casi un siglo no se le haya planteado fundamentalmente hasta estos tiempos.

Así se explican los resultados tan discordantes obtenidos para la radiación solar. Han trabajado en buscarla los más experimentados y perspicaces observadores y han hallado valores heterogéneos. He aquí, en comprobación de esa discordancia, alguno de los resultados obtenidos por distintos autores:

Bartoli.....	en Stelvi.....	(2.850 m.)	A = 2,079
Forbes.....	Brienz.....	(724 m.)	2,598
Kæmtz.....	Faulhorn.....	(2.680 m.)	3,253
Violle.....	Mont Blanc....	{ (1.200 m.) (4.800 m.) }	2,540
Crova.....	Montpellier.....		2,700
Crova y Houdeville.....	Mont Ventoux.....		2,900
Hansky.....	Mont Blanc.....		{ 3,000 3,400
Rizzo.....	Rocciamelone..	{ (501 m.) (2.834 m.) (3.537 m.) }	4,039 4,557 3,697
Sevalief.....	Kief.....		{ 2,810 3,400
Langley.....	Mont Whitney.	{ (1.460 m.) (3.543 m.) (4.426 m.) }	2,036 2,474 2,271
Angstrom.....	Ixelæ.....		4,010

Las causas de tales discordancias hay que buscarlas en estos hechos:

1.º El empleo de aparatos heterogéneos, fundados en principios distintos y cuyos resultados no eran comparables.

2.º La condición atmosférica, mudable en cada momento, que no ha sido estimada en la verdadera y grande importancia que tiene.

3.º El uso de fórmulas empíricas para hallar el valor absoluto de la radiación; fórmulas basadas en datos de exactitud indiscutible y en hipótesis sin suficiente base experimental. Así se explica que los valores admitidos de la « constante solar » hayan pasado sucesivamente, ó por saltos, desde 1,75 á 4 calorías por minuto y centímetro cuadrado. ¡ Variable es la radiación, pero no tanto !

El estudio metódico de la radiación solar exigía, como tantos otros, la cooperación, la coordinación de esfuerzos. Era menester unificar los aparatos, los métodos de observación y las fórmulas de cálculo. Solo así los resultados serían comparables; solo así las diferencias podrían explicarse satisfactoriamente.

La Unión solar internacional para las investigaciones solares, cumpliendo uno de sus fines principales, tomó á su cargo este trabajo de coordinación de esfuerzos. En el Congreso de Oxford, celebrado en Septiembre de 1905, se adoptaron, entre otros acuerdos, estos tres fundamentales: 1.º, que, en cuanto sea posible, se hagan las observaciones con instrumentos del mismo tipo; 2.º, que se adoptara el pirheliómetro de compensación de Angström como instrumento tipo,

y 3.º, que se nombrase un Comité encargado de proponer un plan de observaciones y cuanto afecta á la reducci3n de las mismas.

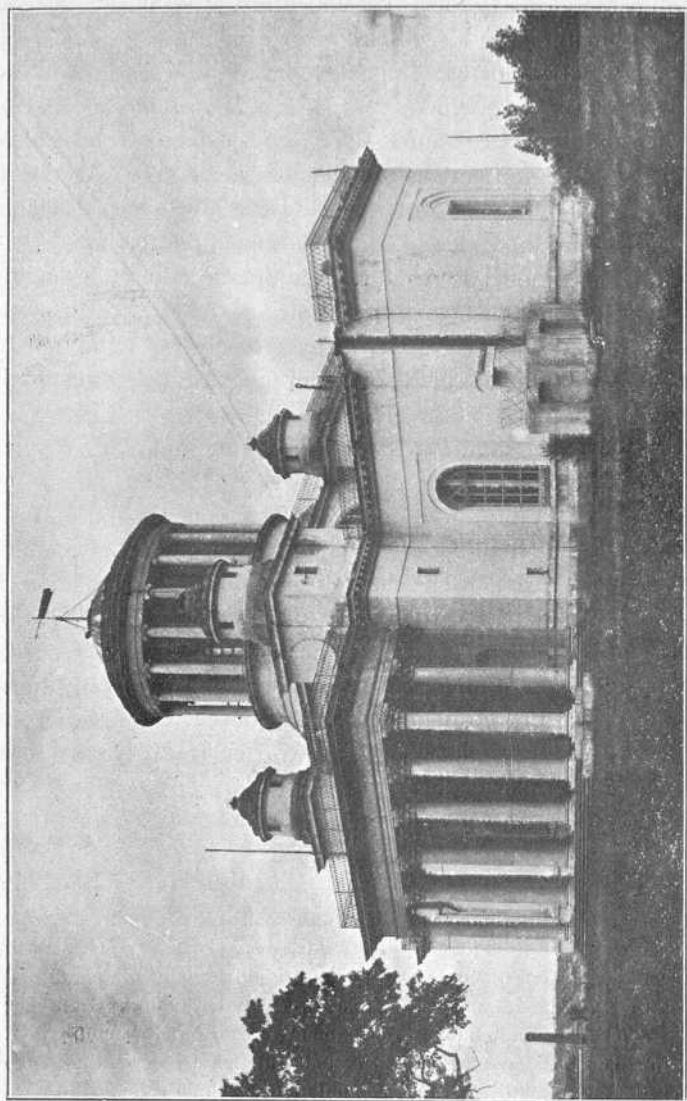
Ratificando estas mismas orientaciones en el Congreso de 1907 celebrado en Meudon (Francia), se acord3: 1.º, establecer estaciones centrales para comparar los distintos instrumentos de observaci3n; 2.º, que cada observador use el pirheli3metro que tenga por conveniente, á condici3n de que est3 comparado con el modelo de Angstr3m, y 3.º, que los instrumentos-tipos de las estaciones centrales tengan un juego doble de bandas; una de ellas ser3 conservada dentro de un cilindro met3lico y, por lo menos cada tres a3os, ser3 enviada á la estaci3n central principal de Upsala para su comparaci3n.

Pero el pirheli3metro de Angstr3m, adoptado como tipo en el Congreso de Oxford, no satisface actualmente; no ha sido destronado todav3a, pero se le discute por sufrir deterioros con el tiempo. Nuevos pirheli3metros secundarios le disputan el favor de los investigadores, y entre ellos citaremos los de Abbot y Michelson; la Ciencia, impaciente por recorrer el camino, es una serie indefinida de rectificaci3nes, as3 en instrumentos como en hip3tesis.

Este movimiento ha tenido una halagüeña repercusi3n en Espa3a. El Observatorio Astron3mico de Madrid (1) se apresur3 á adquirir un pirheli3metro de Angstr3m, y hace observaciones de radiaci3n desde 1903; el de Tortosa posee igualmente un aparato de esta clase, y el Observatorio Central Meteorol3gico hace actualmente en Madrid una instalaci3n en la cual figurar3n pirheli3metros de Angstr3m, de Abbot y de Michelson; al propio tiempo se hacen observaciones en Tenerife. Se ve que este vasto problema de la Astrof3sica no ha pasado inadvertido para nuestros observadores.

Con todos estos trabajos simult3neos, colectivos en cierto modo,

(1) El Observatorio Astron3mico de Madrid est3 situado á los $40^{\circ} 24' 29''$,7 de latitud Norte, á los $0^{\text{h}} 14^{\text{m}} 45,1^{\text{s}}$ de longitud W. de Greenwich y 655 m. de altitud. Comenz3 su construcci3n en el a3o de 1790; est3 dirigido actualmente por el Excelent3simo Sr. D. Francisco In3guez, y depende de la Direcci3n del Instituto Geogr3fico y Estad3stico. Sus trabajos comprenden la Astronom3a general 3 de posici3n y la Astrof3sica. Los principales instrumentos en uso actualmente para estas 3ltimas investigaciones son: ecuatorial doble de Grubb, con objetivo visual de 160 mm., objetivo fotogr3fico de 200 y c3mara fotogr3fica de 150 mm. y 0,80 m. de distancia focal; prisma de 20° de ángulo, que se acomoda al objetivo fotogr3fico de la ecuatorial anterior para la fotograf3a de espectros de estrellas, cometas, etc.; ecuatorial de Grubb de 200 mm. de abertura, con espectroscopio de 10 prismas, que se aplica al registro diario de la crom3sfera y protuberancias; ecuatorial de Steinheil de 120 mm. de aber-



Observatorio Astronómico de Madrid.

se van aquilatando mucho los métodos de observación, se va logrando cierta uniformidad en los instrumentos, para que los resultados sean comparables y para que las diferencias de resultados tengan explicación. El progreso en los últimos años ha sido indudable.

IV.

Pero hay en esta cuestión otros puntos oscuros. Obtenidas las medidas en la superficie de la tierra, surgen otros dos problemas, á saber: 1.^o, ¿qué parte de la radiación total ha quedado absorbida ó difundida en la atmósfera terrestre?; 2.^o, ¿qué otra parte ha quedado retenida en la atmósfera solar?

Porque la influencia de estos dos elementos es indudable; la proclama la razón natural por una inducción rigurosa, y la confirma el estudio del espectro solar con sus rayas telúricas, que acreditan la influencia atmosférica terrestre, y con sus rayas de absorción producidas por la atmósfera solar.

Examinemos brevemente algunos datos de esas dos pérdidas.

Los efectos de la absorción atmosférica se han estudiado sobre la radiación total y sobre las radiaciones parciales correspondientes á distintas regiones del espectro. Ambos métodos se han auxiliado y se auxilian mutuamente. Las experiencias de laboratorio se han combinado con los trabajos al aire libre y en plena Naturaleza. Hipótesis variadas y fórmulas empíricas se han ideado para representar las variaciones de la radiación total en función del espesor atmosférico, de la humedad del aire, etc., etc. Se han combinado observaciones hechas en la misma estación con el Sol cercano al cenit y con el Sol cercano al horizonte; se han organizado y se organizan expediciones á monta-

tura y cámara de Zeiss para la fotografía directa del Sol; espectroheliógrafo, servido por un heliostato polar de dos espejos de 200 mm. y objetivo de 250 de abertura; espectrógrafo Litrow de 326 mm. de distancia focal, con resalto y batería de prismas intercambiable; pirheliómetros de Angström, celóstatos, espectroscopios, cámaras fotográficas, etc., etc. Los trabajos astrofísicos principales son: fotografía de espectros de estrellas, cometas, etc., registro diario de la actividad solar, que comprende la fotografía directa del Sol para el estudio de manchas y fáculas; fotografías espectroheliográficas para el estudio de flóculos, etc.; observación visual diaria de la cromosfera y protuberancias solares; medida de la radiación solar, etc. Además de estos trabajos astrofísicos, el Observatorio de Madrid hace otros de Astronomía de posición, y publica el *Anuario del Observatorio de Madrid* y diferentes monografías.

ñas elevadas para comparar las medidas hechas en las cumbres con los resultados obtenidos en los valles. La labor en los últimos años ha sido incesante y ha sido fecunda; pero el problema no está agotado ni mucho menos.

En este asunto, como en tantos otros que afectan á nuestra atmósfera, hay algo tan vario, tan inconsistente, tan rebelde á nuestros medios de observación, mientras vivamos pegados á la Tierra, que hace fracasar las más perspicaces y sutiles combinaciones de los observadores.

Pero, como decimos antes, se han hecho positivos adelantos. Se sabe ya que la atmósfera vive en una variación incesante y rápida; mucho más incesante y rápida de lo que podía suponerse. Chistoni ha afirmado, después de doce años de observaciones pirheliométricas, que en Italia, en el bello cielo de Italia, apenas se hallan cien horas al año definitivamente favorables para estas observaciones. Esa cifra da poco más de dieciseis minutos cada veinticuatro horas, y menos de la mitad corresponde á las horas de sol, que son las únicas utilizables para la observación.

Las causas de esas variaciones hay que buscarlas en los elementos mudables de la atmósfera, que pueden dividirse por razón de sus efectos en dos grupos: 1.º, gases y vapor de agua; 2.º, partículas sólidas, ó sea materias pulverulentas flotantes.

Del primer grupo el más decisivo es el vapor de agua; influyen también el anhídrido carbónico, que tiene fuertes bandas de absorción, y el ozono.

A estos efectos se suma el más perturbador aún de las partículas sólidas flotantes en el aire, ó sea del polvo atmosférico. Esas materias ejercen una difusión de energía muy variable y muy importante. Para comprobarlo bastará recordar este hecho. En 6, 7 y 8 de Junio de 1912 ocurrió la erupción volcánica de Monte Katmai, en Alaska. Esa erupción lanzó á la atmósfera gran cantidad de polvo y humos; días después se advertía una disminución considerable de la radiación solar en las medidas que hacían á la sazón Abbot y Angström en Argelia, Chistoni en Italia, etc. «En Agosto el efecto de esta capa de polvo fué tan grande, que la radiación del Sol para distancias cenitales menores de 50º fué reducida próximamente ó por completo hasta el 20 por 100» (1).

(1) «Raport of Committee on Measurement of Solar Radiation». Congreso de Bonn, 1913. Véase la «Noticia» de este Congreso, por D. Victoriano F. Ascarza.

Esa reducción enorme pregona la influencia de la cantidad de polvo atmosférico tan abundante en las zonas bajas de la atmósfera. Cerca de las grandes poblaciones esa cantidad es mayor, y juntamente con el humo que lanzan tantos millares de chimeneas, tantas fábricas y tantas calderas de vapor contribuyen á formar lo que gráficamente se ha llamado el «cieno atmosférico».

Para evitar este cieno y sus funestas consecuencias en el estudio de la radiación solar, se huye de las poblaciones y se escalan las grandes alturas. Por tal razón, Janssen, Hansky y otros se instalaron en el Mont Blanc; Langley y Abbot en Mont Witney; Angström y Muller en el Pico de Tenerife, Chistoni en Monte Cimone, Ricco á distintas alturas en la montaña del Etna, etc., etc. Así en todos los países cultos, y entre nosotros durante el pasado verano, se ha hecho una serie larga de observaciones de esta clase, de la cual se dará cuenta en la Sección.

Para que se vea la influencia de la altitud, copiaremos los resultados obtenidos en Washington, Mont Wilsson y Mont Whitney; y acudimos preferentemente á ellos y no á otros, porque han sido obtenidos por los mismos observadores, con los mismos instrumentos y en regiones muy próximas; todo lo cual permite atribuir las diferencias á las altitudes y no á diferencias personales é instrumentales:

Porción de radiación solar transmitida en

Washington.....	0,699
Mont Wilson.....	0,817
Mont Whitney.....	0,896

La porción que se pierde á través de toda la atmósfera sobre Mont Whitney es $1,000 - 0,896 = 0,104$; la porción perdida al pasar de Washington á Mont Wilson es $0,817 - 0,699 = 0,118$; es decir, que en los primeros 2.000 m. de las capas bajas atmosféricas la radiación que nos envía el Sol pierde una cantidad próximamente igual á la que pierde en el resto de la atmósfera, y ha de recordarse que ese resto contiene, á juzgar por la presión, una masa de aire cuatro veces mayor que la contenida en las capas inferiores á 2.000 m. ¿Qué más prueba de la influencia de esas capas bajas y de la necesidad de salvarlas para el estudio de la radiación?

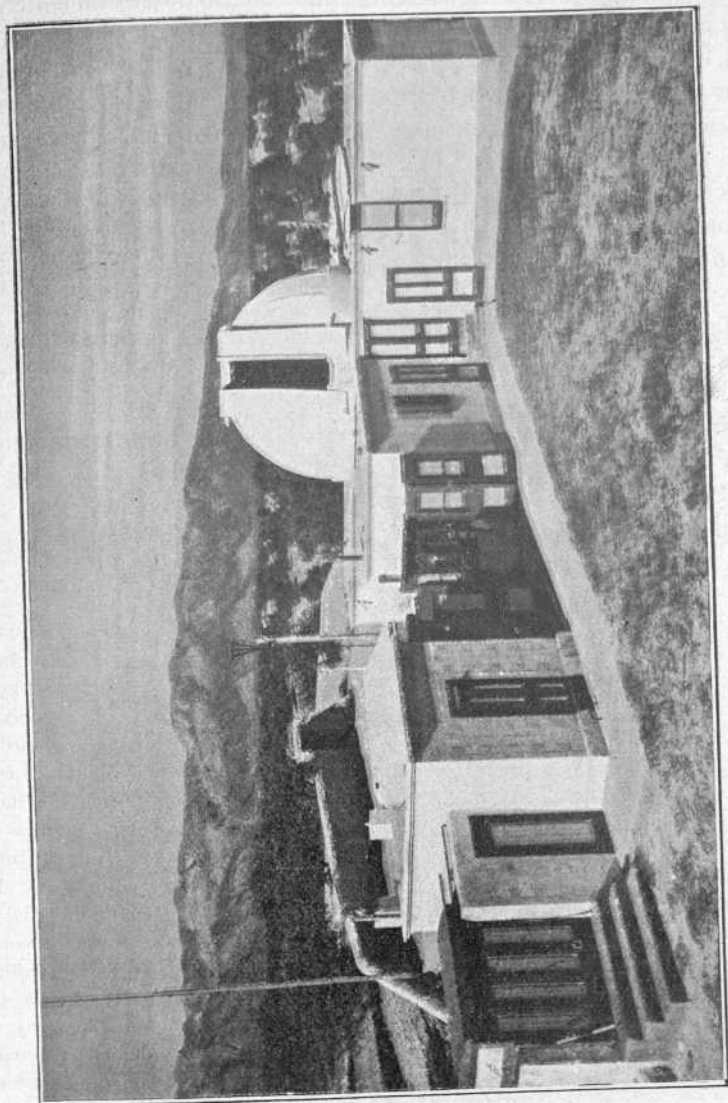
V.

Además de esa pérdida en la atmósfera terrestre hay otra originada en el mismo Sol. ¿Cuál es la causa de esta última? ¿Cuál es su influencia sobre la radiación? Esto nos lleva á otros problemas heliofísicos, que apuntaremos brevemente.

El análisis espectral ha llegado á descubrir la existencia de una atmósfera solar. En el estudio de esa atmósfera (causa de una absorción y difusión) se pone hoy á contribución todos los recursos del Análisis, de la Fotometría, de la Fotografía y de la Mecánica. Se analiza la luz solar en espectroscopios y espectrógrafos; se miden las manchas, las fáculas, los flóculos, las protuberancias y los filamentos; se relaciona todo ello con el magnetismo terrestre y con otros fenómenos meteorológicos; se hace, en suma, un registro diario, minucioso, sistemático de todas las manifestaciones de la actividad solar que repercuten en la radiación.

El espectro solar revela rayas oscuras que en ciertos lugares y momentos se tornan brillantes por un fenómeno de doble inversión; rayas oscuras en la región central de otras que accidentalmente se presentan luminosas; rayas finas que en circunstancias determinadas se ensanchan, ó se refuerzan, ó se dilatan, ó se retuercen, ó se extienden. Todo esto, que ya se conoce hace muchos años, ha permitido vislumbrar la existencia de fenómenos solares de imponderable grandeza en esa atmósfera que rodea al astro. El problema ó problemas están en hallar esas modificaciones espectrales, en medirlas y en desentrañarlas; para ello hace falta la compenetración del Observatorio y del Laboratorio, la cooperación del astrónomo y del físico.

Esas líneas espectrales que en un principio se juzgaron fijas en posición, invariables ó poco menos en su aspecto y cualidades; impasibles ante la Naturaleza, ofrecen, por el contrario, una sensibilidad extraordinaria. Esas líneas se afectan por la presión, por el movimiento del cuerpo, por la acción de ciertos campos de fuerza..... y, todo esto, que complica el estudio de una manera prodigiosa, pone en manos del investigador recursos múltiples y delicados para inquirir la actividad y la evolución solar. ¿Cómo separar en todos esos fenómenos complejísimos y sutiles lo que ha de atribuirse á la presión ó á sus cambios, de lo que es producido por el movimiento ó por campos eléctricos ó magnéticos? He aquí la cuestión fundamental, origen de otras cuestiones parciales que preocupan y que se persiguen en la Heliofísica.



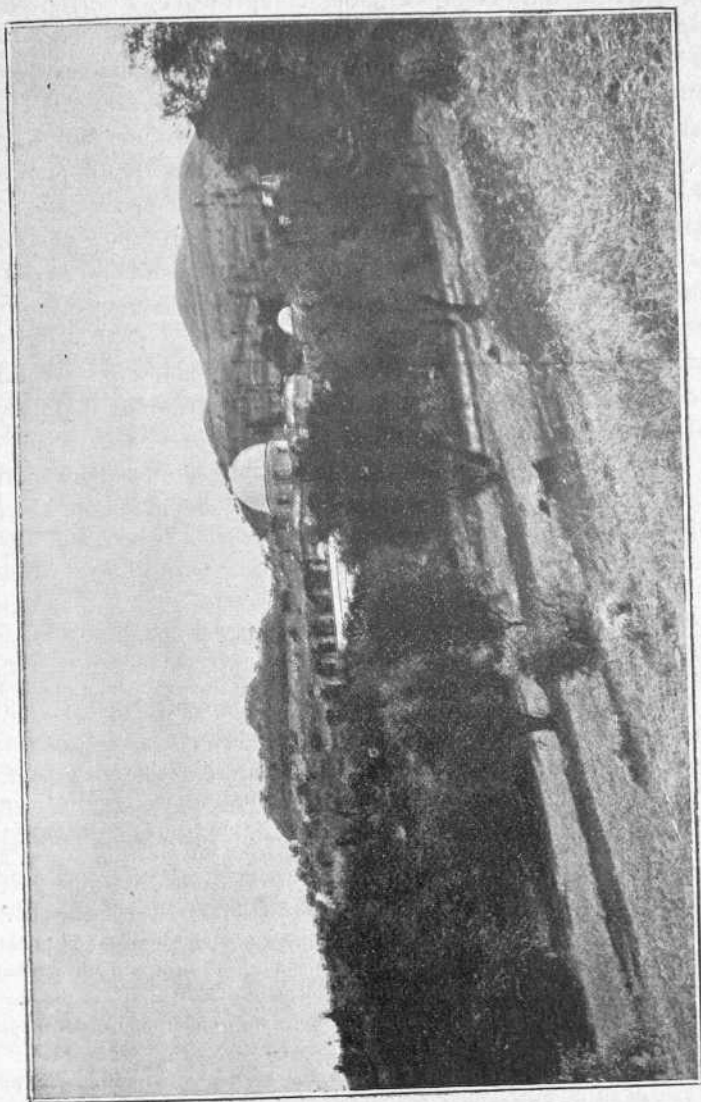
Observatorio del Ebro. (Pabellón Astrofísico).

Apuntemos brevemente algunos de los problemas planteados con el estudio de esas alteraciones espectrales, y comencemos por decir algo de las manchas solares. Este fenómeno es la manifestación de la actividad solar más antiguamente conocida. Su descubrimiento coincidió casi con la invención de las lentes. El registro diario de las manchas, el cálculo de sus posiciones, de sus áreas, de sus movimientos, de su periodo undecenal, de sus relaciones con el magnetismo terrestre, etc., etc., se viene realizando sistemáticamente hace muchísimos años. A esta labor dedican una parte de su actividad en España los Observatorios de Madrid, del Ebro (Tortosa) y de Cartuja (Granada); éste ha publicado minuciosas observaciones de manchas, y el de Tortosa tiene como fin principal buscar las relaciones entre la actividad solar y los fenómenos terrestres (1).

Mas á pesar de esa actividad universal, todavía podemos preguntarnos: ¿Cuál es la verdadera naturaleza de las manchas solares? ¿Qué causas las producen? ¿Cómo explicar ese periodo undecenal de sus máximos y sus mínimos? ¿Qué relación misteriosa existe entre esas manchas y la actividad terrestre manifestada en el magnetismo, en las auroras boreales y quizá en otros fenómenos meteorológicos?

Nada más fácil que contestar á estas preguntas si nos dejamos lle-

(1) El Observatorio del Ebro se halla situado en término de Roquetas, cerca de Tortosa (Tarragona), á los $40^{\circ} 49' 14''$ de latitud Norte, á $0^{\text{h}} 16^{\text{m}}$ y $43,1^{\text{s}}$ de longitud Este de Madrid y á 51 m. de altitud. Se halla dirigido por el propio fundador, Reverendo P. Ricardo Cirera, S. J., y aunque de fundación particular, ha sido reconocido de utilidad pública y subvencionado por el Gobierno español. Este Observatorio fué organizado por el P. Cirera después de visitar los principales y más reputados establecimientos análogos de Francia, Bélgica, Inglaterra, Alemania, Austria é Italia. Todo el plan ha obedecido á este propósito: estudiar la actividad solar é inquirir sus relaciones con las variaciones atmosféricas, magnéticas, sísmicas, etc., etc., de nuestro planeta. Para este propósito, tan concreto y definido, el Observatorio del Ebro está dividido en cuatro secciones, que son: astrofísica (más propiamente heliofísica), de magnetismo terrestre, de electricidad atmosférica y meteorológica. Los instrumentos principales usados para las investigaciones astrofísicas son: ecuatorial de Mailhat, con dos objetivos de 162 mm. de abertura y 2,10 m. de distancia focal; cámara ampliadora para la fotografía directa del Sol, en pruebas de 200 mm. de diámetro; espectroheliógrafo Evershed, con celóstato y doble espejo; espectrogoniómetro de cuatro prismas; piheliómetro compensador de Angström, etc., etc. Diariamente se toman fotografías del Sol, con la ecuatorial para el estudio de manchas y fáculas, con el espectroheliógrafo para el de los flóculos, etc., etc. y todo ello se relaciona con las observaciones sísmicas, magnéticas, de electricidad atmosférica y demás elementos geofísicos. Los resultados se publican mensualmente en el *Boletín* del Observatorio, impreso en español y francés, con gráficas interesantes. Recientemente el Observatorio



Observatorio Astronómico de Cartuja (Granada)

var de las hipótesis; las hay en esta materia para todos los gustos y condiciones. A falta de datos positivos de observación ó con datos fragmentarios se han edificado explicaciones múltiples y, lo que es peor aún, se han difundido como verdades comprobadas y corren en libros elementales, dando el problema por resuelto ó poco menos.

Pero es lo cierto que al examinar con criterio científico este asunto, nos hallamos ante muchas cosas que todavía carecen de una explicación satisfactoria. Varios siglos de observaciones no nos han dado aún la clave de este fenómeno que, en ciertos aspectos, sigue siendo tan misterioso y tan ignorado como en los primeros tiempos.

Esa infecundidad del trabajo llevó á Hale á proponer la cooperación en el estudio de las manchas solares y principalmente en el análisis, observación, discusión é interpretación de su espectro.

Esa cooperación se propone:

1.º Obtener la mayor eficacia de la investigación buscando el apoyo de distintos observadores y la uniformidad de los métodos que haga las observaciones comparables.

2.º Evitar duplicidad inútil en las investigaciones para concentrar todo el esfuerzo en determinados puntos, debidamente seleccionados.

del Ebro ha emprendido la publicación de una revista semanal ilustrada y lujosa, de divulgación científica, con el título de *Ibérica*, que ha obtenido éxito satisfactorio.

El Observatorio Astronómico de Cartuja (Granada), agregado al Colegio-Noviciado del Sagrado Corazón que la Compañía de Jesús tiene en las cercanías de dicha capital, fué fundado y sostenido por dicha Compañía y está dirigido actualmente por el P. Manuel M.^a Navarro Neuman, S. J. Su situación es latitud Norte $37^{\circ} 10' 43''$; longitud Este de Madrid $0^{\text{h}} 0^{\text{m}} 21,6^{\text{s}}$ y 775 m. sobre el nivel del mar. Los instrumentos principales son: una ecuatorial de Mailhat, de 33 cm. de abertura y 5,30 m. de distancia focal, con dos buscadores, uno de ellos de 102 mm. de abertura y 1,32 m. de distancia focal, que lleva una cámara fotográfica; una ecuatorial de Grubb, de 152 milímetros de abertura y 2,30 m. de distancia focal, recibida recientemente por donativo; un anteojo Secretan de 160 mm. de abertura y 2,30 m. de distancia focal, un círculo meridiano, celóstato con espejo de 203 mm., espectrógrafo autocolimador Littrow, con resalto de 567 líneas por milímetro, objetivo de 8 cm. y 2 m. de distancia focal, cámaras fotográficas, espectroscopio, macromicrómetro, cronógrafo, péndulo, etcétera.

Los principales trabajos, en orden á la Astrofísica, han sido: fotografía del Sol para hacer la estadística fotoheliográfica publicada mensualmente en el *Bulletin de la Société Belge d'Astronomie* y en otras revistas; fotografías de cometas, de la Luna, de espectros de manchas solares, dibujos de planetas, etc., etc. Trabajos sobre todas estas materias se han publicado en el citado Boletín, en la *Revista de la Sociedad Astronómica de España y América*, en *Ibérica* y en otras.

3.º Asegurar la continuidad de las observaciones, por lo menos durante un período completo de manchas; y,

4.º Estimular á nuevos observadores á estudiar el espectro de las manchas y á emprender trabajos de Laboratorio para dilucidar los fenómenos complejos y contradictorios que en su espectro se presentan.

Dentro de ese trabajo de cooperación interesantísimo caben todos los astrónomos y los físicos que dispongan de espectroscopios y espectrógrafos. Con ellos y un celóstato hay lo suficiente para proyectar la imagen del Sol, para aislar las manchas sobre la rendija del aparato y para observar su espectro. A fin de concentrar el esfuerzo y obtener el máximo de eficacia, se eligió la región del espectro comprendida entre las longitudes de onda 4.860 U. I. y 6.400 U. I., y se distribuyó su estudio entre seis Observatorios distintos, que vienen trabajando desde 1907. En los Congresos de 1910 y 1913 se ha dado cuenta de resultados interesantes. Citemos estos tres: 1.º, en el espectro de las manchas se han hallado líneas que, según experiencias del Laboratorio, son producidas por el óxido de titanio y por los hidruros de calcio y de magnesio; 2.º, la relación de intensidades entre el espectro de las manchas y el de la fotosfera decrece rápidamente al disminuir la longitud de onda, y 3.º, en las manchas se producen campos magnéticos.

Estos tres hechos tienen una importancia considerable. La existencia de cuerpos compuestos en la capa inversora situada sobre las manchas, revela una temperatura relativamente baja. En efecto; ¿cómo explicar de otra manera la existencia de esos cuerpos compuestos?

El espectro de las manchas se revela siempre por un ensombrecimiento; la faja espectral, con su porción continua, es mucho menos intensa que en el resto de la imagen. Las medidas fotométricas y bolométricas, hechas ahora con prodigiosa delicadeza, nos dicen que los cocientes de las intensidades del espectro de la mancha, á las intensidades del espectro del disco, son:

0,12, para la longitud de onda 3.200 U. I.

0,38, para 4.480.

0,42, para 5.860.

0,54, para 7.990.

Y siguen creciendo en el infrarrojo, elevándose á

0,61, para la longitud de onda 12.180, y á

0,76, para 21.150 U. I.

El decrecimiento de intensidad resulta, por tanto, unas seis veces

mayor para la región violeta que para la infrarroja. Este hecho puede hallar explicación en las temperaturas más bajas de las manchas y en una difusión de la luz más fuerte para la región violeta que para la del extremo opuesto, según leyes físicas conocidas. Aquí tenemos otro hecho que apoya la hipótesis de la temperatura más baja de las manchas.

La existencia de un campo magnético en torno á las manchas es uno de los descubrimientos más fecundos y celebrados de Hale, porque ha puesto fin á no pocas discusiones. El eminente astrónomo americano llegó á descubrir ese campo por experiencias de Laboratorio, observando el efecto de Zeeman en el espectro procedente de las manchas solares.

Citemos además estos hechos: Evershed ha encontrado movimientos radiales en la penumbra de las manchas, extendiéndose hacia el exterior, en todas direcciones, « como humo procedente de un volcán »; Adams, estudiando ciertas modificaciones de las rayas espectrales, las atribuye á variaciones de presión en la capa inversora situada sobre las manchas, y ha realizado curiosas medidas de la misma.

Otros varios resultados curiosos obtenidos recientemente podríamos citar, pero ni todos están suficientemente establecidos, ni nos está permitido extendernos más en este punto, dada la índole de este discurso. Nos basta lo dicho para dejar establecida la importancia de este problema de Heliofísica, los progresos realizados recientemente y la facilidad que ofrece á los físicos y á los astrónomos para acometer su estudio y contribuir al progreso astrofísico.

VI.

Los varios problemas que suscita el estudio de la atmósfera solar, su constitución en las distintas capas, sus movimientos interiores, la distribución y el estado de los elementos químicos, todo ello está siendo acometido actualmente con un instrumento moderno y fecundísimo: con el espectroheliógrafo (1). Es este aparato una ingeniosa combinación del espectrógrafo y del ftoheliógrafo. Realiza el milagro de aislar, en la luz complejísima del Sol, la de un cuerpo químico y obtiene la

(1) Para conocer el fundamento científico de este aparato, sus formas, su manejo y aplicaciones, véase la Memoria *Los Espectroheliógrafos*, por D. Victoriano F. Ascarza, presentada á la Junta para Ampliación de estudios.

fotografía del disco solar solamente con esa luz. Así conocemos la distribución de ese elemento en la atmósfera solar y así se ha llegado al descubrimiento de los flóculos, de la red flocular, de los filamentos ó flóculos negros del hidrógeno, etc., etc.

Se comprende fácilmente que dos espectrogramas sucesivos del Sol, obtenidos con intervalo de algunos minutos, dan medio de hallar los movimientos de las masas incandescentes que producen las manifestaciones floculares. Adams, por ejemplo, en dos espectroheliogramas obtenidos con 3^m y 15^s de separación, ha reconocido un movimiento propio de 1^o,5 en longitud heliográfica y 1^o,9 en latitud, lo cual denuncia una velocidad de 177 km. por segundo de tiempo. En otras dos fotografías obtenidas el mismo día y para los mismos flóculos, halló una velocidad de 89 km. por segundo. Se trata, ciertamente, de un caso excepcional, pero suficientemente expresivo para vislumbrar el partido inmenso que puede sacarse de este instrumento en la investigación de la actividad solar.

Hasta el presente, el espectroheliógrafo se aplica á las radiaciones *H* y *K* del calcio de una manera diaria y corriente; á las del hidrógeno, con alguna frecuencia donde existen aparatos de amplio poder dispersivo; á las del hierro, excepcionalmente y como ensayo.

No se ha podido pasar aún de estos tres cuerpos por las grandes dificultades de aislar rayas muy finas, mas debemos conservar la esperanza de que tales límites serán franqueados.

Pero el espectroheliógrafo nos da, no solamente la distribución de un cuerpo químico, separado de todos los demás elementos del Sol, lo cual parecía un imposible; sino que, además, nos da esa distribución en distintas capas atmosféricas, en diferentes alturas ó profundidades de la atmósfera solar, lo cual todavía es mucho más sorprendente.

Fijemos nuestra atención unos momentos en la raya *K* del calcio, que es la más comúnmente usada. Si obtenemos tres fotografías simultáneas ó muy próximas utilizando para una la parte central de la radiación, para otra la porción intermedia entre el centro y un borde y para la última ese mismo borde, resultarán, generalmente, tres fotografías distintas. ¿Por qué esto si se trata de pruebas obtenidas del mismo Sol y con luz del mismo elemento químico? Porque cada una de esas porciones de la misma radiación se forma en capas solares de diferente altura: la central ó *K*₃, corresponde á las regiones más elevadas y más frías; la del borde ó *K*₁, á las capas más profundas; la intermedia ó *K*₂, á regiones intermedias también. Con los espectroheliogramas de hidrógeno ocurre cosa análoga. Según la ley de Wien, que liga

la temperatura absoluta de los cuerpos con la longitud de onda del máximo de intensidad en el espectro, las fotografías con H_{α} y especialmente con su región central, corresponden, como las de K_3 , á zonas elevadas de la atmósfera solar; las de H_{β} se corresponden con K_2 , y así sucesivamente. Pero, en rigor, el calcio y el hidrógeno corresponden siempre á niveles relativamente elevados. Hace falta ahondar más aún, y esto se logrará cuando mediante sucesivos perfeccionamientos podamos obtener espectroheliogramas con radiaciones de elementos químicos de mayor peso atómico y más difícilmente gasificables. El camino está abierto; las dificultades para avanzar por él son muy grandes; pero está dado el paso decisivo, que consiste siempre en señalar el camino é inventar el instrumento para recorrerlo.

A pesar de lo reciente de estas observaciones; de las dificultades y obstáculos de todo lo nuevo; de lo limitado del campo, reducido casi á las radiaciones del calcio, se han recogido ya datos interesantísimos sobre la circulación atmosférica solar. Así, John ha encontrado para el vapor del calcio, correspondiente á la radiación K_2 , un movimiento descendente sobre las manchas solares; un movimiento ascensional de 0,23 km. por segundo, como valor medio, sobre los flóculos y de 1,97 km., también ascendente, sobre el resto del disco. Deslandres, estudiando esa circulación por la radiación K_3 , ha encontrado, en general, movimientos descendentes de valor variable sobre los flóculos y fáculas, y movimientos de ascenso en las regiones circundantes.

Citamos estos hechos á título de ejemplos, para dar idea de la fecundidad de este método admirable, que permite estudiar la circulación atmosférica solar en distintas capas y elevaciones, sobre elementos químicos distintos, con una amplitud, con una precisión y con una objetividad que no hemos logrado todavía, ni se ven probabilidades de lograr, para la misma atmósfera terrestre.

Pero con ser admirables los resultados obtenidos, es fuerza reconocer que apenas se ha comenzado á plantear el problema; la investigación está limitada hasta ahora á dos ó tres elementos químicos de los muchos que existen en la atmósfera solar, y es necesario abordar el estudio de la distribución y de la circulación de todos ellos, ó de la mayoría, para penetrar en el misterio de la actividad solar.

Es justo consignar ahora que España ha sido de las primeras naciones en implantar los estudios espectroheliográficos; la diligencia de nuestro sabio compañero el P. Cirera hizo que el Observatorio del Ebro, en Tortosa, tuviese un espectroheliógrafo desde 1906, cuando sólo existían aparatos de esta clase en Francia, Estados Unidos de Amé-

rica é Inglaterra. Más tarde, en 1911, el Observatorio Astronómico de Madrid pudo obtener otro; los dos mencionados establecimientos españoles hacen observaciones espectroheliográficas diarias y toman parte en la investigación fecunda, activísima de la atmósfera solar (1).

VIII.

La observación de las manchas, de las fáculas y flóculos revela inmediatamente la rotación del Sol. El astro del día gira incesantemente, y ese giro y su duración aproximada se conocen desde hace muchos años. Si se atiende á lo dicho en no pocos libros elementales, se creará que éste es un problema definitivamente resuelto, y que la rotación solar es cosa perfectamente determinada. La realidad es muy otra y el problema renace en los momentos actuales, hasta el punto de que, dentro de la Unión solar internacional, se ha formado un Comité especial para organizar la cooperación en el estudio de este problema.

¿Por qué este resurgir de cosa que parecía definitivamente fallada? Fácil es explicarlo. Las manchas, las fáculas, los flóculos, en suma, todos los fenómenos observados en el disco solar tienen movimientos propios que se componen en el movimiento de rotación. Las manchas, las fáculas y los flóculos aparecen, además, en zonas de latitud heliográfica relativamente baja, y no era posible determinar la rotación en zonas más elevadas; ni eran admisibles, sin grandes reservas, las fórmulas empíricas que pretendían establecer la ley de esa rotación para todas las latitudes. Además, las manchas y todos los fenómenos mencionados corresponden á determinadas capas solares, y las investigaciones espectroscópicas modernas aspiran á sondear libremente en capas distintas y en profundidades solares diversas. Y he aquí cómo el problema ha tomado, con los progresos modernos, modalidades nuevas y complejidades inesperadas; tanto que ya no es posible decir rotación del Sol, sino rotación de tal ó cual capa solar, de tal ó cual latitud, etc., etc.

En efecto; las investigaciones actuales han revelado que esa rotación es distinta, no solamente para las diferentes latitudes sino para la misma latitud, para el mismo punto del disco, para el mismo mo-

(1) Sobre las condiciones y funcionamiento del espectroheliógrafo del Observatorio de Madrid, véanse las Notas presentadas á los Congresos celebrados por la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS en Granada y Madrid.

mento de observación y para el mismo elemento químico, si se cambian las rayas espectrales de observación. ¿Se ve ya la enorme, la portentosa complejidad de este fenómeno de la rotación solar?

A todos estos sorprendentes resultados se ha llegado mediante las investigaciones modernas de velocidades radiales; mediante las mismas investigaciones que nos han denunciado los movimientos internos simultáneos y contradictorios del calcio, según se estudien sobre las rayas K_3 , K_2 y K_1 .

Es de un extraordinario interés esta diferencia de velocidad en la rotación solar según las rayas espectrales, y para ponerlas bien de manifiesto reproducimos el siguiente cuadro, con los resultados más recientes obtenidos por Adams:

LATITUD	VELOCIDAD EN GRADOS, CADA 24 HORAS, SOBRE LAS RAYAS ESPECTRALES QUE SE MENCIONAN				
	La (4196,7) (4197,3) (4216,1)	Fe (4265,4) Ti (4287,6) (4288,3)	Mn (4257,8) Fe (4290,5) Fe (4291,6)	Ca (4226,9) * *	H α (6563,1) *
0 ^o ,3.....	14,49	14,65	14,72	15,0	15,2
14 ,9.....	14,21	14,31	14,34	14,9	15,0
29 ,7.....	13,49	13,65	13,74	14,2	14,6
44 ,7.....	12,74	12,85	12,95	13,6	14,0
60 ,0.....	11,35	11,53	11,62	12,5	13,7
74 ,9.....	10,50	10,93	11,04	13,1	14,3

Estos resultados, al parecer paradójicos y contradictorios, tienen ya una significación perfectamente definida. Esas velocidades tan variadas, tan complejas, corresponden á distintas latitudes y á distintas altitudes. ¿Cabe, pues, en términos modernos y precisos hablar de rotación solar y pedir un valor de la misma, sin fijar las demás circunstancias que influyen en el fenómeno? He aquí cómo el problema actual de la rotación solar adquiere un interés y una complejidad que ni siquiera pudo sospecharse en tiempos antiguos.

No son estos los únicos problemas solares que actualmente tiene planteados la Heliofísica. Hay otros muchos: el de las protuberancias, el de la corona solar, el de la temperatura absoluta y el de las presiones en las distintas capas, los referentes á la constitución del núcleo, etcétera, etc., son otros tantos interesantísimos puntos de estudio. Prescindimos de ellos muy á disgusto, para no alargar demasiado

este trabajo. Y prescindamos igualmente de todas las hipótesis que se han construido á fin de explicar esos fenómenos, porque á pesar de los adelantos logrados, se ve que apenas se han planteado los problemas de una manera precisa, que tenemos en la mano procedimientos novísimos, de los cuales debe esperarse fruto sazonado. Todo lo dicho basta á nuestro propósito, que es apuntar algunos de los problemas actuales de la Astrofísica en relación al Sol, señalar los rumbos nuevos colectivos de la investigación, indicar algo de lo que se hace en España y estimular á la juventud á entrar en estas investigaciones.

IX.

Pero los problemas solares que acabamos de anotar son un caso particular de los grandes problemas de la Astrofísica. El Sol es una de tantas estrellas y no ciertamente de las más notables. Por hallarse cerca de nuestro mundo, por ser la energía solar la que sostiene y alimenta nuestra vida, son los problemas solares los que más nos impresionan y nos afectan; pero se advierte pronto su relativa pequeñez cuando, en alas de la Ciencia, nos elevamos á la consideración de los grandiosos problemas que plantea el estudio de las estrellas y la constitución del universo.

Los estudios de Astrofísica estelar se iniciaron á la vez que los de Física solar, pero han avanzado más lentamente. Las dificultades del estudio son mucho mayores. El Sol envía luz deslumbradora que puede ser derrochada en poderosos espectrógrafos; las estrellas, en cambio, nos envían luz tenue, débil, vacilante, que es preciso recoger y concentrar en grandes lentes ó reflectores para que no se apague en los espectrógrafos. Un ejemplo: con placas pancromáticas en el espectrógrafo de prisma objetivo para estrellas del Observatorio de Madrid no hemos podido pasar de las de quinta magnitud, aun prolongando indefinidamente la exposición; la luz de esas estrellas en dichas condiciones es incapaz de impresionar las placas. En cambio, en el mismo Observatorio, en el espectroheliógrafo hay siempre luz sobrada del Sol para los trabajos corrientes. A este tenor pudiéramos citar otros muchos ejemplos.

¿Qué problemas parciales tiene ahora en estudio la Astrofísica respecto á los mundos estelares? ¿Qué fases especiales hay planteadas de ese problema integral de la constitución del universo? ¿Cómo podre-

mos contribuir, aunque sea modestamente, á la solución de esos problemas?

La materia es vastísima; cualquiera de los puntos sometidos á estudio exige, para su planteamiento fundamental, un abultado volumen: limitemos nuestro trabajo á un índice de cuestiones actuales sobre ese vasto tema de los mundos estelares.

Es una de ellas el inventario de los cielos. Este inventario suscita, entre otras, tres cuestiones verdaderamente fundamentales, á saber: 1.^a, número de estrellas y su clasificación por magnitudes; 2.^a, posiciones de esas estrellas, para descubrir sus movimientos; 3.^a, distribución de las estrellas, en el espacio sin límites, para vislumbrar siquiera la maravillosa arquitectura del sistema ó de los sistemas estelares. Estas tres cuestiones van unidas á ese gran problema del inventario de los cielos; y de esas tres cuestiones se derivan otras muchas, muy arduas, muy complejas, muy interesantes, que apenas abordadas han revelado hechos sorprendentes.

Para ese gran inventario á que hacemos referencia se viene trabajando hace años; la base de él, por lo menos la base de un primer inventario, será la Carta fotográfica del cielo, de la cual hemos hecho algunas sucintas indicaciones. Digamos algo de la parte meramente astrofísica de ese trabajo, que es el referente á las magnitudes estelares.

El problema de la clasificación de las estrellas por magnitudes es uno de los más sencillos en apariencia y de los más arduos en la realidad. Es, además, tan antiguo como el hombre, pues en todas las épocas se han conocido estrellas de distintas magnitudes, pero solamente en tiempos muy recientes ha llegado á tener esa palabra una significación precisa, y ha sido planteado sobre base científica.

Ese problema ha tropezado con todas las dificultades y con todas las vacilaciones de la fotometría. Mientras ésta descansó en la comparación visual de dos luces había un factor personal, que introducía siempre ambigüedades deplorables. Ha sido preciso llegar á los modernísimos métodos fotométricos para poder apreciar con precisión variaciones de luz pequeñísimas y llegar al descubrimiento de muchas estrellas variables.

Para precisar en esta materia se ha establecido que dos estrellas cualesquiera cuyas intensidades luminosas I_m é I_n estén en la relación de 100 á 1, se distancian entre sí en cinco magnitudes; ahora bien, $\sqrt[5]{100} = 2,512$ y, por tanto, la relación de intensidades lumi-

nosas de dos estrellas que se diferencian en una magnitud es de 1 : 2,512 y para dos estrellas cualesquiera tendremos:

$$\frac{I_m}{I_n} = (2,512)^{-(m-n)} \quad \text{y} \quad \log \frac{I_m}{I_n} = -0,4 (m-n).$$

En las investigaciones actuales se llega hasta las estrellas de magnitud 21, y es de esperar que no nos detengamos en esta marcha ascendente; puede, por tanto, afirmarse que el inventario y la clasificación de estrellas por magnitudes ha de comprender astros cuya intensidad luminosa oscila entre 1 y 1.000.000.000. ¿Se vislumbra ya lo pavorosamente magno de este problema?

Para determinar las magnitudes se siguen dos procedimientos: el visual y el fotográfico. Estos dos métodos han dado en un principio resultados paradójicos y desconcertantes; modernamente los resultados son más precisos y, aunque muy complejos, sus divergencias comienzan á ser explicadas. Nada más fácil que decir: «midamos la intensidad con un fotómetro». Pero cuando esa obra se pone en ejercicio se advierte pronto, examinando los resultados, que influye en ellos el color de la estrella, las placas usadas, la misma corrección de los objetivos, etc., etc., sin contar con el factor personal en las observaciones visuales. De aquí tantos resultados discordantes como pueden hallarse examinando los trabajos primeros. Actualmente se llega á medir las magnitudes con error probable de una décima. Ha sido un progreso evidente, pero la Ciencia, que es insaciable, no se satisface con eso; necesita más y más para apreciar variaciones más pequeñas en la radiación estelar, para medirlas y penetrar en el conocimiento de las estrellas variables, de su actividad, de su evolución y de su vida.

Al hablar de diferencias de 0,1 en la magnitud de las estrellas, nos referimos á magnitudes determinadas por el mismo método, sea visual ó fotográfico. Porque la magnitud visual de una estrella difiere, á veces, ampliamente de la magnitud fotográfica. Estas diferencias dependen del color de la estrella y obedecen al tipo espectral de la misma. Una estrella francamente amarilla da una magnitud visual mucho mayor que fotográfica, y el fenómeno inverso ocurre con una estrella de coloración azul. Estas divergencias, que pudieron confundir y desconcertar al principio, que se tomaron como cosa lamentable y como dificultad grave, han venido á ser un recurso para ayudar á la clasificación de las estrellas, según indicaremos después.

Todas estas determinaciones se refieren al brillo aparente de las

estrellas, á su magnitud relativa, que depende, como es natural, de la distancia. ¿Cuál es la magnitud absoluta de las mismas? ¿Qué relación tiene el brillo absoluto de esas estrellas con el del Sol? ¿Qué magnitud corresponde á éste, con la misma escala que se emplea para medir las magnitudes de las estrellas?

El conocimiento de las magnitudes absolutas está relacionado con otro más difícil aún, con el de la paralaje. Conocida ésta se halla el brillo de la estrella por la sencilla fórmula

$$\log L = 0,2 - 0,4 m - 2 \log \omega,$$

siendo L la intensidad luminosa, m la magnitud aparente y ω la paralaje.

Los datos que hasta ahora poseemos acerca de las magnitudes absolutas son escasos, son imprecisos, pero bastan para comprobar que esas magnitudes varían entre tan amplísimos límites como las magnitudes relativas, ó más aún; se han hallado estrellas cuyas magnitudes absolutas difieren en 15 unidades, es decir, que su luz está en la relación de 1.000.000 á 1.

Cuanto á la magnitud relativa del Sol, apreciada en la misma escala fotométrica de estrellas equivale á $-26,1$ y según las últimas determinaciones de Cerasky á $-26,5$. Desde este número, que es la magnitud más elevada á las menores registradas ahora, existe un intervalo de unas cuarenta y siete, equivalente á una relación luminosa de 1.000.000.000.000.000 á 1.

X.

Sentadas ya las bases de esta clasificación por magnitudes viene la segunda parte del inventario estelar. ¿Cuántas estrellas existen de cada magnitud? ¿Pueden contarse con alguna probabilidad cierta de aproximación? He aquí un problema abrumador y además un problema que ha tenido diferentes soluciones.

Se ha buscado primeramente una solución lógica, inductiva, fundada en la hipótesis de una distribución homogénea de estrellas. Aplicando esa hipótesis, un cálculo sencillo nos da la relación del número de estrellas á la de la magnitud anterior, que es la de

$$\frac{N_{m+1}}{N_m} = \left(\frac{L_{m+1}}{L_m} \right)^{\frac{n}{2}} = (2,512)^{\frac{3}{2}} = 3,98,$$

donde N representa el número de estrellas y L la luminosidad de las mismas. Esta luminosidad relativa se deduce, como hemos visto, de la magnitud aparente y la mayor ó menor aproximación de esas determinaciones fotométricas influye extraordinariamente en los resultados.

Según esa hipótesis y esa relación, podremos deducir el número de estrellas de cada magnitud contando con toda precisión el de las primeras magnitudes, que es cosa fácil y hacendera, y multiplicando por $(3,98)^n$. Pero esto sólo podía tomarse como una primera aproximación. A falta de hechos de observación bastante copiosa se partía de una hipótesis. El procedimiento no era riguroso, pero sirvió para dar idea del orden de grandeza que alcanza el prodigioso número de estrellas. Kapteyn llegó así á calcular en unos 389 millones el de astros hasta la 17.^a magnitud.

Después se ha seguido trabajando en esta materia interesantísima, y los Sres. Melotte y Chaptman acaban de publicar los resultados de una laboriosísima investigación, hecha con todos los datos experimentales disponibles, y ha llegado á estos resultados sorprendentes.

Límite de magnitud.	Número de estrellas.	$\frac{N_{m+1}}{N_m}$
5. ^a	689	3,9405
6. ^a	2.715	3,6133
7. ^a	9.810	3,2987
8. ^a	32.360	3,0099
9. ^a	17.400	2,7901
10. ^a	271.800	2,5681
11. ^a	698.000	2,3768
12. ^a	1.659.000	2,2194
13. ^a	3.682.000	2,0766
14. ^a	7.646.000	2,0234
15. ^a	15.470.000	1,9076
16. ^a	29.510.000	1,8604
17. ^a	54.900.000	

Si comparamos estos resultados con los de Kapteyn, hallaremos una discrepancia considerable. Desde estos 55 millones á los 395 de Kapteyn, hay motivo para serias meditaciones. Desde la relación teórica, constante 3,98 de la primera hipótesis, á esta relación que va decreciendo de modo continuo al pasar de una magnitud á la siguiente, hay una distancia difícil de salvar.

La primera consecuencia de estos hechos es que aquellas hipótesis de la distribución homogénea es inexacta; las estrellas no están esparcidas con igual intensidad por todo el Cosmos; la arquitectura del universo es más compleja, más fecunda, más variada de lo que nuestro pobre entendimiento era capaz de idear por sí solo.

Solamente la observación tenaz, minuciosa, pacientísima, acumulando hechos y medidas, podrá dar los materiales para construir un concepto que se aproxime cada vez más á la realidad de esa maravillosa obra de la Creación.

Pero á medida que la Astrofísica avanza, el panorama que se abre al entendimiento humano es tan infinitamente grande, que se pierde la esperanza de poder abarcarlo en su integridad. Por lo menos, al principio, es regla elementalísima de método acometerlo parcialmente en alguno de sus puntos más abordables y más fundamentales. ¿Quién no se asusta ante las dificultades insuperables de acometer el estudio de esos 55 millones de astros? ¿Quién sabe á cuánto se elevará ese número cuando los medios de observación nos permitan rasgar el velo que envuelve aún las estrellas de magnitudes superiores á las ahora conocidas?

Para avanzar briosamente en esta marcha audaz de la Astrofísica, Kapteyn ha propuesto concentrar todos los esfuerzos de la observación en 206 porciones ó áreas elegidas hábilmente en todo el cielo, de suerte que comprendan todos los tipos de agrupación observados. Estas áreas tienen sus centros sobre círculos de declinación separados 15° desde el ecuador á ambos polos; 46 áreas están sobre la Vía Láctea y comprenden todos los aspectos típicos de las principales variedades de estructura presentada. En conjunto, la distribución total es casi uniforme. Cada área comprende un cuadrado esférico de $75' \times 75'$ ó un círculo de $42'$ de radio; pero estas dimensiones generales pueden ampliarse y reducirse con investigaciones particulares.

Sobre cada una de estas áreas hay que hacer una investigación completa, variadísima, que abarque todos los problemas parciales de la Astrofísica, como son: número de estrellas, distribución y clasificación por magnitudes, paralajes estelares, movimientos propios, tipos espectrales, nebulosas, etc.

El plan no sólo afecta á la selección de parajes celestes, sino también á la distribución del trabajo. Dentro de esas áreas, los distintos observatorios deben cultivar sus especialidades propias, según sus instrumentos y su personal; así, donde haya poderosos espectrógrafos y observadores adiestrados en su manejo, estudiarán los tipos espectra-

les, las velocidades radiales, los sistemas binarios y múltiples, las nebulosas, etc., etc., con preferencia á cualquier otro problema.

Es una cooperación científica vastísima, organizada sabiamente, para obtener, del esfuerzo común, el máximo rendimiento. El plan pudiera compararse al de una batalla; los observadores, provistos de instrumentos ópticos variadísimos, representan las distintas armas de un ejército de paz; las áreas del cielo son como los puntos de la línea enemiga donde van á caer concentrados todos los esfuerzos para romper el misterio del Cosmos; es la santa batalla del entendimiento humano en su lucha incesante para conquistar la verdad. Este plan está en pleno desarrollo y es, en cierto modo, un complemento, una ampliación importantísima de la carta del cielo.

El estudio de esas áreas nos dará datos interesantísimos para conocer la estructura del universo, para columbrar sus elementos y evolución, para modificar procedimientos y útiles de trabajo, para inferir hipótesis que nos den una nueva aproximación á la verdad y nos sugieran investigaciones nuevas. Con esa selección habremos simplificado extraordinariamente el problema, y á la vez habremos acelerado la marcha hacia la resolución.

XI.

Al hacer el inventario de los cielos, sea en catálogos por procedimientos visuales, sea en la Carta del cielo por procedimientos fotográficos, se fija siempre la posición de las estrellas, y de esta posición se deducen los movimientos de las mismas.

De aquí surgen otros problemas de la Astrofísica, como el de la paralaje estelar que nos ha de dar las distancias absolutas; como el de la traslación del sistema solar en el espacio, que nos ha de dar el apex, etcétera, etc. Cada cuestión suscita otras distintas; cada problema va acompañado de otros múltiples, que se le encadenan con esa fecunda y maravillosa complejidad de todas las obras de la Naturaleza.

Se dirá que esos problemas de los movimientos aparentes estelares, de la paralaje y de la determinación del apex no son exclusivamente astrofísicos; en parte, es cierto, pero debemos enumerarlos por las relaciones íntimas que tienen con otras cuestiones propias de la materia de este discurso, y porque, en parte, la Astrofísica extiende hacia ellos sus medios de investigación.

Los movimientos aparentes estelares son muy pequeños y por el

momento muy difíciles de descubrir. Para deducirlos hay que comparar la posición actual de la estrella con la que tenía hace años. A veces no basta el transcurso de unos cuantos años, y hace falta el transcurso de siglos para que esos movimientos se adviertan y sean mensurables con alguna precisión.

Citemos algunos datos para formar juicio. Por punto general los movimientos aparentes conocidos de las estrellas, dan un valor medio de 3 á 7'' de arco por siglo, y los procedimientos de observación son tales, que cuando el error probable no excede de 1'', la determinación se considera actualmente satisfactoria. No podemos hoy aspirar á más, salvo en casos particulares. En efecto, los catálogos de Groombridge y de Carrington, tan frecuentemente usados para la comparación de posiciones, están hechos con ese límite de error, ¿y de qué nos serviría pretender nosotros resultados que excediesen de ese límite? El catálogo de Boss, con 6.188 estrellas, está construido con error que no excede de 0,6''; ciertos catálogos de estrellas fundamentales, muy observadas en el siglo pasado, han llegado á reducir ese límite á 0,2''; pero estos límites son algo dudosos á causa de ciertos errores sistemáticos en la constante de precesión y en el movimiento del equinoccio.

Hay otro inconveniente, además, para dar á esta investigación de los movimientos propios estelares, aquella amplitud y extensión que requiere una investigación general de la estructura de los cielos; ese inconveniente está en que los catálogos citados y otros disponibles contienen posiciones de estrellas pertenecientes á las primeras magnitudes. Cuando se hicieron esos catálogos, los medios ópticos de penetración en los espacios interestelares eran muy inferiores á los actuales, y no se les podía pedir que llegaran á las magnitudes hoy conocidas. Así, pues, uno de los elementos para la comparación que nos ha de dar los movimientos angulares, es muy deficiente por tres razones: 1.^a, por el escaso número de estrellas de posición bien conocida; 2.^a, por imprecisión de los datos; 3.^a, porque ha transcurrido poco tiempo aún para separar y medir muchos de esos movimientos.

Modernamente se introduce un método de investigación de movimientos que promete felices resultados; consiste en la obtención de dos fotografías de la misma región del cielo, con igual estrella de referencia en el centro, y separadas entre sí por un período de tiempo más ó menos largo. La visión estereoscópica de esas dos fotografías, convenientemente colocadas, denuncia las estrellas con movimientos aparentes sensibles. Wolf ha hecho observaciones muy curiosas, en este respecto, y nuestro compatriota el Sr. Comas Solá, en el Obser-

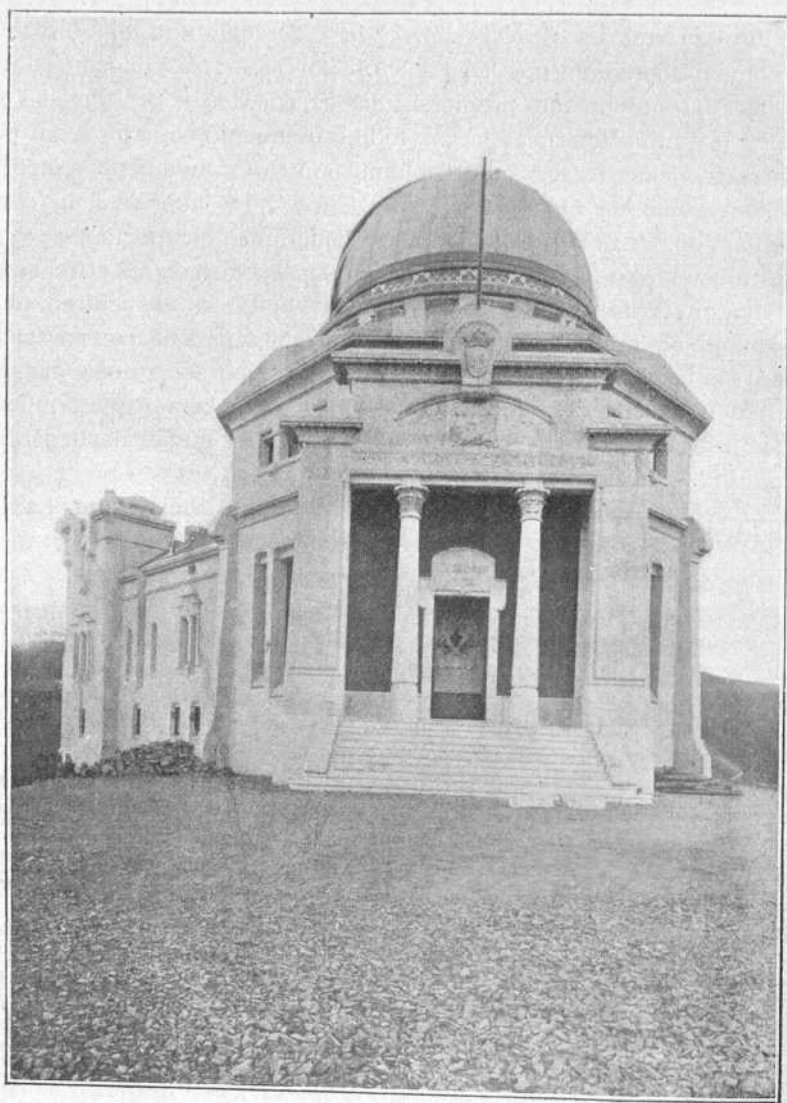
vatorio Fabra (Barcelona), ha obtenido recientemente resultados muy notables por este mismo procedimiento (1).

Los movimientos propios conocidos revelan ya amplísimos límites de variación. La estrella C. Z. 5^h,243, de magnitud 8,3 ofrece el movimiento máximo, que llega á 870'' por siglo; se conocen 16 estrellas cuyo movimiento propio secular excede de 300'', y de ellas 12 tienen magnitud inferior á la 5.^a; todo movimiento superior á 20'' por siglo se considera ya grande, notabilísimo; los movimientos medios oscilan, como ya hemos dicho, de 3'' á 7''; los inferiores á 3'' no pueden considerarse todavía como verdaderamente conocidos.

En estos estudios apenas si podemos pasar hoy de las estrellas de 9.^a magnitud; las de brillo inferior á este límite se encuentran muy raramente en los catálogos antiguos, utilizables para la comparación. Entre los trabajos más recientes y completos que sobre esta materia se han publicado citaremos el de Dysson y Tackeraí, que contiene 4.243 estrellas con sus movimientos propios, algunas hasta la 8.^a magnitud.

El estudio concienzudo de los movimientos estelares nos ha lle-

(1) El Observatorio Fabra se inauguró el año 1904; fué construido por D. Camilo Fabra, primer Marqués de Abella, quien sufragó de su peculio particular todos los gastos de edificio y material, y lo entregó, para su dirección y funcionamiento, á la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. El Observatorio está dirigido por D. José Comas Solá, quien continúa aquí los notables y fecundos trabajos hechos desde muchos años antes en su observatorio particular. Los principales instrumentos astronómicos son un círculo meridiano, una ecuatorial doble de 380 mm. de abertura, construido por Mailhat, péndulo Dent, etc., etc. A estos debe añadirse una ecuatorial Grubb, con objetivo fotográfico de 160 mm. de abertura, un celóstato, etc., etcétera. Los trabajos principales de astrofísica han sido observaciones muy minuciosas de planetas (Júpiter, Marte, Saturno), publicadas en las Memorias de la *Real Academia de Ciencias y Artes*, de Barcelona, *Comptes rendus de l'Académie de Sciences de Paris*, *Astronomische Nachrichten*, etc., observaciones de protuberancias solares, de cometas, etc., etc. Actualmente, el principal trabajo es la confección de una zona fotográfica de la eclíptica y la consiguiente observación de pequeños planetas; entre los observados figuran algunos nuevos, especialmente el 1915 W. T., descubierto el 20 de Marzo de 1915. Este trabajo quedará terminado dentro de algunos meses, y será editado por la Sociedad Astronómica de España y América. Como derivación de estos trabajos fotográficos está su aplicación al descubrimiento de movimientos estelares, mediante la comparación estereoscópica. El Sr. Comas Solá anuncia que por este procedimiento y con dos clisés obtenidos, respectivamente, el 12 de Julio de 1912 y el 20 de Julio de 1915, ha encontrado más de 200 estrellas que acusan movimiento propio en un campo de unos 45° cuadrados, y que, estereoscópicamente, se hacen sensibles movimientos de 0'',3.



Observatorio Fabra (Barcelona).

vado de la mano al planteamiento de otros dos problemas interesantísimos: el de la paralaje, con su corolario de las distancias estelares, y el del movimiento del sistema solar, con la determinación del apex. En rigor, estos dos problemas son antiguos en su iniciación, pero como tantos otros, sólo en los tiempos modernos han alcanzado progresos manifiestos, y dan soluciones de algún valor científico.

Apuntemos algunos de esos resultados para dar idea del estado actual de ambos problemas.

Las primeras paralajes fueron determinadas por Struve y Bessel. Struve, trabajando de 1835 á 1837 logró hallar la paralaje de la estrella Vega: Bessel, de 1837 á 1840 midió la paralaje de 61 Cygni. Este halló un resultado de $0'',35$ y todos los trabajos posteriores han venido á corroborar fundamentalmente esa medida; Struve encontró $0'',25$ para la estrella Vega y los resultados modernos dan $0'',16$; fué medida menos precisa, más necesitada de corrección que la de Bessel, pero debe tenerse en cuenta que operaba sobre un valor absoluto mucho más pequeño. Y basta observar el orden de magnitud de las cantidades medidas para reconocer y proclamar el mérito imponderable de esas determinaciones: llegar á la centésima de segundo de arco es ciertamente un triunfo enorme de la técnica y de la habilidad personal.

Para dar una idea de la distancia á que equivalen estas paralajes permítasenos un ejemplo y unas consideraciones vulgarísimas. La paralaje estelar, como todos saben, es el ángulo bajo el cual se ve desde la estrella el semidiámetro de la órbita terrestre. Cuando ese ángulo es de $1''$, la distancia es 206.265 veces el semidiámetro de dicha órbita; esto es, $206.265 \times 149.500.000$ km. La distancia de una estrella cualquiera es, por consiguiente, el cociente de esa cantidad dividida por la paralaje; el caso de Vega, y tomando el valor de $0'',16$ actualmente admitido, resulta una distancia de $1.289.153 \times 149,5 \times 10^6$ kilómetros, que la luz, á razón de 300.000 km. por segundo, tarda en recorrer más de veinte años.

Las paralajes de esas dos estrellas son relativamente grandes. De los muchos trabajos hechos recientemente se deduce que no pasarán de 2.000 estrellas las que tienen una paralaje igual ó mayor de $0'',05$. Ahora bien, con el gran perfeccionamiento en los métodos y aparatos actuales de investigación, no podemos aún responder de un error probable menor de $+0'',01$ en los casos más favorables. Un valor de $0'',05$ puede, por tanto, descender á $0'',04$ ó elevarse á $0'',06$ y á veces tomar todos los valores comprendidos entre $0'',03$ y $0'',07$ respectivamente. Esto demuestra que en esos valores de $0'',05$ hay una indeter-

minación considerable, y esto nos da una idea demasiado tosca ó imprecisa de la distancia. Claro está, que para valores menores la indeterminación es todavía mayor, pues la cantidad que se busca es del mismo orden de magnitud que el error probable de la medida.

Por estos datos se comprenderá la dificultad imponderable de este problema. Se hallaron las primeras paralajes hace tres cuartos de siglo; se ha trabajado después intensamente; se ha puesto á contribución el círculo meridiano, el heliómetro, la fotografía, el ingenio más sutil y la voluntad más firme, y sin embargo, el número de paralajes determinadas con alguna confianza no llega á medio centenar. ¿Qué significa esta pequeñez frente al número de estrellas que tenemos á la vista? Fuerza es reconocer que los procedimientos actuales son ineficaces para resolver este problema; quizá la Astrofísica, con el estudio de la absorción de la luz en los espacios estelares y con la determinación de las velocidades radiales, podrá abrirnos un horizonte por donde penetrar el misterio de estas distancias.

Otro problema derivado del estudio de los movimientos estelares es el que puede enunciarse con estas preguntas: ¿Hacia dónde vamos, en el espacio infinito, amarrados al carro del Sol? ¿Cuál es el camino que sigue en el Cosmos el astro del día, con su corte de planetas y satélites?

El punto del cielo á donde nos dirigimos se llama el apex y la primera determinación se debe al genio de William Herschel y lleva la fecha de 1783; se fundó en los movimientos propios de 13 estrellas, que eran todos los conocidos entonces con suficiente confianza, y dedujo que el sistema solar viaja hacia la estrella Hércules, de 262° AR y $+26$ de declinación.

Saltando muchas soluciones intermedias dadas durante la pasada centuria, llegamos á algunas modernas como las siguientes: Newcomb, del estudio de 3.100 estrellas de Bradley, dedujo para el apex las coordenadas de 275° de ascensión recta y $+31^{\circ}$ de declinación; Kapteyn de 2.640 estrellas del mismo Bradley ha deducido 274° AR y $+29^{\circ},5$, y Boss, de los movimientos propios de 5.413 estrellas, ha obtenido la posición del apex en $270^{\circ},5$ AR $+34^{\circ},3$ Dec., con 24 kilómetros por segundo como velocidad de traslación.

Todas estas determinaciones se fundan en el estudio de los movimientos aparentes de las estrellas; pero en los últimos años la Astrofísica ha logrado conocer movimientos absolutos de las mismas, ó por lo menos, la componente radial de esos movimientos, y esos datos, cada día más copiosos y más precisos, no podían pasar inadvertidos para los que buscan la solución de este sugestivo problema.

Campbell abordó por primera vez esta cuestión á la luz de las velocidades radiales bien determinadas en 1900, que se referían á 280 estrellas, y dedujo que el apéx tiene una posición de $277^{\circ},5$ AR $+ 27^{\circ},5$ Dec., y que el movimiento de nuestro sistema es $17^{\circ},8$ km. por segundo.

Por el mismo procedimiento y con velocidades radiales de 500 estrellas, Hough y Halm han hallado 271° , AR $25^{\circ},6$, D y $20,85$ kilómetros por segundo.

El examen de estos datos sugiere inmediatamente estas dos reflexiones:

1.^a Que todas las soluciones halladas, desde la primera de Herschel, fundada en los movimientos de 13 estrellas, hasta las últimas mencionadas, en las cuales se ha tenido en cuenta unos millares de astros, todas ellas, repetimos, coinciden en designar la misma región del cielo, con diferencias máximas de 13° en ascensión recta y 8 en declinación, lo cual prueba la realidad de ese movimiento de traslación solar y la posición aproximada del mismo.

2.^a Que todas esas determinaciones, y cuantas puedan hacerse en lo sucesivo, son puramente relativas, porque es forzoso referirse en ellas á astros que, á su vez, están moviéndose, y así se explican las divergencias que se obtienen. Y estudiando esas divergencias Kapteyn y Campbell han llegado recientemente á la conclusión de que los resultados de esa traslación son distintos, según los tipos espectrales de estrellas que se tomen en cuenta para el cálculo; es decir, que la dirección y la velocidad de ese movimiento de traslación del sistema solar es una función de la naturaleza propia de las estrellas que se toman como base para determinarlo.

Esta relación entre la posición del apéx y los tipos espectrales de estrellas, elegidos para el cálculo, es una de las cuestiones más sorprendentes que ha planteado la Astrofísica en los tiempos actuales, y quedará patente con estos datos precisos:

Tipo espectral.	Apéx.		Número de estrella.	
	AR.	Dec.		
Oe5 — B5.....	$274,4^{\circ}$	$+ 34,9$	490	490
B8 — A4.....	270,0	28,3	1647	} 2303
A5 — F9.....	265,9	28,7	656	
G.....	259,3	42,3	444	} 1893
K.....	275,4	40,3	1227	
M.....	273,6	38,8	222	
			<u>4686</u>	

He aquí cómo esta determinación del apex entra de lleno en la Astrofísica, aunque primitivamente fué problema exclusivo de la Astronomía de posición; é igualmente sucede con el referente á los movimientos estelares, pues difícilmente puede abordarse esta cuestión sin considerar las velocidades radiales, y quizá ocurra lo mismo dentro de algún tiempo con el de las distancias estelares, abordado indirectamente por investigaciones astrofísicas sutilísimas, en las cuales podrán colaborar juntos el físico y el astrónomo.

Pero ahorremos consideraciones sobre todo esto para entrar en otro problema interesantísimo y fundamental de la Astrofísica: el de la naturaleza y evolución estelar.

XII.

Hemos citado en líneas anteriores los tipos espectrales de estrellas, y ello nos lleva al estudio de la constitución de estos astros, de sus evoluciones, de sus sistemas dobles y múltiples, de su origen y de su término probable; quizá nos lleva á plantear sobre bases amplias el problema fundamental de la Física, que es el de la constitución íntima y de la evolución de la materia. En efecto, por muy grandes y muy poderosos que sean los recursos experimentales de los Laboratorios terrestres, será muy difícil que puedan disponer nunca de focos de energía tan maravillosos como los que existen en los astros y, consiguientemente, es muy dudoso que podamos nunca someter la materia á la múltiple variedad de condiciones y de fuerzas á que está sometida en las estrellas, nebulosas, etc. Por tal razón, el estudio de ese problema soberano y transcendental de la constitución y evolución de la materia, hallará poderoso auxilio en la Astrofísica.

Los tipos espectrales de estrellas se han derivado naturalmente de los estudios espectroscópicos y espectrográficos. En esta materia se han hecho progresos rápidos muy considerables y decisivos.

La primera observación que se conoce de un espectro de estrellas se debe á Fraunhofer, y fué hecha en 1817. El aparato consistía en un sencillo teodolito, con un pequeño prisma colocado delante del objetivo; la observación tiene ahora un interés de simple curiosidad histórica. Hasta 1870 no se prestó verdadera atención á estas observaciones. En esa época, Donati primeramente, Secchi y Huggins después, emprendieron con ardor el estudio de espectros estelares; Draper y

Huggins lograron obtener las primeras fotografías espectrales, que permitieron avanzar bastante en el estudio de la región ultravioleta. En los últimos años se han extendido mucho las investigaciones de espectros estelares, y es justo añadir que España no es indiferente á este movimiento: en el Observatorio de Madrid se toman corrientemente fotografías de espectros de estrellas, y en el Observatorio que la munificencia de D. Luis Ocharan ha fundado en Castro-Urdiales (Santander), se han obtenido pruebas muy notables. Actualmente se conoce el espectro de unas 200.000 estrellas. Pocas son si se compara ese número con el de estrellas que descubre la fotografía; muchas, si se relaciona esa cifra con la de paralajes conocidas; mas, de todas suertes, representa una labor ardua y fecundísima, que ha revelado cosas muy interesantes y sorprendentes y que permite vislumbrar algo de la maravillosa y compleja evolución del Cosmos.

A la luz de los descubrimientos espectroscópicos se han ido elaborando sucesivas clasificaciones estelares. Cada una representa un paso de avance con los nuevos datos adquiridos por la observación, y puede afirmarse que la actual, aunque fundada en muchos millares de espectros estudiados, no es definitiva ni lo será en mucho tiempo.

La primera clasificación de estrellas, por su constitución espectroscópica, se debe al P. Secchi. Este ilustre astrónomo trabajó arduosamente en esta materia; llegó á reunir observaciones de unas 4.000 estrellas, y sobre ellas estableció una clasificación tan racional y acertada, que aún subsiste en sus líneas generales. Esta clasificación comprende los cuatro tipos espectrales siguientes:

I. Estrellas blancas ó azuladas, dotadas de un espectro continuo con rayas del hidrógeno; en algunas se perciben, además de esas rayas, otras metálicas muy débiles; ejemplos: Sirio, Vega, etc.

II. Estrellas amarillas; su espectro es muy rico en rayas metálicas, y en cambio las del hidrógeno son mucho más débiles que en el tipo anterior; ejemplos: la Cabra, Arturo, Pollux, α de la Osa mayor, etcétera; el Sol se incluye en este tipo.

III. Estrellas anaranjadas ó rojizas; su espectro ofrece rayas finas metálicas y además anchas bandas oscuras, acanaladas, semejantes á las bandas telúricas; ejemplos: Antares, Betelgeúze, α Hércules, etcétera, etc.

IV. Estrellas rojas también; su espectro análogo al precedente; se diferencia de él en que las bandas acanaladas tienen su parte más intensa hacia el rojo y se degradan del lado del violeta; son estrellas pequeñas.

Vogel hizo después otra clasificación; en ella se refundían en uno los tipos III y IV y se subdividía el I y II en grupos; representa un mayor análisis en la clasificación de Secchi.

El impulso dado en los últimos años á las observaciones espectrográficas, ha producido tal copia de datos nuevos, que no cabían dentro de los límites de esas clasificaciones primitivas. De ahí las nuevas clasificaciones de Pickering, de Miss Maury, de Miss Cannon, de Haward, etc. Para poner un poco de orden en este asunto complejo é importantísimo, fué sometido á estudio en el Congreso de la Unión Solar Internacional para las investigaciones solares, de Bonn, y se adoptó por el momento la clasificación de Haward, que comprende los siguientes grupos:

Tipo ó clase O: Su espectro consiste principalmente en líneas ó bandas brillantes sobre un espectro débil continuo. Las bandas más notables tienen sus centros en las longitudes de onda 4633, 4651, 4686, 5693 y 5813 U. I.; se divide en cinco subclases, que son: Oa, Ob, Oc, Od y Oe; en las dos últimas aparecen ya líneas oscuras pertenecientes á las series del helio y del helio-hidrógeno.

Tipo ó clase B, llamada también del *helio* ó de Orion; se caracteriza por el predominio de las rayas del helio; se divide también en varias subclases, designadas con B₁, B₂, B₃, etc.; en las primeras subclases se ven muy débiles algunas bandas brillantes; en las últimas comienza á aparecer la serie adicional de Balmer.

Tipo ó clase A, llamada de Sirio ó del *hidrógeno*, por la notable intensidad que adquieren las líneas de este elemento químico; en el espectro comienzan á verse líneas de algunos metales, especialmente la K del calcio, cuya intensidad, débil al principio, se hace fuerte en A₅ y sigue creciendo para pasar al

Tipo ó clase F, ó del *calcio*, caracterizada por el predominio de las líneas de este cuerpo químico, y especialmente por las llamadas H y K; son visibles también las líneas del hidrógeno, pero con mucha menos intensidad que en la clase anterior.

Tipo ó clase G, ó tipo *solar*, porque el espectro, abundantísimo en rayas metálicas, se asemeja estrechamente al del Sol.

Tipo ó clase K, de espectro análogo al anterior, pero distinguiéndose de él por una disminución gradual en la intensidad de las líneas del hidrógeno y un aumento correlativo en las de H y K, que se tornan en bandas.

Tipo ó clase M, caracterizada por la aparición franca y desarrollo notable de bandas atribuidas al óxido de titanio, que apenas se inician

en la clase anterior; hay semejanzas curiosas entre el espectro de esta clase de estrellas y el de las manchas solares.

Tipo ó clase N, definida por una ancha banda de absorción próxima á la longitud de onda 4738, atribuida á un compuesto de carbono; parece esta clase una evolución de la anterior. Las estrellas de los tipos M y N presentan ordinariamente una coloración rojiza.

Tales son las líneas fundamentales de esta vastísima clasificación. Cada clase se divide y subdivide en numerosos grupos para adaptarse á las particularidades de los distintos astros. Estos ofrecen una evolución gradual y compleja; de unas clases á otras se pasa suavemente, sin saltos, sin fronteras cortadas y definidas. No es fácil fijar dónde acaba una clase y empieza otra. Para indicar todos esos avances se ha recurrido á los números y á las letras. Así tenemos B₁, B₂, B₃, etcétera, que son tipos intermedios entre el B y el A, y cada uno de esos números indica una décima de apartamiento de B y de aproximación al A; el espectro de una estrella incluida en la subclase B₈ está, por tanto, más próxima al tipo A que al tipo B, y se parece más, en conjunto, á aquél que á éste.

Dentro de esos mismos tipos intermedios hay otras particularidades que no pueden expresarse por los números, y se expresan por letras; así, es fácil hallar el grupo Oe₅B, etc., etc. (1). De esta suerte se van encasillando en grupos las distintas estrellas, atendiendo á sus tipos espectrales.

En la forma, esta clasificación no tiene semejanza alguna con la de Secchi; si se analiza el contenido se ve una gran correlación en sus puntos fundamentales. El tipo I de Secchi corresponde á los A y B y parte del F, de esta nueva clasificación; el tipo II á la G y K; el III al M y el IV al N. Las estrellas incluidas en el tipo O, no tenían representación en la clasificación del P. Secchi.

La clasificación de Haward debe considerarse como provisional; se la ha aceptado porque responde bien á los conocimientos actuales y porque no hay razón alguna que aconseje un nuevo cambio. Todo lo que ahora se hiciera en este respecto sería provisional y transitorio. El ideal es una clasificación natural que coloque á cada estrella en un grupo, representativo exactamente de su estado de evolución. A eso aspira la clasificación aceptada y lo cumple perfectamente por el mo-

(1) Para más datos sobre esta clasificación, véase la noticia sobre el V Congreso de la Unión Solar Internacional, por D. Victoriano F. Ascarza, pág. 27 y siguientes.

mento. Desde el tipo O al N hay una graduación perfecta; se pasa insensiblemente por tipos intermedios de difícil determinación.

Los hechos pudieron quedar representados por una estrella imaginaria que experimentase en breve período de tiempo, y á nuestra vista, todas las evoluciones de su vida astral. Veríamos aparecer primeramente un espectro compuesto totalmente de bandas difusas, brillantes, sobre un fondo débil continuo; estaría dentro del tipo O; después esas bandas se estrechan, se atenúan y toman el aspecto de líneas de absorción muy débiles; es la evolución gradual del tipo O, pasando por los períodos Od y Oe. Veríamos luego aparecer vigorosas las líneas del helio, las del hidrógeno en las series de Balmer, etcétera, etc.; la estrella pasa por el tipo B: es lo que pudiéramos llamar el segundo momento ó período de la evolución. Ha de advertirse que los trabajos prácticos muy recientes de Fowler y las investigaciones teóricas de Bohr sugieren la duda de que esas rayas adicionales sean realmente del hidrógeno ó pertenezcan al helio. Continuemos el desarrollo de la estrella imaginaria. Las líneas del hidrógeno en la serie de Balmer adquiere una intensidad considerable (tipo A); luego esas líneas se debilitan ligeramente y surgen intensas las H y K, del calcio (tipo F), y en seguida el espectro se puebla de infinidad de líneas metálicas; estamos en el tipo G, al cual corresponde nuestro Sol. Después asistimos á la atenuación gradual de las rayas del hidrógeno, mientras subsisten fuertes las metálicas (tipo K); luego el espectro se hace acanalado, revelando la existencia del óxido de titanio (tipo M), y aparecen nuevas bandas acanaladas atribuidas al carbono y sus compuestos (tipo N). En sus últimos tipos el espectro presenta grandes semejanzas con el de las manchas solares.

Se advierte además, que al avanzar esta evolución, el espectro se acorta por el extremo violeta y ultravioleta y se alarga, en cambio, hacia el rojo. El máximo de energía espectral se traslada en el mismo sentido desde longitudes de onda cortas á otras más largas. Si aplicamos á este hecho la conocida ley de Wien, que liga la temperatura absoluta con la posición de ese máximo de energía por la sencilla fórmula

$$T_a \lambda_m = \text{constante},$$

tendremos la consecuencia que la temperatura de las estrellas decrece á medida que la evolución avanza y, por consiguiente, que el Sol va declinando.

Si se nos permitiese comparar la vida de una estrella con la de una persona de excelente salud, que llegue á los 80 años de edad, podríamos decir que el Sol está hacia los 60.

No se dé á este ejemplo más valor del que tiene como medio vulgar de expresar intuitivamente una idea. Desgraciadamente, las evoluciones que hemos hecho sufrir á esa estrella hipotética no se cumplen en el brevísimo plazo de la vida de un hombre, ni quizá en el plazo mucho más largo que pueda asignarse á la vida de la humanidad sobre nuestro globo. En la creación todo es grande, si se compara con la pequeñez humana, y esta evolución de los astros se cuenta seguramente por millones y millones de siglos, por cantidades de tiempo que son muy superiores á lo que puede concebir claramente el entendimiento humano.

No podemos, pues, observar y seguir esas evoluciones en una estrella y, sin embargo, hemos llegado á concebirlas, y en cierto modo podemos seguirlas y explicarlas. ¿Cómo se realiza esta aparente paradoja? De una manera natural; Herschel nos da la clave en este sencillo ejemplo: Figurémonos un botánico que entra en un bosque poblado de árboles pertenecientes á una especie desconocida. El naturalista halla ejemplares numerosos de esa planta en todos los períodos de su crecimiento; desde la semilla que está germinando, al árbol ya viejo y caduco. No tiene tiempo de seguir la evolución de un ejemplar único; pero puede recomponer esa evolución y esa vida vegetal estudiándola en distintos ejemplares de diferentes edades. Lo mismo hace el astrónomo. El universo ofrece un bosque cósmico poblado de millones y millones de estrellas; el astrónomo, como el botánico del ejemplo, se aplica al estudio de cada uno de esos ejemplares y los va agrupando por sus analogías, y de ahí nacen las primeras clasificaciones, rudimentarias, vacilantes y sintéticas. Sigue luego estudiando más ejemplares que le permiten ampliar el marco primitivamente estrecho de esas clasificaciones y llega á conocer en cierto modo el momento evolutivo en que está cada estrella, á descubrir lo que pudiéramos llamar la edad de esos astros. Desde ese instante, por la comparación de astros de distintas edades, puede llegarse á conocer las líneas generales de la evolución y de la vida estelar, como el botánico descubre la evolución y la vida vegetal sin seguir paso á paso y día por día la evolución de un árbol de vida secular.

Así ha llegado la Astrofísica á la determinación de los tipos estelares conocidos y á construir el concepto actual de la evolución de los astros. Y ha de advertirse que esa evolución está ligada íntimamente

á la evolución general de la materia, y que la Astrofísica se ha anticipado muchas veces á la Física terrestre en descubrimientos, como el del helio, como el de ciertas series de líneas espectrales del hidrógeno (1), etc. En este concepto la Astrofísica ofrece á la Física general sugerencias fecundísimas para el estudio de algunas cuestiones fundamentales que actualmente están en discusión.

XIII.

Pero, ¿podemos decir que está satisfactoriamente resuelto este problema de la evolución estelar? ¿Es acaso que todo aparece tan sencillo y tan llano como hemos anunciado en la estrella hipotética de nuestro ejemplo? No; falta muchísimo camino que recorrer aún; quedan muchísimos misterios que descubrir y seguramente nos aguardan muchas revelaciones sorprendentes.

Basta recordar que las estrellas descubiertas por la fotografía son muchísimos millones, que de esas solamente unas 200.000 han sido examinadas espectroscópicamente para los efectos de la clasificación, y que el estudio detenido, para conocer con algún detalle esos espectros, alcanza á un número muchísimo más reducido aún. Puede afirmarse que estamos empezando y que se abre aquí á los anhelos investigadores de la juventud un campo amplísimo y fértil donde saciar su curiosidad científica, hacer descubrimientos y hallar días de gloria y de satisfacción espiritual.

Indicios de la gran obra que queda por realizar son, entre otros hechos, el espectro anómalo de Pickering y Campbell, y los fenómenos complejísimos y extraños de las *Novas*.

El espectro anómalo descubierto en algunas estrellas por los dos astrónomos citados, ofrece la extraña particularidad de presentar rayas espectrales brillantes y otras oscuras pertenecientes al mismo cuerpo químico. Así, en γ Argus, primeramente observada, aparece la raya H_{α} del hidrógeno brillante y todas las demás del mismo cuerpo oscuras; en otras estrellas se destacan luminosas las rayas H_{α} y la H_{β} y negras las demás del mismo cuerpo. He aquí un fenómeno sorprendente que parece en oposición con la ley de Kirchhoff. Diversas hipótesis se han

(1) Véase la nota *Los trabajos de laboratorio en el Progreso de la Astronomía*, por D. Victoriano F. Ascarza, en las publicaciones de la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS, Congreso de Madrid. Tomo III, pág. 123.

propuesto para explicarlo, pero no es ésta la ocasión de examinarlas y discutir las. Basta señalar el hecho á la consideración de astrónomos y físicos para que sugiera inmediatamente esta nueva cuestión: ¿qué condiciones experimentales serán necesarias para reproducir en el laboratorio un fenómeno análogo? Esa reproducción, que es menester conseguir, ó por lo menos intentar, dará la clave definitiva y la explicación satisfactoria de ese curioso espectro anómalo.

Las estrellas nuevas ofrecen hechos más sorprendentes aún y más perturbadores para las ideas generalmente admitidas sobre la constitución estelar.

Tomemos como ejemplos la *Nova Aurigae* y la *Nova Geminorum* núm. 2 para concretar las ideas. La primera fué descubierta en Enero de 1892. En una región del cielo, fotografiada incesantemente en varios observatorios durante el mes de Diciembre de 1891, y donde no se registró rastro alguno de estrella, surgió de pronto esta *Nova* y adquirió rápidamente el brillo correspondiente á la 4.^a magnitud. Con ligeras oscilaciones entre la 4.^a y 6.^a se mantuvo hasta Marzo de 1892; comenzó á decrecer visiblemente, el 26 de Abril había pasado á la 16.^a magnitud y desapareció. Cuando los observadores creían su misión terminada, vieron asombrados que la estrella misteriosa aparecía de nuevo, pero transformada en una pequeña nebulosa; el 17 de Agosto del mismo año la fotografía acusaba esa transformación inesperada; la *Nova Aurigae* estaba convertida en una nebulosa de 3" de diámetro y de 10.^a magnitud.

El estudio espectral ha revelado sorpresas análogas. Las rayas brillantes, especialmente las del hidrógeno, estaban acompañadas de otras sombrías colocadas del lado más refrangible. Las diferencias de longitud de onda en todas ellas era la misma, lo cual abonaba la hipótesis de que ambas clases de rayas, luminosas y oscuras, pertenecían al mismo elemento químico, y que la separación era debida á velocidades radiales enormes y opuestas de dos cuerpos distintos, uno productor de las rayas brillantes y otro de las oscuras.

Además de las rayas del hidrógeno se hallaron otras del hierro, la D del sodio, muchas del calcio, etc. El examen de estas líneas reveló igualmente fenómenos extraños. Algunas, oscuras, aparecían con porciones brillantes como si experimentasen el fenómeno de la doble inversión. Además, ciertas líneas brillantes parecían desdobladas y otras ofrecían varios máximos sucesivos de intensidad. Si la separación entre las rayas es debida á la velocidad radial, las medidas acusan valores superiores á 700 km. por segundo. El entendimiento se

resiste á admitir estas velocidades para la traslación de un cuerpo material, y se buscan otras explicaciones atribuyendo esos fenómenos á erupciones de gases, á explosiones de origen químico, á la dispersión anómala, á bólidos penetrando en nubes de materia cósmica, á influencias de la presión..... Estamos ante fenómenos de misterio, y no es sorprendente que las hipótesis abunden.

El espectro siguió las modificaciones de la estrella. Cuando ésta disminuyó de intensidad debilitóse el espectro; desaparecieron casi las rayas, para destacarse fuertemente la de longitud de onda 500,7, que corresponde á las nebulosas. Al reaparecer la estrella en Agosto, bajo aspecto nebuloso, sólo contenía dicha raya 500,7, luego aparecieron las 496 y 486 de las nebulosas; la transformación estaba, por tanto, fuera de duda.

Tomemos otro ejemplo: la *Nova Geminorum núm. 2* fué descubierta el 12 de Marzo de 1912 con brillo correspondiente á la 4.^a magnitud. Las fotografías hechas en el Observatorio del Colegio de Harvard demuestran que en la noche del 10 de Marzo la estrella era inferior á la 11.^a magnitud; en la siguiente era ya de 5.^a, el día 12 fué de 4.^a En veinticuatro horas el poder luminoso de esta estrella había crecido más de 250 veces. Después la estrella experimentó extraños saltos en su brillo; desde la 3.^a magnitud descendió á la 5,5 y luego pasó á la 4,7, para quedar á fin de Marzo en la 6.^a y decrecer más tarde con mayor lentitud. ¿Qué magnitud absoluta han tenido los cambios efectivos en la estrella para traducirse en estas alteraciones á la distancia inmensa á que hemos podido observar los fenómenos?

El espectro ofreció las extrañas anomalías y aparentes incongruencias que suelen ofrecer las *Novas*. Tenía rayas y bandas, brillantes y oscuras. Las rayas principales del hidrógeno estaban á veces substituídas por bandas brillantes con extrañas bandas de absorción en los bordes, y sobre esas bandas brillantes, limitadas frecuentemente con otras bandas de absorción que cambian de anchura, de intensidad y de aspecto, se ve á veces surgir una raya brillante, mucho más brillante que la banda, como es menester para que se destaque sobre ella. Otras veces esas rayas brillantes aparecían surcando las bandas de absorción. Ofrecía, finalmente, rayas que conservaban muy sensiblemente su posición y su aspecto, mientras otras se dislocan, se debilitan, se intensifican y revelan una agitación singularísima (1).

(1) Para más detalles sobre esta estrella, véase la Nota *Espectro de la Nova Geminorum núm. 2*, por D. Francisco Iñiguez, jefe del Observatorio Astronómico de Ma-

No insistiremos en más detalles sobre esta estrella, porque de ellos dió cuenta á nuestra Sociedad el sabio jefe del Observatorio Astronómico de Madrid D. Francisco Iñiguez, acompañando curiosas fotografías. No hay noticia de que esta estrella haya terminado en nebulosa. ¿Cómo explicarse todos esos cambios sorprendentes, todas esas aparatosas y contradictorias complejidades? Recuérdese lo dicho anteriormente y téngase por repetido; el campo de la hipótesis es fértil y ha dado frutos abundantes, pero es nuestro propósito apartarnos de él. Consten los hechos, conste la honrosa participación que España ha tomado en su estudio, y sepa la juventud que ahí existe materia de investigaciones variadísima y provechosa.

XIV.

Incidentalmente, y como resultado de una evolución estelar, hemos citado las nebulosas, y ha de permitírse nos breves palabras acerca de su espectro y de las cuestiones que ese espectro plantea á la Astrofísica.

Dejemos á un lado las llamadas nebulosas resolubles, que no son tales nebulosas, sino aglomeraciones prodigiosas de numerosísimas estrellas aisladas; el espectro de éstas suele estar formado de un débil espectro continuo sin detalles de rayas, porque se borran con la mezcla y superposición de luces de estrellas distintas.

Las nebulosas, propiamente tales ó gaseosas (1), que comprenden las de formas irregulares, como la de Orion y la mayor parte de las planetarias, ofrecen un espectro formado generalmente de cuatro rayas brillantes y fundamentales que corresponden á las longitudes de onda 500,7, 495,9, 486,2 y 434,1. Las dos últimas son del hidrógeno (H_{β} y H_{γ}), las primeras han sido atribuídas á distintos elementos terrestres; pero á medida que se ha precisado la observación se ha llegado á la consecuencia de que no coinciden realmente con ninguna de las radiaciones de cuerpos conocidos. Y aquí surge el problema.

drid. Basándose principalmente en las fotografías del Sr. Iñiguez, y elogiándolas en términos calurosos, Sir Norman Loker ha publicado recientemente en inglés un notable estudio titulado *On some of the phenomena of new stars*. Londres, 1914; 64 páginas y cuatro grandes láminas.

(1) Es de justicia citar aquí las hermosas fotografías de nebulosas obtenidas por el Sr. Ocharán en su Observatorio de Castro-Urdiales.

Esas radiaciones, ¿se deben á un elemento nuevo, desconocido en nuestro globo ó ausente del mismo, como quieren algunos, que le han llamado *nebulium*? ¿Se trata, acaso, de una parte de algún elemento conocido, disociado por efecto de las condiciones especiales de la nebulosa? ¿Representa algún momento, desconocido para nosotros, en la evolución atómica de la materia? ¿Estamos, por el contrario, frente á un modo especial de manifestarse una radiación de un cuerpo conocido, sometido á condiciones físicas especialísimas, distintas por completo de las terrestres? He aquí varias preguntas interesantísimas que la Astrofísica plantea actualmente, y á las cuales todavía no podemos contestar.

Pero caería en error quien creyera que todas las nebulosas ofrecen espectros con esos caracteres de sencillez y con la misma uniformidad. Esa pudo ser y fué la impresión de las primeras observaciones. Cuando se ha avanzado más en el estudio ha nacido, como en todo, la complejidad. Pudiéramos decir que esas son las líneas fundamentales, las características, las que definen una nebulosa; pero á veces aparecen también otras varias, y á veces esas mismas líneas ofrecen diferencias de intensidad relativa y alteraciones que sugieren nuevos motivos de estudios é investigaciones. Así, por ejemplo, en el espectro de la nebulosa de Orion se han hallado hasta 72 rayas del hidrógeno, del helio, del hipotético *nebulium*, probablemente la 530,3 del coronio (es dudosa esta determinación) y otras.

El estudio de la intensidad de las rayas ofrece también motivos para la sorpresa y para la meditación. Así, por ejemplo, las rayas H_{β} y H_{γ} del hidrógeno son intensas y, en cambio, la H_{α} es apenas visible ó resulta invisible del todo. ¿Qué condiciones especiales de presión, de temperatura, de iluminación, de acciones ó influencias de energía requiere el hidrógeno para producir esta forma especial de emisión? ¿Se debe todo esto, como pretenden algunos, á un efecto puramente fisiológico, llamado de Purkinje, y que se da en los espectros muy débiles, como son los de las nebulosas?

También ofrece variaciones extrañas la intensidad entre las cuatro rayas mencionadas. Para las dos rayas desconocidas en espectros terrestres, y atribuidas al *nebulium*, esa relación es sensiblemente constante, lo cual apoya la hipótesis de que ambas rayas tienen el mismo origen; en cambio, la relación entre las intensidades de las rayas 1.^a y 3.^a, por ejemplo, es sumamente variable, no solamente entre nebulosas distintas, sino también, á veces, al pasar de unas regiones á otras en la misma nebulosa.

Una interpretación natural de todos estos hechos, muy admitida, actualmente, en Astrofísica, es que la materia que constituye estas nebulosas está formada principalmente por helio, hidrógeno y un elemento desconocido; que esos cuerpos están mezclados en proporciones distintas de unas nebulosas á otras, y aun dentro de la misma nebulosa, en zonas diferentes, lo cual explicaría las variaciones de intensidad de las distintas radiaciones. A esos elementos pueden asociarse otros, lo cual indicará diferencias de constitución de unos astros á otros, ó distinto período en la evolución nebular, pues no existe razón ninguna para abstraer estos astros á lo que es ley general del universo.

Si comparamos el espectro de las nebulosas y el de las estrellas hallamos un parentesco inmediato con las incluídas en el grupo O. Unas y otras tienen rayas brillantes de hidrógeno y de helio; unas y otras se hallan situadas cerca de la Vía Láctea, por lo menos la mayor parte de las conocidas y estudiadas hasta ahora; unas y otras, por su distribución, por su espectro, por su magnitud, parecen tener algo de común, como si fuesen dos pasos sucesivos en la misma evolución de la materia cósmica.

Todo esto se conforma admirablemente con la idea, generalmente admitida, de que la nebulosa es el origen de la vida cósmica, es el primer período de la evolución, siguiendo luego las estrellas del tipo O y todas las demás que hemos descrito anteriormente.

Esta teoría goza de favor general, y no vemos que haya todavía hechos de observación ó de experiencia suficientes para rechazarla. Pero sería, científicamente, temerario el aceptarla como cosa indubitada. La Astrofísica, á pesar de los extraordinarios progresos realizados en los últimos tiempos, comienza ahora á explorar ese magno problema de la evolución estelar, y sería prematuro con escasez de datos pretender dictar juicio definitivo. La evolución estelar, partiendo siempre de la nebulosa, pasando por la estrella para terminar en el astro frío y apagado, tiene en su favor un alto abolengo filosófico. Pero la observación actual, concienzuda y delicadísima, presenta ejemplos de una evolución inversa, precisamente; presenta casos comprobados de estrellas que pasan á nebulosas. Y surgen estos problemas: ¿Es la nebulosa siempre el principio de la evolución de los astros, algo que pudiéramos llamar el protoplasma cósmico? ¿Es, por el contrario, la nebulosa el final de la evolución estelar, como se desprende de algunos hechos de observación? ¿Hay, acaso, nebulosas de distintas clases, unas que son campo abonado donde nacen estre-

llas y otras resultado de su extinción? ¿Hay, valga la frase, nebulosas-cunas y nebulosas-tumbas? ¿Es la nebulosa á la vez principio y fin de los astros?

En esta exposición de cuestiones queremos principalmente iniciar los problemas, indicar su estado actual y sugerir dudas que exciten los anhelos de investigación; por tal razón dejamos esas preguntas formuladas. Hay en ellas mucho que pensar, y sugerirán, seguramente, á los experimentadores audaces ansias de penetrar en todos esos misterios, que son, quizá, en su esencia, los mismos misterios de la evolución de la materia.

XV.

La tarea de clasificar las estrellas por el estudio individual de su espectro es inmensa; exige incalculable tiempo y poderosos recursos. Para tener una clasificación de conjunto se ha recurrido á un medio indirecto fecundísimo, aunque solamente aproximado; ese medio se deriva de la diferencia entre la magnitud fotográfica y la visual. Esa diferencia suele designarse con el nombre de *índice de color*, y es una función bastante bien definida del tipo espectral. He aquí comprobado algo que indicamos anteriormente cuando hablábamos de las divergencias entre las magnitudes fotográficas y visuales, y de cómo, eso que pudo estimarse cosa lamentable, había recibido una aplicación interesante.

Para que se vea esa correlación copiamos algunos resultados obtenidos por King, comparando las escalas fotográficas y visual de Haward, y los de Schwarzschild, deducidos de la comparación de las observaciones fotográficas de Gottinga y de las visuales de Potsdam. Son las siguientes:

Tipos espectrales.	Diferencia de magnitud.	
	King.	Schwarzschild.
Bo.....	- 0,31	- 0,64
Ao.....	0,00	- 0,32
Fo.....	+ 0,32	0,00
Go.....	+ 0,71	+ 0,32
Ko.....	+ 1,17	+ 0,95
M.....	+ 1,68	+ 1,89

Estos resultados son, en general, de una concordancia admirable

si se les aplica una constante necesaria, dado el diverso origen de los datos, y si se exceptúa el índice de la clase M, que ofrece alguna divergencia explicable, dada la naturaleza de esas estrellas.

He aquí cómo la diferencia entre la magnitud fotográfica y la visual de las estrellas nos da ya indicaciones interesantísimas acerca de su tipo espectral y facilita un principio de clasificación de conjunto.

Pero el estudio espectroscópico y espectrográfico, no solamente nos proporciona datos interesantísimos acerca de la constitución y evolución de las estrellas, sino que nos suministra otros muchos recursos de investigación. Al tratar de los problemas solares hemos indicado ya que, gracias á las modificaciones del espectro, se inquieren y determinan velocidades de los distintos elementos químicos, y se descubren fenómenos curiosos de la circulación atmosférica solar, y se mide la rotación en diferentes latitudes heliográficas y en distintas altitudes..... Todo esto, que en épocas no remotas hubiera parecido un sueño, es ahora una realidad para el Sol, y tiene, naturalmente, aplicaciones análogas con las estrellas. También en éstas se estudian velocidades radiales. La investigación es más difícil; es, acaso, menos precisa por la escasez de luz, que no permite las dispersiones formidables aplicadas al Sol; pero las dificultades no son insuperables y han sido superadas.

Durante muchos años la investigación no ha podido pasar de las estrellas de 5.^a magnitud; actualmente, algunos observatorios, privilegiados por la potencia de sus instrumentos, van más allá; es de esperar que sucesivamente se irá ampliando el campo de la investigación, perfeccionando los métodos actuales ó ideando otros nuevos. Hasta el presente se conocen movimientos radiales de unas 1.500 estrellas, número considerable por el esfuerzo que revela, pero exiguo si se le compara con la labor que es preciso ejecutar.

La determinación de estas velocidades radiales ha alcanzado una precisión aceptable, pero distinta de unas estrellas á otras, según el tipo; en las estrellas de rayas espectrales, bien definidas las observaciones, dan un error menor de $\pm 0,25$ km. por segundo; en los tipos B y A, que tienen líneas más difusas, la precisión es menor, pero lo suficiente para tener una idea bastante concreta de las magnitudes y para hacer un estudio de conjunto por tipos.

Las velocidades descubiertas hasta el presente oscilan entre amplios límites; son poco frecuentes, casi excepcionales, las velocidades que exceden de 60 km. por segundo, pero hay algunas mucho mayores; ejemplos: la estrella C. Z. 5^b,243 ha dado una velocidad radial

de 225 km. por segundo, y la 966, de Lalande, acusa la enorme velocidad de 325 km. por segundo. Hasta el presente estos son los casos extremos.

El estudio de las velocidades radiales ha hecho una revelación sorprendente, á saber: la gran abundancia de sistemas estelares compuestos, binarios muchísimos, ternarios ó múltiples en menor número. Por punto general, por cada tres ó cuatro estrellas de velocidades radiales conocidas, una es binaria.

Hay bastantes casos en que uno de esos astros que forma el sistema binario es completamente obscuro, invisible en absoluto. Sin embargo, gracias á este fecundísimo recurso de investigación, su existencia es conocida y calculada su órbita y, á veces, determinada su masa relativa. ¿Quién pudiera sospechar, hace unos cuantos lustros, que llegara á existir esta rama de investigación, que algunos escritores llaman gráficamente « astronomía de lo invisible »?

Las velocidades radiales han hecho una segunda revelación, todavía más sorprendente é inesperada que la de los sistemas binarios y múltiples; esa revelación es la existencia de una relación estrecha entre la velocidad radial y el tipo espectral. Kapteyn y Campbell han hallado independientemente, con estrellas distintas, que la velocidad radial media crece sucesiva y gradualmente desde el tipo B al M y á las nebulosas planetarias; he aquí, para tener idea exacta de esa correlación, los resultados últimos de Campbell:

Tipo espectral.	Velocidad radial media.	Número de estrellas observadas.
B.....	6,52 km.	225
A.....	10,95 —	177
F.....	14,37 —	185
G.....	14,97 —	128
K.....	16,80 —	382
M.....	17,10 —	73
Nebulosas planetarias.....	25,3 —	12

Estos números sugieren pronto dos ideas distintas, ambas interesantísimas: 1.^a, que las estrellas tienen una velocidad radial ligada con su período de evolución; 2.^a, que las nebulosas planetarias parecen un momento progresivo y avanzado de ese mismo período de evolución.

Sería peligroso y temerario dejarse llevar de hipótesis prematuras. El hecho, actualmente comprobado, es esa relación íntima entre el tipo

espectral y la velocidad radial; la causa se desconoce. De ser exacta la hipótesis de la evolución estelar, ligeramente descrita, que todas las observaciones parecen comprobar, resultará que las estrellas, al nacer, tienen una velocidad radial nula ó muy pequeña, y que esa velocidad va creciendo á medida que avanza en su desarrollo. Salvo la duración, vendrían á ser las estrellas como la humanidad; al nacer necesita un período más ó menos largo para aprender á andar; al crecer, hasta la edad adulta, se corre cada vez con más energía y velocidad.

La segunda consecuencia es todavía más inesperada. La correlación de velocidades con la evolución nos lleva á considerar las nebulosas planetarias como el final de las estrellas. Y aquí surgen de nuevo, y por otro camino completamente distinto, las mismas preguntas que antes hemos formulado al tratar ligeramente de las estrellas nuevas. ¿Nacen las estrellas de las nebulosas, ó son éstas el término de aquéllas? ¿Se cumple en estos astros la sentencia bíblica de nacer del polvo nebular y convertirse en polvo nebular otra vez? Quede la cuestión para ser resuelta con más copiosos datos, pero conste que por dos hechos bien establecidos se llega á la misma conclusión.

XVI.

El estudio de todos los movimientos estelares conocidos—movimientos radiales y movimientos angulares—ha dado también un resultado imprevisto de todo punto, contrario á las hipótesis admitidas, recibido con incredulidad primeramente y hoy admitido como cosa indudable y comprobada; ese resultado es la existencia de dos grandes corrientes de estrellas, que marchan independientemente en el espacio sin límites. Procediendo por analogía, se había afirmado que las estrellas formaban un sistema semejante al solar, de proporciones inmensamente mayores. Se había ideado un sol central; se había calculado su posición aproximada (cerca de Alcyon, en las Pléyadas), y se hacía girar á las estrellas y al sol en torno de ese nuevo sol central, como giran los planetas en el sistema solar. Era una idea grandiosa por lo sencilla, que puede verse admitida y desarrollada en trabajos recientes y fundamentales.

Pero esa hipótesis ha fracasado ruidosamente. Los avances de los últimos años revelan que las estrellas marchan en dos direcciones completamente distintas dentro del plano galáctico. Son dos corrientes

autónomas, independientes, formadas de estrellas que obedecen á impulso distinto. La apariencia es como si dos grandes agrupaciones de estrellas, inmensas, incalculables, de origen distinto, pasasen una á través de otra. Las estrellas aquí semejan muchedumbre de gentes de una inmensa urbe que cruzan una gran plaza, de muchísima circulación, en dos direcciones distintas; las personas se mezclan, se entrecruzan, pero cada una sigue su rumbo sin estorbar al de la otra corriente. ¿Ocurrirá algo semejante con las estrellas? ¿Cómo armonizar esto con las leyes de la gravitación?

Las dos corrientes generales se designan por los números I y II; la primera comprende próximamente el 60 por 100 de las estrellas estudiadas y se dirigen aparentemente á un punto del cielo, de 94° AR y $+12$ de declinación; la segunda, menos copiosa, se dirige á un punto de coordenadas aproximadas, 274° AR y -12 ; el movimiento relativo de una corriente respecto de la otra es de unos 40 km. por segundo.

Apenas esbozada, de una manera definitiva, la existencia de esas dos grandes direcciones generales de movimiento, ha nacido una tercera mucho menos importante, pues comprende reducido número de estrellas y con pequeñas velocidades; esa corriente afecta, principalmente, á las estrellas del tipo B, á las más jóvenes en su formación que, como ya hemos visto, son las que tienen menor movimiento radial. Por esa causa la determinación ha sido poco precisa, lo suficiente para dejar establecido que esas estrellas no obedecen á las dos corrientes generales I y II primeramente descubiertas.

La existencia de esa tercera corriente sugiere nuevas dudas y futuros problemas. ¿Existirán nuevas corrientes estelares? ¿Habrà alguna relación entre esas corrientes y los tipos espectrales? ¿Provendrá todo ese maravilloso sistema estelar de una inmensa nebulosa que lo llenaba todo y que afectó la forma espiral, con dos brazos principales que originaron las dos grandes corrientes estelares, y con ramificaciones secundarias que produjeron otras de menos importancia? La abundancia y la gran extensión de nebulosas de forma espiral parece prestar apoyo á esta hipótesis. Pero no insistiremos en ella; ya hemos dicho que queremos huir todo lo posible de hipótesis y concretarnos á hechos de observación y de experiencia.

Esa idea de un espacio lleno de materia nebulosa, que ha ido condensándose para formar astros, está profundamente arraigada en el espíritu y nos lleva á otra cuestión interesantísima; esta cuestión constituye también un problema actual de la Astrofísica, el de la cons-

titución de los espacios interestelares. Esos espacios, ¿están absolutamente privados de toda materia? ¿Existe en ellos el vacío absoluto, como se viene suponiendo durante tanto tiempo? ¿Es posible, acaso, que esos espacios, llenos primitivamente de materia nebular, hayan quedado sin materia de ninguna clase?

He aquí un problema que parecía de imposible resolución experimental y que se halla planteado experimentalmente en el momento actual. Es interesantísimo y debemos indicarlo brevemente.

Kapteyn pensó que si en los espacios estelares existe algún medio cósmico, por muy transparente y por muy tenue que sea debe ejercer una absorción y una difusión de luz. Por consecuencia de esto, si tomamos dos estrellas del mismo tipo espectral colocadas á distancias muy diferentes, el espectro de la más lejana debê ofrecer una disminución de intensidad relativa en la región más refrangible. Con esta idea Kapteyn procedió á estudiar espectros de estrellas, relacionándolos con los movimientos propios y con las paralajes conocidas, y halló comprobadas sus previsiones. Dos estrellas típicas para este estudio fueron α *Bootis* y α *Casiopea*; la segunda ofrece una coloración violeta más intensa que la primera, su movimiento propio es cuatro veces mayor, lo cual indica una mayor proximidad. Continuó su genial investigación, y partiendo de 1.433 estrellas de tipos espectrales bien conocidos, las relacionó con los movimientos propios, con sus magnitudes óptica y fotográfica, con las paralajes, cuando eran conocidas, etc., etc., é intentó calcular el coeficiente de absorción de ese medio interestelar para las distintas regiones del cielo y para los distintos tipos estelares. Los resultados son inciertos; hacen falta más datos para pronunciar fallo definitivo sobre esta materia interesantísima; por el momento puede afirmarse que las geniales investigaciones de Kapteyn constituyen un firme apoyo á favor de la existencia de un medio interestelar en los espacios, que antes suponíamos vacíos ó poblados de éter hipotético.

Otro hecho reciente viene en apoyo de esta hipótesis. Si en los espacios existe un medio capaz de absorber la luz, ese medio debe producir también una dispersión, ó sea un cambio de velocidad en los rayos de distinta longitud de onda. Guiado por esta idea, Normand estudió el máximo de algunas estrellas variables á través de filtros de distintos colores; usó principalmente un filtro rosa, que deja pasar la luz de longitud de onda 6.800 U. I., otro verde de 5.100 y un tercero azul de 4.300. El máximo es un fenómeno físico que se produce en el mismo momento para las radiaciones de todas las longitudes; si existe

algún medio refringente, el máximo debe retrasarse para los rayos de longitud más refrangible y así lo demostró la experiencia.

En la estrella Algol, por ejemplo, entre el máximo observado con el vidrio rosa y el observado con el cristal verde transcurren unos 9^m; entre el observado con el verde y el azul pasan próximamente 7^m. ¿Cómo explicar este retardo sin la existencia de un medio interestelar?

Y si un día llegamos á determinar el poder refringente y á medir el retardo por segundo para las radiaciones extremas del espectro, ¿no dispondremos de un medio indirecto, seguro y fecundísimo para determinar la distancia de las más apartadas estrellas? ¿Será este medio indirecto el que nos compense de las dificultades y fracasos que ofrecen los métodos de hallar la paralaje estelar?

Nadie puede actualmente contestar á éstas y á otras muchas preguntas que sugieren los hechos; dejémoslas para que el tiempo y el progreso científico las contesten; para nuestro propósito de señalar los problemas actuales de la Astrofísica en su importancia relativa basta lo consignado; ello permite vislumbrar que este problema de la constitución de los espacios estelares es uno de los más complejos y que quizás nos reserve nuevas sorpresas.

Existen otros muchos problemas actuales de la Astrofísica, referentes, por ejemplo, á los sistemas binarios y múltiples con la determinación de masas, densidades, órbitas, etc., etc.; á las nebulosas y cometas; á las porciones más sombrías que se advierten en determinadas regiones del espacio como si fuesen nebulosas oscuras; á las varias cuestiones de física planetaria, tan interesantes en muchos aspectos....., pero hemos de dejarlas á un lado, porque es forzoso acabar de alguna manera este discurso.

*
* *

Toscamente, pesadamente, abusando de vuestra benevolencia, he mencionado algunos de los problemas actuales de la Astrofísica; quizá no sean los fundamentales ni los más interesantes; seguramente, al exponerlos me ha faltado el arte y la amenidad que hacen atractivos los asuntos más abstrusos, pero á pesar de estos defectos y de esta pobreza mía en la exposición, creo haber puesto de relieve estos hechos: el carácter cooperador y expansivo de las investigaciones astrofísicas; la magnitud, complejidad y, en cierto modo, universalidad de las cuestiones planteadas que afectan á varias Ciencias; la relativa

facilidad actual para tomar parte en algunas de estas investigaciones y la participación valiosa que en ellas toma nuestra patria, contra lo que suele creerse y decirse. Hacer constar todo esto era mi propósito, y una vez realizado termino con dos ruegos: el primero se dirige á la juventud estudiosa, para que busque en el campo de la investigación Astrofísica nuevas verdades y, con ello, días de gloria y goces inefables del espíritu; el segundo se dirige á todos vosotros, para que busquéis en vuestra benevolencia ilimitada disculpa y perdón á las faltas de este largo y desordenado trabajo.

HE DICHO.

SECCIÓN 3.^a, CIENCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

LOS COMPLEJOS MINERALES

DISCURSO INAUGURAL

POR

D. JOSE RODRÍGUEZ MOURELO

CATEDRÁTICO DE LAS ESCUELAS DE ARTES É INDUSTRIAS;
DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS.

Acatando la buena costumbre que la SOCIEDAD ESPAÑOLA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS tiene establecida de inaugurar los trabajos de cada una de las Secciones, en los Congresos que periódicamente celebra, con disertaciones propias de las materias que aquéllas comprenden, voy á tratar de cumplir esta especie de precepto de la mejor manera que me sea dado. Muchas son las cuestiones—y todas de sumo interés—que se ofrecen al estudio en el momento actual de la evolución de la Química, y tienen singular atractivo las comprendidas en esta rama tan fecunda de la Química Física, á la hora presente ya emancipada, formando una Ciencia aparte, con sus métodos y sus doctrinas generales. Pudiera acaso ser tratado alguno de estos intensos problemas de interpretación de los hechos, ó buscar las aplicaciones de las modernas teorías de la Física y de la Mecánica en el campo de la Química pura, abarcando las cuestiones referentes á la constitución íntima de los agregados atómicos, mirándola con un criterio derivado del moderno principio de la relatividad ó de la famosa hipótesis de los *quanta* de energía, para de ello, y con la ayuda de otros principios y de otras doctrinas, venir á parar en los fundamentales de la Química Matemática. Sería esto, á la verdad, muy nuevo, y ninguna otra cosa sobrepujaría su importancia; pero acaso fuese prematuro aventurarse en el camino de ciertas conjeturas, que si andando el tiempo serán in-

dudablemente doctrinas muy corrientes y por todos admitidas, dentro de la ciencia química, júzgoles, en este momento, quizá un tanto atrevidas y todavía poco seguras.

Menos general sin duda, más concreto ciertamente; pero de notoria importancia y actualidad, es el asunto que me propongo tratar, referente á las combinaciones llamadas complejos, limitándome á los minerales. Cúmpleme señalar, desde el principio, la parte que en esta elección de asunto ha tenido el excelente y original libro que acerca de la Química de los complejos ha publicado, hace poco tiempo, mi buen amigo, el profesor de la Sorbona, Mr. Jorge Urbain. Su admirable y sistemático Tratado ha constituido para mí un verdadero manantial de la inspiración que había menester y una mina de datos y de ideas, que he explotado grandemente, procurando, sin embargo, añadirle algo de la propia cosecha y de criterio personal, ya que no sea posible agregar grandes experimentos.

Bueno será notar primeramente cómo, merced á los admirables trabajos experimentales y á las doctrinas que derivadas de ellos ha establecido el profesor Adolfo Werner, de Zurich, la noción de complejo no sólo se ha precisado y generalizado, sino que, al tratar de darse cuenta de la constitución de semejantes agregados, nació la idea fecunda de las combinaciones dichas moleculares, y la doctrina de la valencia química ha experimentado hondas modificaciones, con lo que el propio Werner ha llamado números de coordinación. Por eso ya tiene la Química de los complejos su teoría general y su sistemática, establecidas fundamentalmente. Debe aceptarse, en mi sentir, como buena y general esta definición de complejo, que pone Urbain en el principio del prólogo de su libro, diciendo que «todo compuesto químico cuya fórmula contiene gran número de átomos, merece el nombre de complejo». Y añade el propio autor que conforme á su definición, son, en rigor, complejos casi todas ó todas las combinaciones, menos los elementos, y si acaso las binarias. Se comprende cómo en tal sentido la Química Orgánica es la ciencia por excelencia de los complejos.

Nunca se consideran éstos con un sentido de tan gran generalidad, y aun su propio estudio y las teorías que lleva aparejadas se restringen sobremanera, limitando la denominación de complejos á especiales agregados que, además de reunir en su molécula diferentes y numerosos elementos, su agrupación tiene determinados caracteres. Por de pronto, deben reunir la condición de ser y manifestarse electrólitos y de ser, ó bien sales dobles, ó bien como resultado de la unión íntima de

grupos formados de sales simples y de cualesquiera moléculas ó iones á ellas combinados. De esta forma, aunque no con la misma expresión, ni con tanta generalidad, consideraron los complejos los primeros químicos que á su descubrimiento y estudio se consagraron, informados por el criterio dualista, á la sazón predominante en la Ciencia. Y es cosa bien curiosa el notar que en la actualidad, particularmente si se aceptan las teorías que para los complejos se hacen derivar de la doctrina iónica, y aun las mismas de la coordinación de Werner, al dualismo puede tornarse, aunque revista la nueva concepción otra forma y se halle tan distante del primitivo como pueden estarlo los actuales conceptos de la electroafinidad de la teoría electroquímica de Berzelius, siquiera sean el fundamento de los actuales.

Consideradas en conjunto las combinaciones que en este sentido restringido se llaman complejos, y que son numerosas y variadas, sin hacer, por de pronto, distinciones entre ellas, resulta que ha logrado constituirse, relativamente en poco tiempo, una Química especial, que participa, á la vez, de los caracteres de la Química que pudiéramos denominar clásica, con todas las dificultades técnicas inherentes á la preparación de sustancias complicadas, poco estables muchas y otras sujetas á cambios y transformaciones curiosísimas, y conforma, á maravilla, con los novísimos conceptos de la afinidad y los principios de la Química Física. Estos agregados especiales, en los cuales entran determinados metales, en particular el platino, el cobalto, el cromo ó el cobre, ahora llamados, con propiedad, combinaciones ammoniadas, y que son por ventura aquel lazo de unión que Wurtz buscaba para enlazar las combinaciones del carbono con las de los metales, y que en su Filosofía Química, tan justamente celebrada, afirmaba ser los organometálicos, en su tiempo harto poco conocidos, tienen una estructura singular, una suerte de movilidad interna que consiente que se produzcan isomerías y tautomerías, en todo análogas á las frecuentes en las combinaciones del carbono, y hasta el núcleo fundamental de su molécula se representa en el espacio por el octaedro de Werner, como el de las combinaciones orgánicas es el tetraedro de Le Bel y Van'T Hoff. Tenemos así que los complejos minerales propiamente dichos han servido para extender á la llamada Química Inorgánica las nociones de isomería y las de disimetría, ya que en ciertos complejos menester es considerar asimétrico, por ejemplo, al cobalto.

Otras particularidades, también muy notables, pudiera invocar para encarecer la importancia y la transcendencia del estudio sistemático de los complejos, y sobre todo las de aquellas doctrinas científicas á que

su estudio ha conducido; creo suficiente lo apuntado y que no sea menester indicar de momento nuevos argumentos. Poco á poco se ha ido formando, con el estudio de tan singulares agregados moleculares, un cuerpo de doctrina, cuando ya fué imprescindible darse buena cuenta de su constitución interna y de sus transformaciones, para fijar, de modo definitivo, en lo posible, el campo de existencia de cada clase ó grupo de complejos; pues los hay variadísimos, respondiendo su estabilidad y sus cambios á los equilibrios de los elementos que integran la molécula.

Desde que se concreta la definición de complejo á determinados sistemas y grupos formados por muchos átomos, que diríanse reunidos en torno de determinados y no muy numerosos metales, ya se limita algún tanto el estudio de tan interesantes cuerpos, que aparecen formando series bien establecidas y se dirige en el sentido de precisar sus propiedades características, determinar el campo de existencia de cada orden de complejos y poner en claro su constitución y estructura químicas, abarcando con todo ello, perfectamente enlazado, la doctrina completa de los complejos con todos sus problemas. Tal es, á la hora presente, el estado de esta interesantísima parte de la Química, llegada en su desarrollo á términos muy elevados, y en la cual si los más exquisitos procedimientos de la técnica experimental tienen su adecuado empleo, las doctrinas más elevadas y transcendentales de la Química Física hallan su más completa y peregrina aplicación.

*
* *

Preliminares y precedentes de nuestro actual saber respecto de los complejos minerales, los hay abundantes, tocante al descubrimiento de cuerpos y á interpretaciones teóricas de su estructura molecular; porque, en realidad, como tales complejos fueron siempre considerados aquellos cloroplatinatos y cloroplatinatos, que también se llamaron cloruros dobles; muchos compuestos amoniometálicos, y entre ellos las series de los que forman el cobalto; los ferro y ferricianuros y otros variados cuerpos, que reunían la condición de que algunos de sus componentes no eran revelados por sus reactivos químicos particulares, sin indagar mucho la causa de semejantes anomalías, que los asemejaban á las combinaciones copuladas de Berzelius, que el propio autor hubo de rechazar luego de pasada aquella época de vivísima y desconcertada polémica en que anduvo allá en los comienzos de la

teoría unitaria. Sucedió aquí lo propio que acontece en todas las ciencias experimentales. Fué el primer cuidado de los investigadores el de acumular hechos y descubrir muchos fenómenos, y sólo bastante después llega el momento de buscar sus analogías, de clasificarlos, representarlos é interpretarlos á derechas, indagando la ley general que los enlaza y reúne, y formulando, en términos precisos, la teoría que en determinado período sirve para darles explicación cumplida y satisfactoria.

En la historia de los complejos minerales se distinguen dos períodos ó fases distintas; corresponde la primera á los descubrimientos de cuerpos nuevos, fijándose de preferencia en los procedimientos de obtención y en la manera de distinguir unos de otros los distintos complejos, mediante caracteres y propiedades externas, y en particular notando cómo los componentes de tan singulares agregados no son reconocidos por sus reactivos ordinarios. Este fenómeno, tan singular, pero frecuente en cierto linaje de combinaciones, marcaba y señalaba un camino á las interpretaciones teóricas y desde luego permitía afirmar que en las combinaciones complejas primeramente aisladas, los elementos atómicos debían hallarse en otro estado de agrupación muy diferente del que tienen en otras moléculas más sencillas; pues en las complejas podía decirse que, de un modo más ó menos completo, determinado siempre por la estabilidad del complejo, habían perdido su individualidad, fundiéndola en la del conjunto molecular. Quizá impulsados los investigadores por esta misma rareza de ciertos compuestos de metales semejantes al cromo, en los que este cuerpo no era precipitable, ó sólo lo era en parte por sus reactivos específicos, ó manejando cloruros metálicos y sulfatos que no reaccionaban los primeros con el nitrato de plata y los segundos tampoco lo hacían con el cloruro de bario, se dieron á preparar series enteras de tan singulares substancias, la mayoría de ellas, allá en los comienzos de la Química de los complejos, constituídas por derivados amoniacales, de donde vino el tratar de considerarlas á modo de aminas ó derivados de aminas especiales, cuando no se apelaba á extender á tales compuestos la noción de combinaciones copuladas.

Quien recuerde los trabajos de Magnus acerca de los cloruros de platino, publicados en 1828 y 1829; los de Reiset, con el descubrimiento de las dos bases conocidas con su nombre y que juzgó como verdaderas bases alcalinas conteniendo platino, que vieron la luz en 1844; los de Gerhardt, también acerca de las bases platínicas, que son de 1850; los de Raewsky, un poco anteriores, y tantos otros que

pueden considerarse antecedente obligado de los metódicos estudios experimentales de Fremy acerca de los compuestos de cobalto, podrá convencerse del grandísimo interés que ya de tiempo atrás han despertado los complejos y de la manera cómo su doctrina ha evolucionado.

Fué el primer tiempo el correspondiente al acopio de datos, con escasa ó ninguna crítica; lo esencial era acumular cuerpos, cuando más seriarlos, atendiendo para ello á las distintas coloraciones de los términos de la serie, que se relacionaban con la composición, y así en los colores fundó Fremy la clasificación de los complejos de cobalto que descubriera y estudiara, y todos recordamos, por ejemplo, las sales róseo, purpúreo, lúteo y fusco cobálticas, correspondientes á otras tantas bases complejas. Claro está que este primer período se distingue y caracteriza por la fecundidad de los descubrimientos y por las perfecciones sucesivas de la técnica experimental, que produjo variedad de métodos de obtención, ahora grandemente utilizados, y que es menester no desdeñar, en cuanto son obligado é indispensable precedente de las actuales perfecciones y finuras, y lo que es todavía más importante, de las interpretaciones teóricas, que han permitido formar, á nuestra vista puede decirse y en este nuestro tiempo, la Química de los complejos.

Rarísimas veces, y sólo mediante un gran esfuerzo de voluntad, puede abstraerse el investigador experimental, que sólo en el puro hecho se pára, consagrándose exclusivamente á su indagación, rara vez digo, puede abstraerse á la interpretación de lo que le es dado descubrir, y su curiosidad por darse entera cuenta de los fenómenos esclarecidos ha de subir mucho de punto cuando se encuentre aislados cuerpos de tan singular carácter como los complejos, y así no se detendrá seguramente en reconocer aquellas propiedades que mejor señalan la individualidad de los nuevos cuerpos, siquiera de primera intención haya de fijarse en las de más bulto, sino que, movido por este soberano impulso de explicarse los fenómenos nuevos, ha de forjar hipótesis y tratar de esclarecer, aunque sea de manera rudimentaria y harto elemental, el mecanismo de la formación y la estructura interna de lo que ha descubierto, ya que en ello reside la causa de las propiedades de la substancia aislada. Predomina ciertamente, en los primeros tiempos, la parte solo experimental y el descubrimiento de nuevos hechos; pero, al mismo tiempo, viene el caracterizarlos, el clasificarlos, y en un respecto muy elemental y rudimentario, el interpretarlos. Esto explica por qué Fremy se preocupó tan princi-

palmente de buscar para los compuestos de cobalto, que descubriera y aislara, una clasificación y una nomenclatura.

Ganó con ello, y no poco, la Química de los complejos; pero siendo tanto y de tal calidad experimental lo hecho, todavía no era suficiente, en cuanto no había logrado hacer penetrar en la estructura de las moléculas nuevamente formadas. No tenían los fenómenos un carácter peculiar en cada caso y podía, sin forzar las cosas, admitirse que una misma, había de ser la constitución química de los complejos de platino, de cobalto y de cromo, que eran los mejor conocidos entonces y también los más numerosos; para las series del cobalto ya he dicho cómo el color era la base de la clasificación. Si preocupaba la explicación de los hechos, era sólo en cierto sentido; en lo que tenían, al parecer, de anómalos y extraños, si se juzgaba por todos suficiente el criterio dominante en la Química General para darse cuenta de ellos.

Según el pensar de la doctrina dualista, que el genio de Berzelius llevara con sin igual valentía al desarrollo de sus mayores esplendores, fueron, pues, considerados los complejos minerales. Imaginemos un cuerpo tal como el cloruro platínico, compuesto binario definido, á manera de núcleo; á él se une, de cierta manera y en determinadas condiciones, otro cuerpo binario de carácter básico, y el conjunto constituye el complejo, si se halla dotado de ciertas propiedades y de caracteres cuyo valor cuantitativo está determinado por la estabilidad del nuevo cuerpo. Forma el hidróxido de cobalto una ó varias combinaciones con el amoníaco, las cuales, á su vez, funcionan como bases amoniacales particulares, y en este concepto se unen á los ácidos y dan sales especiales, complejos, en fin, de muy diverso orden. Y lo propio acontece en los casos del hierro, del cromo, del cobre y de cuantos metales son susceptibles de constituir semejante linaje de combinaciones. Todo parecía realizarse mediante la unión singular de unas combinaciones binarias á otras del mismo orden; sólo y exclusivamente el carácter del enlace era lo que imprimía á los agregados moleculares resultantes la condición de complejos. Tal explicación, que en rigor no lo es, dimana de la teoría dualista y de su sentido más general; pero desde el punto en que se admite la condición de complejo como inherente al enlace de los términos binarios de la molécula, parecen tocarse los linderos de la ya famosa doctrina de Werner. Al cabo la hipótesis dualista es menester que sea tenida como su más obligado precedente.

Hace muy pocos años que comenzó la verdadera Química de los

complejos y ya se entiende que me refiero á la época de las doctrinas y de las teorías, y no tan concretamente á los métodos de obtención, ó al estudio particular de aquellas sus más individuales propiedades. Para establecerla fué necesario aplicar otras teorías y otras doctrinas de gran generalidad y particularmente conocer los caracteres de los electrólitos y de los iones complejos. No se abarcó de una vez el conjunto; tampoco se ha llegado todavía á una doctrina general, en cuanto la de Werner, que es la más extensa y racional, no se halla exenta de excepciones, ni es invulnerable á ciertas observaciones fundamentales; pero no es menos verdad que arrojó la luz á torrentes y esclareció difícilísimos problemas de la constitución de los complejos. Bastante había hecho Fremy en su tiempo y con su criterio, que era á la sazón el dominante en la Química, tocante al punto de la estructura de los complejos; pero bien será decir cómo las interpretaciones teóricas racionales de los fenómenos se inauguran con los merítísimos trabajos de Blomstrand, á los que siguen los no menos notables de Jörgensen, para alcanzar su coronamiento y más acabada expresión en las concepciones originales de Werner, que tienen un carácter verdaderamente general y abarcan por entero el conjunto del problema. Vale decir, que en todo ello han influido, de modo directo, los progresos y el criterio de la Química Orgánica y, al propio tiempo, las doctrinas de la Química Física.

*
* *
*

Tienen por fundamento las clasificaciones actuales de los complejos los que pudiéramos llamar campos de existencia de cada uno de ellos ó de cada grupo, si hablamos de modo más general, y la sujeción química de los elementos integrantes del sistema, que también tiene su campo; lo cual significa que los equilibrios químicos de los componentes son los que, en definitiva, regulan la existencia de los tales complejos; pero como estos equilibrios pueden moverse entre límites variables, que no son cosa inerte y quieta, resulta que los sistemas complejos han de distinguirse y diferenciarse precisamente atendiendo á las condiciones de su existencia ó á los límites de ella, en cuanto la extensión del campo y la sujeción química inherente son asimismo variables para cada una de las agrupaciones moleculares.

Insistiendo un punto acerca de las ideas apuntadas, hay que pensar cómo todo agregado molecular sólo existe fijo en condiciones especialísimas; su equilibrio se mueve en uno ú otro sentido, dentro de

límites más ó menos extensos; pero se mueve y cambia pasando de uno á otro estado, de donde resulta que, en realidad, un agregado molecular ha de coexistir con los productos de su desintegración, y cuando las proporciones de éstos son insignificantes ó inapreciables es cuando afirmamos la estabilidad de un sistema, considerando como tal y sujeto, por lo tanto, á continuos cambios, á las especies químicas definidas, sólo que en ellas el campo de existencia aparece más extenso, por ser más lenta y poco perceptible su evolución y sus transformaciones; de donde resulta y se deduce que la misma ley de las proporciones definidas debe considerarse, al igual de las otras tenidas por fundamentales, como una ley límite. Hay, sin embargo, dentro de la molécula una energía que me atreveré á llamar de enlace y que se manifiesta como una resistencia al cambio, particularmente en los linderos del campo de la existencia del sistema; tiene también su valor positivo y variable, se opone de continuo á las causas modificadoras externas é impide, hasta cierto punto, la disgregación cuyos gérmenes lleva en sí mismo el sistema desde el momento en que ha sido formado; es la sujeción química, relacionada también con la fuerza de los enlaces atómicos.

Una idea más es menester recordar aquí, porque sirve de apoyo á las doctrinas establecidas acerca de la constitución de los complejos. En un sentido muy general, todos los cuerpos así llamados pueden ser considerados sistemas metastables y en los grados de la metastabilidad fúndase su clasificación y á ellos obedece su evolución. Algunas veces—y los complejos del platino son de ello excelente ejemplo—las modificaciones internas del agregado molecular se llevan á cabo con extremada lentitud; otras, en cambio, son más rápidas, conforme acontece en los ácidos cromo-polisulfúricos de Recoura, cuya descomposición espontánea he observado repetidas veces; pero siempre se realiza, y todo complejo es asiento de continuas transformaciones, debidas, sin duda, á la misma y peculiar estructura de su molécula y á su propia generación, circunstancia que es menester tener muy en cuenta y que, á mi ver, no ha sido considerada lo bastante ni en toda su generalidad y sentido.

Júntanse á estas ideas generales, indispensables para la teoría de los complejos, otras ideas asimismo importantes y que más de cerca tocan á su constitución. En primer término, se puede afirmar que todo complejo tiene como característica el ser una combinación molecular; su estructura resulta de la agregación de moléculas más sencillas. Basta esto sólo para explicar aquellas anomalías, desde antiguo ad-

vertidas, de no poder caracterizar ni descubrir los metales contenidos en los complejos mediante sus reactivos particulares de más sensibilidad, pues no están como tales metales, sino formando combinaciones especiales, moléculas incompletas, más ó menos disociadas, pero integradas con algunas otras y también iones, y el conjunto no se caracteriza analíticamente como un metal en una combinación atómica. Por eso sin duda, se admitía la existencia de tantos radicales compuestos en los complejos minerales. Esto mismo confirma, de modo completo, la idea de considerarlos como verdaderas especies metastables. Ahora sabemos que los metales de los cuerpos que se estudian hállanse en el estado particular y pueden ser acaso iones complejos, de muchas maneras desintegrables.

Vale decir que siendo inherente á los complejos esta condición de no revelarse sus componentes por los reactivos analíticos propios de cada uno de ellos, el hecho, examinado desde el punto de vista cuantitativo, tiene varios y diferentes grados. En general, se dice que cuando un metal no precipita mediante su reactivo está disimulado; pero esta disimulación puede ser total ó parcial y depende de variadas causas, como la naturaleza del metal contenido en el complejo, la de los iones negativos y la propia molécula disimulada. Nunca debe olvidarse la condición de iones simples ó complejos que pueden revestir los componentes del complejo y que éste es una asociación molecular de muy variable estabilidad, dependiente tanto de acciones externas al sistema como de sus propias é internas modificaciones. De las primeras tiene particular importancia la hidrólisis y de las segundas es de notar la desintegración debida á la metastabilidad del agregado molecular y á sus internos cambios, que no suelen ser muy estables los complicados. Por lo general, el disimulo de los metales está relacionado con los grados que alcanza la disociación electrolítica de las sales complejas, cuyos componentes no suelen tener los mismos caracteres que en las sales sencillas tienen.

Limitando ya el concepto de los complejos minerales y reduciéndolo á términos concretos, han de notarse, en primer lugar, ciertas delimitaciones de grupos, bastante bien deslindadas, que marcan la evolución de las asociaciones de moléculas formando un conjunto de estructura y de constitución nada sencilla, reconocible precisamente por aquel disimulo y como ocultación total ó parcial de los más importantes elementos constitutivos del sistema. Hay aquí una suerte de gradación, consecuencia de la mayor ó menor energía de los enlaces moleculares, la cual sirve de base á estas divisiones que es menester es-

tablecer de los complejos, no de manera arbitraria ó artificiosa, sino por el contrario, atendiendo á la misma estructura de las agrupaciones, deducida de sus cualidades particulares y específicas. Tiene, por lo tanto, la división de que se trata un sentido perfecto de realidad y un carácter en cierto modo cuantitativo, al propio tiempo que marca los puntos singulares del desarrollo de los complejos, revelado por sus mismas propiedades tanto como por la manera de formarse cada sistema general.

Ya se observa en las combinaciones ordinarias que, á medida que su complicación crece, pierden individualidad sus elementos constituyentes, y á la par, si los enlaces se complican, disminuye también la estabilidad del sistema; tal acontece en las combinaciones orgánicas. En general, la estabilidad del equilibrio se relaciona con la sencillez de la molécula y con la de los enlaces de los átomos que la integran. Pero en no pocos casos las agrupaciones atómicas manifiestan bien á las claras tendencias á transformarse en combinaciones moleculares, lo cual se explica por la relativa facilidad de ciertos iones sencillos para formar iones complejos, que son naturalmente menos estables que los primeros. Representan, al cabo, enlaces parecidos á los del carbono consigo mismo ó, por lo menos, en cierto sentido, á ellos pueden ser asimilados. Un comienzo de la generación de estos agregados son las sales dobles, semejantes á los alumbres, á ciertos aluminatos, á los silicatos y á los compuestos denominados espinelas. La Naturaleza presenta ya formados y constituyen especies mineralógicas bien determinadas, muchos de estos cuerpos cuya estabilidad es en algunos considerable, mientras que otros son desdoblables en sus componentes por la sola acción del agua, siendo uno de ellos soluble.

Muy atrevido sería ciertamente llamar complejos, en el más estricto sentido de este concepto, á las sales dobles, que son al cabo compuestos aditivos de muy variada estabilidad; pero no es menos cierto que constituyen á modo del primer término de la evolución que conduce á los llamados, con gran propiedad, complejos perfectos; el tránsito entre ambos términos está representado por las agrupaciones que constituyen los complejos imperfectos. Y he aquí indicadas las tres especies de agregados moleculares que es menester considerar en sus cualidades generales: sales dobles, complejos imperfectos y complejos perfectos, cuyas diferencias residen en la energía de los enlaces de los sistemas componentes, ó de una manera más amplia, en el valor numérico de la energía que mantiene unidas las diversas moléculas que forman el complejo, de la cual depende, al cabo, la estabilidad de los

iones, también á veces complejos, que en la citada molécula haya ó de ella misma puedan formarse.

Antes de nada he de advertir cómo á las sales dobles conviene una representación dualista más bien que unitaria, y esto se ve muy claramente cuando se trata de representar y darse cuenta de la constitución y estructura molecular de muchos silicatos dobles y múltiples, anhídros ó hidratados, que se encuentran nativos, ya aislados, ya como parte integrante de algunas rocas. Por este lado aparecen ciertas semejanzas entre las sales dobles y los complejos, y aún se acentúan si consideramos que en no pocos casos la sal doble es un último producto de la degradación de un complejo perfecto. Y si agregamos la facilidad con la que, en general, sienten las sales dobles las influencias externas, que son parte á modificarlas grandemente y aun á destruirlas en sus elementos originarios, la semejanza sube de punto. Detiénesese aquí, no obstante, y aparecen las diferencias bien marcadas y que residen, en último término, en los campos de existencia de las dos agrupaciones, tocante á su extensión y á su valor; está, pues, la diferencia en el equilibrio móvil del sistema en ambos casos, que implica mayor ó menor facilidad para los cambios debidos á influencias y causas externas al sistema en unos y á la de los catalizadores en el de los más estables y dotados de cierta permanencia. En general, la naturaleza y la extensión de sus respectivos campos de existencia es lo que distingue, unos de otros, los grupos de complejos minerales que quedan establecidos.

No hay que esforzarse gran cosa para ver las diferencias, verdaderamente esenciales, existentes, por ejemplo, entre la glauberita, que es una sal doble, y cualquiera de las numerosas platamminas, que son de los complejos perfectos mejor determinados y, sin embargo, por muy lejano que pueda parecer, existe como un cierto principio rudimentario de semejanza en el modo de estar constituídos los dos sistemas, y es la estructura en ellos reconocida, en particular desde que la teoría de Werner ha esclarecido su constitución. Distingue á las sales dobles la movilidad de su equilibrio molecular, en cuya virtud son sensibles á todas las acciones modificadoras externas y, además, sus metales no están disimulados, acaso por esta misma movilidad. Supongamos el caso de la glauberita típica; el sistema que la constituye hállase formado por el yeso ó sulfato de calcio hidratado, con dos moléculas de agua, y el sulfato de sodio, también hidratado y con diez moléculas de agua. Sabemos que basta la acción disolvente del agua para escindir este cuerpo en las dos sales originarias, como es sufi-

ciente disolver el yeso en una disolución de sulfato de sodio á temperatura baja para generar la glauberita. Pero del campo de existencia de la sal doble no juzgamos solamente por este hecho; el hidrato del sulfato de sodio pierde espontáneamente su agua y se transforma en el sulfato anhidro, que es la tenardita, y el yeso también pierde el agua en condiciones análogas para transformarse en anhidrita, y así tenemos que en el sistema de la glauberita pueden coincidir el cuerpo en su integridad con los productos de sus espontáneas alteraciones en proporciones muy variables.

Bien se entiende cómo, á partir de estos agregados tan delezna- bles, cuyo campo de existencia es harto precario, hasta los complejos perfectos, de los cuales son el más completo ejemplo las numerosas series de los que forma el platino, hay una gran serie de estados inter- medios, de complejos que se caracterizan por las relativas extensiones de los límites de sus campos de existencia, agregados dotados de equi- librios menos movibles que las sales dobles y que, por lo mismo, pre- sentan sus iones en diversos y variados estados de disimulo, sin que jamás llegue á ser total ó absoluto. Su número es considerable y entre ellos se incluyen los complejos hidratados del cromo, á cuya catego- ría pertenecen los ácidos cromopolisulfúricos de Recoura.

Ocúrreme á este propósito señalar, tomándolos como ejemplo, las características de los complejos imperfectos. Se obtienen estos singu- lares sistemas partiendo del sulfato verde de cromo, que en cierto res- pecto es, á su vez, un complejo imperfecto, y del ácido sulfúrico en proporciones distintas, según los cuerpos que hayan de resultar. Actuando ambos cuerpos durante cierto tiempo y en variadas condi- ciones de temperatura, resultan los complejos de que se trata. La esci- sión de su molécula es espontánea y se efectúa al poco tiempo, no tomando al momento ciertas precauciones que aseguren, entre no muy apartados límites, su estabilidad. En semejantes compuestos el cromo y el ácido sulfúrico están disimulados al añadir sus reactivos; pero éstos, actuando acaso como catalizadores, son parte á destruir el equi- librio del complejo, porque dejando en contacto durante un poco de tiempo, no bien determinado, el cloruro de bario con cualesquiera de los citados ácidos policromosulfúricos, se produce el característico pre- cipitado de sulfato de bario.

Conviene notar que estos singulares ácidos se destruyen, produ- ciendo precipitados de color blanco verdoso ó blanco amarillento, con la mayor parte de las sales metálicas ordinarias. En un trabajo que ha realizado en mi laboratorio hace algunos años el profesor Martí-

nez Strong, tratando de inquirir la naturaleza de los famosos complejos de Recoura, logró demostrar mediante experimentos que se trata de coloides negativos sobre los cuales ejercen en frío su acción coagulante las sales metálicas, incluso las de potasio y las de sodio. Entran asimismo en la categoría de complejos imperfectos los de cromo en general, y con ellos se relacionan íntimamente problemas de tanta importancia, desde el punto de vista general de la Química Física, como las coloraciones de las sales de cromo y su hidrólisis. Aquí es menester citar el estudio de los cloruros crómicos y de sus disoluciones en primer término, y de no menor interés é importancia son los grados que alcanza el disimulo de los radicales en estos complejos imperfectos. También es de notar en ello la tautomería en cuanto la cantidad de cromo precipitado es función del reactivo empleado, lo cual induce á pensar si se trata de cuerpos de composición diferente; los experimentos de Weinland y Koch, los anteriores de Peligot y Wyruboff y los de Werner relativos á la tautomería de los productos de transformación de tal cuerpo, son concluyentes y bastan para establecer un lazo de unión entre la Química Mineral y la Química Orgánica, tanto más fuerte cuanto el caso no es único, conforme no lo son tampoco otras isomerías en los complejos observadas.

Podemos sin violencia admitir que la evolución de estos agregados moleculares, tan especiales por su constitución y por el conjunto de sus propiedades físicas y químicas, que nos la revelan, tiene su mayor desarrollo y su plenitud en los complejos perfectos, de los que son tipos las copiosas series de los del platino y del cobalto, con todo el cortejo de sus innúmeros derivados, sistemas finales y no transitorios, caracterizados por el total disimulo de aquellos radicales metálicos que forman el núcleo de su molécula; en ellos no aparecen los metales simples, ni es posible caracterizarlos por medio alguno químico, como que han perdido, al contraer las alianzas moleculares que forman el complejo, su individualidad, para fundirse con otro ión simple y constituir un ión complicado, de la propia manera que una, dos ó tres valencias del carbono se saturan y satisfacen en las combinaciones orgánicas con igual número de valencias de otro carbono, creando de esta forma enlaces sencillos, dobles ó triples, tanto más débiles cuanto son más complicados.

Definense estos complejos perfectos como sistemas metastables, susceptibles de cambios, evoluciones y transformaciones variadas; pero siempre más lentas y menos notorias que las peculiares de los otros complejos; por lo tanto, es más considerable su campo de exis-

tencia y forman á modo de núcleos, de los cuales derivan compuestos salinos definidos. En rigor, atendiendo á la definición, el amoniaco es un complejo perfecto de cuya molécula ningún reactivo se conoce capaz de caracterizar el hidrógeno y el nitrógeno, que son sus constituyentes; reúne, además, la condición de ser estable dentro de un campo dilatado, y la circunstancia de ser la base y punto de origen de numerosísimas series de derivados de todo linaje, y precisamente origina no pocos del platino y del cobalto, que son, conforme llevo indicado, los tipos de los complejos perfectos y los modelos verdaderos de estas combinaciones moleculares. Precisamente la formación de los complejos tiene como punto de partida la unión de moléculas de amoniaco con moléculas de metales pesados, y no es otro el origen de los cuerpos antaño llamados amonioplatínicos y amoniocobálticos.

Quien intentara establecer límites fijos y determinados de una manera definitiva, no sólo entre los complejos imperfectos y los perfectos, sino á éstos mismos, considerándolos todos de igual grado de perfección y cosa permanente en tal sentido, padecería gravísimo error. Estos límites y estos grados no son en absoluto inherentes á la constitución y á la estructura molecular de tales agregados moleculares, ni por entero dependen tampoco de las causas y acciones externas al sistema y capaces de actuar sobre el mismo. La estabilidad, y por lo tanto el campo de existencia, está condicionado en cada caso por una relación determinada, no apreciable siempre, entre lo interno y lo externo, es decir, entre la movilidad del equilibrio del sistema y la acción externa que ha de perturbarla, desintegrando total ó parcialmente la molécula del complejo. Cuanto á las maneras de llevarla á término, también son variables y dependen de distintas causas y hasta del modo de efectuar el cambio. Tocante á estos puntos son de notar las acciones hidrolíticas y las de los catalizadores.

*
* *

Encierra una gran riqueza de hechos el contenido de la Química de los complejos, y los minerales han sido estudiados en sus últimos pormenores, bien que, hasta hace muy poco tiempo, con el afán casi exclusivo de acumular hechos y aumentar el número, ya muy considerable de los complejos conocidos, especialmente en las series del platino, del cobalto, del cromo, del hierro y del cobre, estableciendo métodos para obtenerlos; pero sin tratar de formular doctrinas funda-

mentales acerca de su constitución, ni parar mientes en la estructura y en la representación de semejantes combinaciones. El período de estas representaciones, que tienen un positivo valor, y de estas teorías que lograron ya, aun siendo modernísimas, establecer una hermosa doctrina de los complejos, es el actual, fecundo en experimentos y en aplicaciones de las leyes mejor establecidas de la Química Física para explicarlos. Al propio tiempo se han ensanchado los dominios de la Química Mineral, se modificaron los conceptos de la valencia y fueron esclarecidos puntos de suma transcendencia en lo que respecta á la suprema unidad de nuestra Ciencia. Cabe al ilustre profesor de Zurich, Adolfo Werner, la mayor parte de la gloria de este novísimo desarrollo de la Química de los complejos, y justo fué el homenaje que por ello ha recibido.

Relatando las doctrinas que acerca de la constitución de los complejos se han establecido, pone el profesor Urbain en el elevado lugar que les corresponde los trabajos de Blomstrand y de Jørgensen, que son el precedente más inmediato de los meritísimos de Werner, y con razón afirma que fué el primero el fundador de la teoría de los cuerpos que nos ocupan, mediante la feliz aplicación de los métodos y de los criterios que en la Química de los compuestos de carbono tan excelentes resultados habían producido. Era pasada la época primera de la acumulación de datos; las series de complejos de toda clase estaban bien nutridas de cuerpos; los métodos de obtenerlos, siempre delicados y nada sencillos, habían llegado á la plenitud de su desarrollo y de sus perfecciones, y se estaba ya en el momento preciso de tratar de interpretar todo aquel gran conjunto de hechos semejantes, averiguando la constitución molecular de los complejos, traduciéndola en fórmulas que necesariamente habían de tener un valor real y no limitarse á meras representaciones de composición ó de caprichosas agrupaciones y clasificarlos de una manera racional, atendiendo de preferencia á las propiedades y transformaciones de los complejos, explicando este total ó parcial disimulo de sus elementos, que los caracteriza.

Fué la consideración de las valencias principales y secundarias del nitrógeno el punto de partida de los comienzos de la teoría, admitiendo que el encadenamiento de las moléculas de amoníaco en las sales minerales complejas, que siguiendo la nomenclatura de Werner, generalmente admitida, llamaremos ammoníadas, se hace por las valencias dichas secundarias, que en el nitrógeno son dos. Pensando de esta manera, resulta que las fórmulas correspondientes se asemejan á

las cadenas de las orgánicas; pero con la condición de que no puede haber en los extremos de ellas moléculas de amoníaco, admitiendo todas las substituciones posibles los radicales que ocupan las dichas posiciones extremas y, en sentir de Blomstrand, el platino, el cobalto, el cromo y los otros metales á ellos semejantes en lo de formar complejos y que son muy poco electropositivos, tienen aptitud singular para semejantes susbtituciones. Esta fué la primera idea teórica y el primer intento de asimilar la constitución de los complejos á la de las moléculas orgánicas, sirviendo de apoyo á la conjetura una cosa tan fundamental en la Química como es la noción de la valencia.

Sin embargo de su grandísimo alcance, resultaba insuficiente y limitado este primer concepto, y de él solo quedó lo fundamental, porque el punto de partida de las doctrinas que luego vinieron con mayor generalidad, es siempre la valencia y la aplicación, ó mejor diríamos, extensión de las doctrinas de la Química Orgánica á la Química de los complejos. Examinando precisamente Jörgensen ciertas series de sales cobálticas complejas—lúteo, róseo y purpúreo—y los derivados clorados de algunas de ellas, con intento de darse cuenta de la variación de los grados de disimulación del cloro, hubo de demostrar que en las sales de cloropurpúreo el cloro hállase unido inmediatamente al metal pesado; y he aquí otro punto de partida verdaderamente substancial, que permitió modificar las representaciones de los complejos y establecer un sistema de notaciones y de fórmulas bastante importante y de extremada sencillez; el artificio era ingenioso en grado sumo y satisfizo la necesidad en un determinado momento; pero no era general y resultó una hipótesis útil, más limitada y, aunque fundada en hechos ciertos y muy bien observados, tenía carácter provisional y no la universalidad necesaria.

Gracias á estos magníficos preliminares, cuyo mérito no ha menester encarecimientos, pudo el profesor Werner desarrollar sus concepciones geniales, é introducir con ellas en la Ciencia ideas nuevas, ensanchando los límites de las teorías de la valencia, realizando felicísimas aplicaciones de las fórmulas iónicas y llevando á la Química Mineral nociones tan importantes como las de disimetría, que tan fecundas han sido en el campo de las combinaciones orgánicas. Además, Werner dedujo de sus propias ideas una forma fundamental de representación en el espacio de las moléculas complejas, y su famoso octaedro es de todos admitido, otorgándole un valor algo más que representativo, conforme acontece tratándose del tetraedro del carbono en la Estereoquímica Orgánica. Por donde se advierte que las nuevas

doctrinas de los complejos, no sólo á interpretar su constitución molecular aplican, sino que modifican, en cierto respecto, la Química Mineral, asimilándola en sus doctrinas y en sus interpretaciones á la Orgánica, abriendo á las investigaciones y á las doctrinas dilatados campos que explorar, en los cuales ya se recolectan abundantes y preciados frutos, á cada punto más copiosos.

Tratar por extenso y con sus interesantísimos pormenores la doctrina de Werner, que es una de las más completas y más admirables que en los tiempos actuales se han establecido y para cuya concepción se han menester hallar reunidos el genio que ve y adivina y la más suprema habilidad técnica y una no igualada finura experimental, es cosa imposible é impropia de un índice de noticias, como puede calificarse el presente discurso. Por eso he de limitarme á la exposición breve y lo más clara y sencilla posible del conjunto y de algunas de sus aplicaciones, sin ocultar ciertas observaciones ni dejar de indicar los puntos flacos, las excepciones y los límites en que la doctrina es aplicable dentro de la Química de los complejos.

Hay en todo el largo trabajo de Werner una idea predominante y fundamental y variadas aplicaciones de ella; esta idea es la de las valencias que llamó de coordinación, que desde el principio sirvióle para establecer las fórmulas ó representaciones unitarias de los complejos. Jörgensen, fundado en sus conocimientos, había establecido también un sistema de fórmulas de los complejos, y las aplicó singularmente á los de cobalto, y Werner, mediante una felicísima adaptación de las doctrinas de Arrhenius, tradujo en fórmulas iónicas la estructura de las moléculas complejas. Al realizar esto hubo de admitir dos especies de valencias: la electrolítica y la intrainónica, que es precisamente la valencia de coordinación. Mediante ella, cualquier átomo metálico puede unirse á diversos iones sencillos ó á moléculas enteras; el número de iones ó de moléculas que están así unidas á un átomo metálico es el índice de coordinación. Tal es el principio que consiente establecer las fórmulas iónicas de los complejos en general, abarcando su conjunto tan dilatado y permitiendo prever la existencia y la estructura molecular de otros muchos. Claro está que de estas nuevas y admirables representaciones se deduce la constitución de los más extraordinarios complejos y se viene en conocimiento de los valores de los índices de coordinación propios de los diferentes átomos metálicos; por donde resulta, conforme antes queda indicado, que la noción de valencia adquiere nuevos desenvolvimientos y, hasta en ciertos respectos, cambia su sentido al fundamentar en la par-

ticularísima de coordinación todo un sistema de fórmulas representativas de muy singulares fenómenos.

Una idea científica de carácter general, destinada á modificar en alguna manera las doctrinas establecidas, ha de estar fundada en numerosos hechos, ha de valer para explicarlos, representarlos é interpretarlos, y ha de servir para preverlos; condiciones que cumple, dentro de muy amplios límites, la genial concepción de Werner. Esta noción de la valencia de coordinación se desprende directamente de los hechos observados y de la doctrina de los iones, y significa algo muy interno del átomo de estos singulares metales pesados, muy poco electropositivos, capaces de formar numerosos complejos y, aun en ciertos casos, denota un estado particular del elemento metálico. Recuérdese si no el cobalto, que forma dos clases de compuestos salinos, conservando en una de ellas el parentesco y semejanza con el níquel, y prestándose la otra á la formación de los derivados amminados, de los que se han aislado copiosas series. Las condiciones del medio y las acciones de los elementos, moléculas ó iones, que deben unirse al metal, parecen determinar la creación de estas valencias intraiónicas, cuya existencia explica bien la constitución de los complejos. Pero todavía se extiende más lejos la idea. Cada uno de estos elementos metálicos sólo es capaz de unirse, mediante estas valencias de coordinación, á un número determinado de iones ó de moléculas completas, y tal número tiene en la teoría un valor fijo, de extraordinaria importancia.

Insistiendo aún en lo mismo, resulta que los índices que estos números representan miden, en cierto modo, la capacidad del elemento metálico para formar complejos y, al propio tiempo, como los iones ó las moléculas que al dicho metal están unidas por sus valencias de coordinación son variables, se entiende la posibilidad de las substituciones en número indeterminado, y como á cada tipo de complejos ha de corresponder un cortejo de derivados, cuyo número no se puede de antemano fijar, y como aun cada derivado puede, á su vez, ser origen de nuevas series, conforme está demostrado en las del platino y el cobalto, originarios de los complejos perfectos por excelencia. Hay aquí también un modo general de representación y se establece todo un sistema de fórmulas iónicas y una nomenclatura que consiente reconocer la índole de cada uno de los cuerpos de que se trata. Urbain, siguiendo tal camino, llega en su notabilísimo libro á establecer la sistemática de los complejos minerales.

Voy á permitirte copiar sus propias palabras, á cuento de la idea

fundamental de la coordinación. Dice así: «La sencilla inspección de las fórmulas iónicas de Werner sugiere estas reflexiones: Todo complejo cobáltico que no contenga sino un átomo de este metal—ya sea el complejo un ión ó una molécula no electrólito—contiene, además del átomo de cobalto, seis agrupaciones, que pueden ser indistintamente moléculas enteras, como el amoniaco ó el agua, ó iones monovalentes disimulados. El ión complejo es positivo cuando contiene más de tres moléculas enteras y negativo en el caso de contener menos. Los complejos que contienen tres moléculas enteras no son electrólitos. Una molécula entera, como el amoniaco ó el agua, puede ser substituída, en un complejo, por un ión monovalente, que permanece disimulado para sus reactivos generales, tratándose de los complejos perfectos. Esta substitución rebaja en una unidad la valencia del ión complejo si es positivo, y la aumenta de una unidad también, si es negativo. Los iones complejos del cobalto, cualquiera que sea su signo, son á lo más trivalentes». Es menester agregar que los átomos de cobalto y de los otros metales de los complejos pueden ser asimismo substituídos unos por otros, y que la valencia no es en modo alguno permanente, en cuanto el propio Werner, y en más de una ocasión, ha demostrado que las moléculas de amoniaco son susceptibles de ser reemplazadas por iones monovalentes para formar una serie cuya valencia disminuye hasta llegar á cero y luego aumenta hasta tres, conforme lo prueban las medidas de la conductibilidad. Así se expresa Urbain, y me ha parecido oportuno fijarme en sus apreciaciones.

Juntando en un resumen las ideas apuntadas esquemáticamente, resulta demostrada la aplicación de los métodos de la Química Orgánica á la Química de los complejos. El principio de la valencia de coordinación y los índices de coordinación permiten darnos cuenta del génesis de los complejos y explicar, de una manera general, su constitución molecular; las substituciones regulares de moléculas enteras y de iones, que pueden ser simultáneas, consiente formar las series y prever la existencia de términos que en ellas faltan todavía, y la presencia de iones en el lugar de las moléculas explica, á su vez, la disimulación de los elementos metálicos y no metálicos para sus reactivos propios, cuando se hallan en las combinaciones ordinarias.

Ya se comprende cómo las doctrinas de Werner tienen una grandísima tendencia á la generalización, y hasta cierto punto se entiende que así sea. Supongamos un complejo cualquiera formado por el átomo de metal y las moléculas al mismo unidas por la respectiva

valencia de coordinación; substituyendo estos iones ó estas moléculas enteras por otros ó el mismo metal, resultarán en seguida nuevos cuerpos, y el procedimiento consiente pasar, mediante tan sencillo artificio, de unos á otros complejos: las transformaciones de los diversos complejos del cobalto y la formación de unas series á partir de otras constituyen prueba admirable de ello, y además continúan demostrando cómo es asimilable esta nueva Química á la Química de los compuestos del carbono, al cabo tanto ó más complejos que los del platino ó el cobalto. Pronto veremos que la generalización se extiende todavía más y abarca las representaciones estereoquímicas. Trátase de una concepción verdaderamente feliz, que encaja á maravilla con la manera de ver la combinación molecular en conjunto y está de acuerdo en sus principios con los establecidos respecto de la naturaleza de los complejos, con su respectivo campo de existencia y con las transformaciones de que son susceptibles. También explica su destrucción, cuando es total en las disoluciones acuosas, y en general, todo lo referente á la completa desintegración de estos admirables sistemas.

Lejos van siempre los pensamientos de los grandes inventores científicos, vuelan muy alto y rara vez descienden á las cosas pequeñas, y en lo pequeño residen casi siempre las dificultades serias. Si los índices de coordinación fuesen fijos para cada cuerpo; si aquel número seis del platino se encontrase en todas sus combinaciones amoniadas y en sus múltiples derivados; si los principios no tuviesen excepciones y si todos los complejos perteneciesen á aquella superior categoría de los complejos perfectos, á su igual lo sería la gran concepción de Werner, y conforme en teoría no admite mayores observaciones, satisfaría en la práctica las exigencias del espíritu más minucioso y de cuanto pudiera pedírsele. La idea es grande y luminosa, ha esclarecido muchos problemas y ha dado nueva y más racional disposición á la Química de los complejos, es general; pero no tanto como hubiera sido menester.

Antes de resultar en su demérito las observaciones que se le han hecho y que se refieren á los puntos que dejó indicados, parece que son en su beneficio, en cuanto demuestran que la teoría de los complejos no ha terminado esta fase de su evolución y está necesitada de mayores trabajos y de más amplios desarrollos todavía. Werner ha considerado el problema desde un punto de vista elevado, y midiendo toda su grandeza, logró penetrar en su misma entraña, y en mucha parte lo resolvió plenamente. Pero su teoría, que tendió más de lo

debido al unitarismo de las fórmulas, peca por donde pecan todas las concepciones demasiado generales, por la rigidez; es poco flexible y no se pliega sin cierta violencia á la explicación de determinados fenómenos. Un ejemplo, tomado de Urbain, así lo demuestra, entre otros; desde el punto de vista de las substituciones en los complejos, el agua y el amoníaco tienen iguales funciones, y es bien sabido que, en disolución, son bastante menos estables los hidratos. Y no se ha de hablar del excesivo empleo de la analogía para explicar cierto linaje de hechos y de que los hidratos sólo por excepción son complejos perfectos. Con todo, la doctrina de Werner y sus valencias de coordinación y sus índices, representa, en varios de sus aspectos, algo científicamente definitivo y el mayor progreso de la Química de los complejos.

*
*
*

Muy considerables son el interés y la transcendencia que en todos los órdenes reviste la doctrina cuyos principios acabo de indicar; pero son todavía mayores, en otro respecto no menos general, las isomerías de los complejos, tan numerosas y singulares. Esta parte del trabajo de Werner es acaso la más genial y tiene además la excelencia de ser definitiva, constituyendo la más feliz y útil aplicación de los principios de la Química del carbono á las combinaciones de la Química Mineral. Ya por sí sola la isomería de los complejos, en sus variados aspectos, constituye un capítulo muy notable de su Química y sube de punto el interés si se estudia de una manera general y se interpreta con el criterio adoptado para las isomerías orgánicas, conforme Werner lo hizo apoyándose, no en razones de analogía, sino en hechos positivos y en fenómenos de observación directa; así que en tal sentido su obra ha resultado de admirable y nada común perfección.

Bien y pronto se entiende de qué suerte una misma fórmula empírica ha de corresponder á varias fórmulas iónicas representantes de otros tantos complejos, que teniendo la misma composición centesimal hállanse dotados de diferente estructura molecular. La existencia de los complejos isómeros es un hecho experimental y su representación en fórmulas es una consecuencia de esta misma estructura, de la cual tenemos conocimiento por las propiedades de los cuerpos. En las series del cobalto ordinarias, acaso las mejor estudiadas desde este

punto de vista, hay isómeros hasta con cinco átomos de metal; los hay de la propia suerte en otras moléculas sumamente complicadas que contienen cuatro átomos de cobalto, seis hidróxilos y hasta doce moléculas de amoníaco, y otras isomerías se generan cuando en un cuerpo cuyos iones que contienen átomos de metales diferentes se substituye uno de ellos por otro, en los iones de signo contrario. Aparte de esto, existen otras isomerías que pueden llamarse privativas de las moléculas de los complejos, y que sin dejar de ser tales isomerías, revisten caracteres singulares que conviene examinar.

No se trata sino de formas moleculares particulares en unos casos, de influencias del agua en otros y de relaciones de la valencia en los últimos. Werner admite tres suertes de estas modificaciones y las denomina: metamería de ionización, isomería de hidratación é isomería de valencia. Originase la primera cada vez que en una sal compleja cambia de lugar un ión negativo con otro positivo, siendo el primero simple y el segundo complejo. Nace la isomería de hidratación de haber logrado establecer una diferencia, respecto de la constitución molecular, entre el agua de cristalización y el agua de constitución en las moléculas; de esta suerte son isómeros, por ejemplo, los tres hexahidratos del cloruro crómico, uno violeta y verdes los otros dos. Cuanto á la isomería dicha de valencia, la establece Werner fundándose en sus estudios particulares acerca de las rodosales y las eritrosales de cobalto, que le llevaron á admitir, con bastante generalidad, que pudiendo pasar de ciertas sales oxicoabálticas á las eritrosales con que sólo fijen las primeras una molécula de ácido, deben tener su oxígeno fijado directamente á dos átomos de cobalto, y cuanto sabemos acerca de tales compuestos lo demuestra sin duda alguna.

Con estas especies de isomería hay que unir las tautomerías, que son numerosas, y muchas pueden referirse, como lo ha hecho Jörgensen, á las relaciones que existen entre los éteres ciánicos y los isociánicos. Según Urbain, para Jörgensen la isomería de las sales flavo y croceocobálticas es de la especie de la tautomería, por otro lado frecuente en los complejos. Véase en todo ello, no atendiendo sino á los fenómenos que éstos presentan y que tan clara luz arrojan para inferir su constitución molecular, la tendencia á introducir en la Química Mineral el orden, la disposición, las fórmulas y las ideas, sobre todo las ideas, que tan fructíferas han sido en el inmenso campo de la Química Orgánica, para establecer una sistemática común á ambas y unificar sus procedimientos y sus doctrinas. En esta generosa y admirable tendencia cabe á Werner parte muy considerable y muy

grandiosa, porque sin otro fundamento que los hechos conocidos respecto de la Química de los complejos y sus propios experimentos, que constituyen una labor verdaderamente exquisita por su finura, copiosa por su variada abundancia y meritisima por sus elevados fines, ha dado cima á un trabajo memorable y ha esclarecido los principios de la constitución y de la estructura molecular de los complejos minerales.

Ocurre pensar, á la vista de las anteriores noticias referentes á las isomerías particulares que presentan, que la representación de las estructuras y las fórmulas iónicas de Werner sólo tienen un valor limitado en este sentido, siquiera los límites de su aplicación hállese bastante apartados. Además, si tales fórmulas, como expresión de hechos, pueden satisfacer para darse cuenta de muchos y de los más generales, hay otros que no interpretan, y tenemos isomerías no representables por el sistema que en sus principales líneas dejo expuesto. En suma, las fórmulas planas, tan importantes é ingeniosas, no bastan para representar todas las isomerías posibles, ni son suficientes para expresar, dentro del sistema iónico que Werner adopta, la constitución y las transformaciones de los complejos. De aquí la necesidad de apelar á las fórmulas en el espacio y á las representaciones estereoquímicas, que tan fecundas han sido en los compuestos de carbono, y con ellas vienen á la Química Mineral nuevas nociones y conceptos que permiten interpretar los hechos de una manera más racional y en consonancia con las propiedades de los cuerpos.

Desde que las fecundas ideas de la Estereoquímica, con el obligado consiguiente de las representaciones y fórmulas en el espacio, han penetrado en el campo de las combinaciones minerales, y no como conjeturas más ó menos probables, sino como realidades que tienen la sanción de los experimentos, el aspecto de las doctrinas de aquella Ciencia hubo de cambiar y con él las maneras de interpretar y considerar los hechos, y hasta la técnica de las operaciones y el sentido de las investigaciones prácticas. Fácil es ahora, después de los trabajos de Werner, el concebir la constitución estereoquímica de los complejos isómeros. Sabemos que en el más sencillo hay un átomo metálico, unido por seis valencias de coordinación directamente á seis grupos, formando un radical complejo; este hecho fundamental está demostrado por el número de iones que se forman en las disoluciones de los complejos metálicos y por todas las numerosas isomerías de que es susceptible la molécula así constituida, correspondientes á cuerpos conocidos y aislados. Tienen como carácter principal

los seis grupos que se unen al átomo central la simetría, porque las valencias de coordinación de aquél son iguales en intensidad; pero la naturaleza y la posición relativa de los citados grupos puede cambiar, y de ello, que es una consecuencia de su propia movilidad, se deduce la constitución y la estructura de los complejos y la formación de los isómeros. Recordemos que en gran número de ellos el índice de coordinación es una constante que vale seis.

Podemos, sin violencia de ningún género, suponer que el átomo metálico está ocupando el centro de un octaedro regular, y que en sus seis vértices están los grupos que saturan las seis valencias de coordinación, y habremos formado el esquema representativo del más sencillo de los radicales complejos, que no sin razón compara Werner al esquema en el espacio del metano. El problema subsiguiente á esta disposición octaédrica se plantea en el sentido de determinar la disposición de los grupos en torno del átomo central, en el caso de los diferentes isómeros posibles, y sabemos que son de numerosas clases. Esta manera de ver las cuestiones relativas á la isomería de los complejos es la misma y perfectamente igual á la de la Química Orgánica, por lo cual resulta que estamos en presencia de cuestiones de la propia índole.

Es, por lo tanto, fundamental la configuración octaédrica y, en definitiva, redúcense las distintas isomerías á cambios ó variaciones en la simetría de los grupos colocados en los vértices del octaedro. Si imaginamos un radical ó sistema complejo que contenga cuatro grupos de una clase y dos de otra, estando los de ésta opuestos y siendo diferentes en cada caso, en una de las posiciones podrán estar próximos y alejados en la otra, ó sea ocupando las extremidades de un eje ó en dos ejes distintos del octaedro, y éste es el origen de las formas *cis* y *trans*, cuya disposición demuéstranla el estudio de los isómeros ópticos, lo mismo que en los compuestos del carbono. De otra parte, se observan formas que no son superponibles dentro de la constitución apuntada (un átomo metálico central, cuatro grupos de una clase y dos de otra, saturando de todas las maneras posibles las valencias de coordinación en los vértices del octaedro), y el ejemplo clásico que tomo del propio Werner es el de dos grupos de bivalencia de coordinación, como el etilenodiamina ú otros de la misma manera constituídos que substituyen á los cuatro grupos primordiales, hallándose en posición *cis* los otros dos grupos, originándose de ello hasta tres series diferentes de isómeros y dos géneros de disimetría molecular.

Quiere esto significar que, dentro de la gran familia de los complejos minerales, existen isómeros desdoblables en sus modificaciones dotadas de actividad óptica, con la particularidad de que los artificios para lograrlo, operando de continuo con las formas *cis*, que las *trans* por ahora no se desdoblan, en algo se parecen á los métodos empleados en la Química Orgánica. Werner resume así sus ideas acerca de tan interesante particular: «Algunas sales mixtas, es decir, las que al lado de radicales de ácidos activos contienen también radicales de ácidos inactivos, tales como los cloruro-nitratos y los bromuro-nitratos, se prestan de una manera particular al desdoblamiento por cristalización fraccionada de sus compuestos inorgánicos racémicos. En lugar del método de desdoblamiento de uso general en la Química Orgánica, fundado en la cristalización fraccionada, á menudo inaplicable á los compuestos inorgánicos, es ventajosa la aplicación de un método nuevo, consistente en precipitar uno de los componentes activos de la disolución acuosa del racémico, empleando sales solubles de ácidos activos». Los resultados son excelentes.

Fué, en realidad, el mayor triunfo de la doctrina de Werner, aplicable en particular á los átomos de metales pesados cuyo índice de coordinación es el número 6, el haber demostrado la existencia de poder rotatorio en las disoluciones de estos singulares cuerpos, cuyas formas moleculares pueden representarse por dos octaedros no superponibles, y satisfecho con la honrada satisfacción y el noble alarde de de quien ha llegado á la meta de sus doctrinas, pudo decir en su célebre conferencia de la Sociedad Química de Francia, pronunciada en 1912, que sus investigaciones originales pueden considerarse la continuación de aquéllas que el gran Pasteur inauguró con sus famosos estudios acerca de la disimetría óptica en relación con la disimetría molecular. Después que Werner hubo indicado las formas de los isómeros y estudiado las características de los de cobalto, que son numerosísimos, cromo, hierro, rodio y otros, dióse á estudiar el admirable asunto de las relaciones del poder rotatorio, la configuración y constitución de los complejos inorgánicos, coronando de tal forma el trabajo que de años atrás había emprendido.

Radica todo el nuevo problema en la existencia, experimentalmente demostrada, y en la medida del poder rotatorio de las disoluciones de los complejos, é importaba averiguar si era siempre el mismo su sentido y las leyes de sus variaciones, partiendo de la existencia en todos los complejos dotados de actividad del radical $[Me en_2]$ característico de las imágenes que no son superponibles y, por lo tanto, de las for-

mas estereoquímicas. Mediante experimentos de gran mérito y exquisita finura, cuyos pormenores no son de este lugar, demostró el profesor de Zurich que el sentido de las rotaciones del plano de polarización depende de la naturaleza de los radicales que ocupan los otros dos lugares de coordinación del átomo central y de la propia naturaleza de éste. Una ley importante la enuncia Werner en esta forma: « las series isómeras activas que dan con los mismos ácidos activos las sales menos solubles, presentan la misma configuración estereoquímica del radical $[Me en_2]$, cuya ley, con sus demostraciones experimentales, se enlaza con las observaciones relativas al sentido de las rotaciones y se conforma bien con lo respecto de tal problema dilucidado hasta el momento actual, y que relaciona, efectivamente, el dicho poder rotatorio y la actividad óptica con la constitución de los complejos ».

Gracias á numerosas investigaciones y á multitud de medidas, sabemos ya algo acerca de las causas influyentes en el valor del poder rotatorio de los complejos. Los límites de sus variaciones están muy distantes; así es que admite, en rigor, todos los valores; se reconoce á la vez el influjo de los grupos unidos al átomo central; es manifiesto y se nota fácilmente cómo intervienen la naturaleza, las posiciones y el propio valor de los enlaces, cuya elasticidad tanto se presta á la misma formación de los derivados de los complejos. Y en cuanto á la naturaleza del átomo metálico central, basta haber medido el poder rotatorio de las moléculas complejas de cobalto, de platino, de rodio, de cromo y de tantos otros metales, para advertir hasta qué grados dependen de la propia naturaleza de cada uno de ellos el sentido y el valor del poder rotatorio de sus complejos estereoisómeros. Todavía es menester señalar la concentración de las disoluciones, en cuyo respecto puede admitirse, en términos muy generales, que á menor concentración corresponde mayor poder rotatorio, lo que se explica por el mayor grado de disociación de las disoluciones diluidas; es decir, por la actividad del mayor número de iones. Añadamos la influencia de un cierto factor, cuyo valor numérico no se ha medido, y que parece depender de aquellas relaciones que enlazan el átomo central con los grupos que saturan sus valencias de coordinación. Digamos, por último, que se trata, en todos los casos, de sistemas metastables, y habremos trazado, en sus líneas principales, el variado cuadro de las isomerías de los complejos minerales.

*
* *

Siempre que aparece en la Ciencia una doctrina tan general y extensa como lo es en la actualidad la de los complejos, que en realidad ha creado una nueva Química Mineral, vaciada, por decirlo así, en el modelo de la Orgánica, al punto surgen ciertas aplicaciones de otras doctrinas y de otros hechos, con ánimo de encajarlos en lo nuevo y hacerles servir para nuevas interpretaciones de fenómenos todavía no explicados, y ya el propio Werner indica cómo para interpretar ciertas isomerías acaso haya menester acudir á las emigraciones moleculares, y que en otros fenómenos aproveche el llamado inversión de Walden; de esta suerte se abren caminos para nuevas investigaciones, porque sólo nos hallamos en los comienzos de la Química de los complejos.

Hasta ahora sólo he considerado una parte del problema, sin duda la más interesante, pero que, en realidad, no es todo el problema. Traté de definir los complejos, presentando los puntos singulares de su formación, desde las sales dobles á los complejos perfectos, tomando por base los correspondientes campos de existencia, los grados de su relativa estabilidad molecular y la energía de los lazos que unen los elementos de la molécula compleja. Se han establecido los principios de su estructura interna y de su constitución en calidad de sistemas moleculares, y tomando por base las valencias y los índices de coordinación, quedan señalados los principios de la nueva doctrina. Hemos asistido, si así vale expresarse, á la vida de los complejos; pero nada se ha dicho de su muerte. Los hemos considerado sistemas metastables y nada se ha hablado de su desintegración. Atrayente es el tema, pero no puedo abordarlo ni siquiera en sus términos más generales; pues me llevaría sobradamente lejos y prolongaría en exceso este discurso. No tienen los complejos, aun los más estables y perfectos, aquella robustez y aquella resistencia al cambio de otras moléculas minerales; bien al contrario, su misma complejidad se opone á la especie de inercia advertida en cuerpos que son en rigor sales dobles ó múltiples, con grandes trabajos formadas y que sólo invirtiendo grandes energías se destruyen ó se transforman. Perdóneseme que deje vivos á los complejos y prescinda de tratar de sus cambios y metamorfosis. Al cabo, complejo es cuanto nos rodea, y en la Naturaleza la muerte es el retorno á la simplicidad de los elementos.

Temo no haber cumplido en la medida de mis deseos lo que me había propuesto, y aún más temo no haber estado en aquellos términos de medida que no soy dueño á sostener ante unas doctrinas tan

notables, destinadas á cambiar y engrandecer la Química Mineral en nuestros mismos días. Así es que solicito, al terminar, toda vuestra indulgencia por el atrevimiento de haber tratado en este lugar cuestiones acaso demasiado concretas y de todas suertes erizadas de problemas y dificultades.

SECCIÓN 4.^a, CIENCIAS NATURALES

ESTADO ACTUAL DE LAS INVESTIGACIONES EN ESPAÑA

RESPECTO Á

PALEONTOLOGÍA Y PREHISTORIA

DISCURSO INAUGURAL

POR

EDUARDO HERNÁNDEZ-PACHECO

PREÁMBULO.

La atención del mundo sabio, en cuanto se refiere al estudio de la Paleontología humana y de las especies extinguidas de mamíferos, está fija en España por la importancia de los descubrimientos que en nuestra patria se han realizado en los últimos años en estos respectos.

El estudio de los restos de industria y arte dejados por los hombres primitivos en las cavernas, el de las pinturas que ornan las profundidades de las cuevas prehistóricas y rocas junto á las cuales vivieron, ha proporcionado en los últimos años tal conjunto de datos, que el velo que ocultaba la vida y costumbres de los primitivos pueblos que en las remotas edades cuaternarias habitaban la Península, se descubre y comienza á verse claro en una cuestión respecto á la cual sólo se tenían datos fragmentarios é incompletos.

Por otra parte, en el campo de la Paleontología se han realizado últimamente descubrimientos de interés extraordinario; baste recordar la importancia que en este respecto tienen los yacimientos prehistóricos de Torralba, excavados por el Marqués de Cerralbo, que ya conoce la Asociación.

Pero además de estos y de otros descubrimientos de época humana, se han hallado en el terciario de ambas Castillas yacimientos paleontológicos muy interesantes, no tan sólo por los problemas que respecto á geología española ha resuelto su estudio, sino por la significación filogenética de los grupos zoológicos que ha producido el yacimiento de Palencia.

*
* *

No vamos á tratar en nuestro discurso de aquellos trabajos paleontológicos que no se refieran á vertebrados terciarios, ni tampoco á las investigaciones de prehistoria, posteriores á las edades de la piedra, aunque se han realizado, en este campo, muy importantes descubrimientos en nuestra patria, sino que concretaremos el tema de nuestra disertación al estudio del *estado actual de las investigaciones en España respecto á mamíferos terciarios, al hombre fósil y al arte prehistórico*.

Tres partes, por lo tanto, comprenderá nuestra Memoria: Primero trataremos de los mamíferos terciarios, exponiendo los descubrimientos que respecto á esta cuestión se han realizado en España, y como consecuencia de su estudio hablaremos de las condiciones geográficas, de clima y fauna, de las actuales llanuras castellanas durante el Mioceno, tan diferentes de las que ofrecen ahora.

Después trazaremos un cuadro de los descubrimientos que en los últimos años se han realizado en nuestra Patria respecto al hombre cuaternario, no tan sólo referentes á los propios restos de los hombres de tipos más primitivos, sino también á clima cuaternario y fauna de esta época, relatando las principales excavaciones que recientemente se han realizado y se están realizando en España, de las que se han obtenido resultados en extremo interesantes.

Finalmente, haremos un resumen del estado en que se encuentra el estudio de las llamadas pinturas rupestres, tan fecundas en descubrimientos relativos á las razas primitivas, asunto que no sólo ha apasionado á los especialistas, sino al público culto en general, siendo tema frecuente de las Revistas de divulgación científica.

I.

Los mamíferos terciarios españoles.**Antecedentes.**

Las primeras noticias respecto á la existencia de grandes mamíferos fósiles en España las encontramos en los escritores del siglo XVIII. Así, el Padre Torrubia, en su célebre *Aparato para la Historia Natural de España*, en 1754, y el Padre Feijóo en su *Teatro crítico*, preocupados con la idea del gigantismo humano, respecto al cual tantos pasajes de la Biblia se refieren, dan cuenta del yacimiento de Concud, en Teruel, considerando á los huesos fósiles como restos de gigantes, cuando su talla era superior á la humana; idea común de la época, pues bien sabido es que el gigantesco esqueleto encontrado por Scheuchzer en el mioceno de Öeningen y que Cuvier refirió á un Batracio y que en la Ciencia se conoce con el nombre de *Andrias Scheuchzeri* Tsch., fué considerado por su descubridor nada menos que como el *homo diluvii testis*.

El Padre Feijóo, menos aventurado que el paleontólogo suizo, no supuso que los huesos del yacimiento de Concud, contemporáneos de los Öeningen, fuesen de hombres testigos del diluvio, pero como dice Bowles, «con su acostumbrada satisfacción, partió por medio de las dificultades y decidió que allí se dió una gran batalla».

Nuestro Bowles, y como nuestro le debemos considerar, pues aunque irlandés de nación á España vino, por influjo de D. Antonio de Ulloa, en la época gloriosa de Carlos III, en España vivió largos años y murió, á España sirvió con su Ciencia y nos dejó en su preciado libro *Introducción á la Historia Natural y á la Geografía física de España*, los fundamentos de la Geología española, fué quien describió el yacimiento de Concud, que sus predecesores no habían hecho más que citar, si bien se equivocase al titularlo *Depósito de huesos humanos y de animales domésticos*, pues no hay ni puede haber unos ni otros; pero sus observaciones respecto á la fosilización y procedencia de los fósiles son tan atinadas, que aún hoy encuentra el geólogo en sus escritos datos que tienen algo más que el valor de una cita histórica.

El siglo XIX, mientras para las demás naciones fué siglo de resur-

gimiento y progreso científico, para nosotros, en perpetuo guerrear contra propios y extraños, lo fué de decadencia y abatimiento. Las Ciencias Naturales se agostaban y sólo vemos aparecer algún que otro investigador luchando aislado contra un medio indiferente cuando no hostil, como esas plantas que florecen solitarias entre las grietas de los paredones ruinosos, privadas de humedad y de suelo fértil, y que al dejar caer sus semillas éstas no germinan á su lado, sino lejos, cuando el viento las lleva á un medio más vivificante y generoso.

Así no es de extrañar que estén tan distanciados los descubrimientos paleontológicos respecto á vertebrados y que los investigadores sean tan escasos. Por esto es mayor el mérito de hombres como Ezquerro, que durante el período de 1837 á 1850 estudia ya con criterio científico moderno los terrenos de la Península y señala la existencia de diversas especies de mamíferos fósiles entre sus estratos, ó como el insigne Prado, en cuya *Descripción geológica de la provincia de Madrid* se encuentra el principal y casi único estudio de conjunto respecto á mamíferos terciarios, por el que puede juzgarse con certidumbre de la edad de los depósitos miocenos de Castilla la Nueva.

Aparte de los escritos de estos dos sabios, apenas se encuentran en las Revistas científicas españolas del último tercio del siglo pasado sino algún que otro dato relativo á la cuestión que nos ocupa, desperdigados por las publicaciones de la Sociedad Española de Historia Natural ó de la Comisión del Mapa Geológico, debidos á Vilanova, Calderón, Cortázar, Mallada ó Palacios. Un trabajo que destaca, muy conocido por los especialistas extranjeros, es el *Catálogo de los Vertebrados fósiles de España* publicado en 1876 por Calderón.

Con el siglo XX comienza un resurgimiento en Cataluña respecto á estos estudios, siendo los principales investigadores el ingeniero Vidal, el canónigo Almera y Bofill. En el resto de España casi no hay otras indicaciones que los pocos renglones que en el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* dedicó el malogrado Miquel á los escasos restos de dos mamíferos encontrados en San Morales (Salamanca), y la nota del ingeniero Azpeitia acerca de los molares y huesos de mastodontes que se encontraron en Madrid al hacer la ampliación de la estación del Mediodía.

Debe tenerse en cuenta el hecho que cada destello en la investigación científica en estas cuestiones es seguido inmediatamente por trabajos de paleontólogos extranjeros, especialmente franceses, que atraídos por la noticia, acuden á España y después de estudios más ó

menos detenidos, insertan en las publicaciones de su país trabajos de mayor ó menor extensión respecto al asunto de los descubrimientos españoles. Así, los descubrimientos de Ezquerria pueden estudiarse en los trabajos de von Meyer y Kaup., en los *Neues Jahrbuch*. Los descubrimientos de la época de Prado en la Memoria de Gervais, *Description des ossaments fossiles de mammifères rapportés d'Espagne par MM. Verneuil, Collomb et de Lorière*, publicados en el *Bull. de la Soc. Geol. de France*. Los más importantes descubrimientos de Cataluña son conocidos por los trabajos de Déperet et Rérolle y los efectuados en el valle bajo del Tajo por los de Román.

Afortunadamente este precario estado de la Ciencia paleontológica española está en vías de desaparecer. Aunque no sobrados, existen medios para el trabajo; pasó la época en que Calderón no pudo publicar su estudio de conjunto respecto á volcanismo, porque la pobreza de la Sociedad Española de Historia Natural no permitía el costoso gasto de ilustraciones que necesitaba la obra.

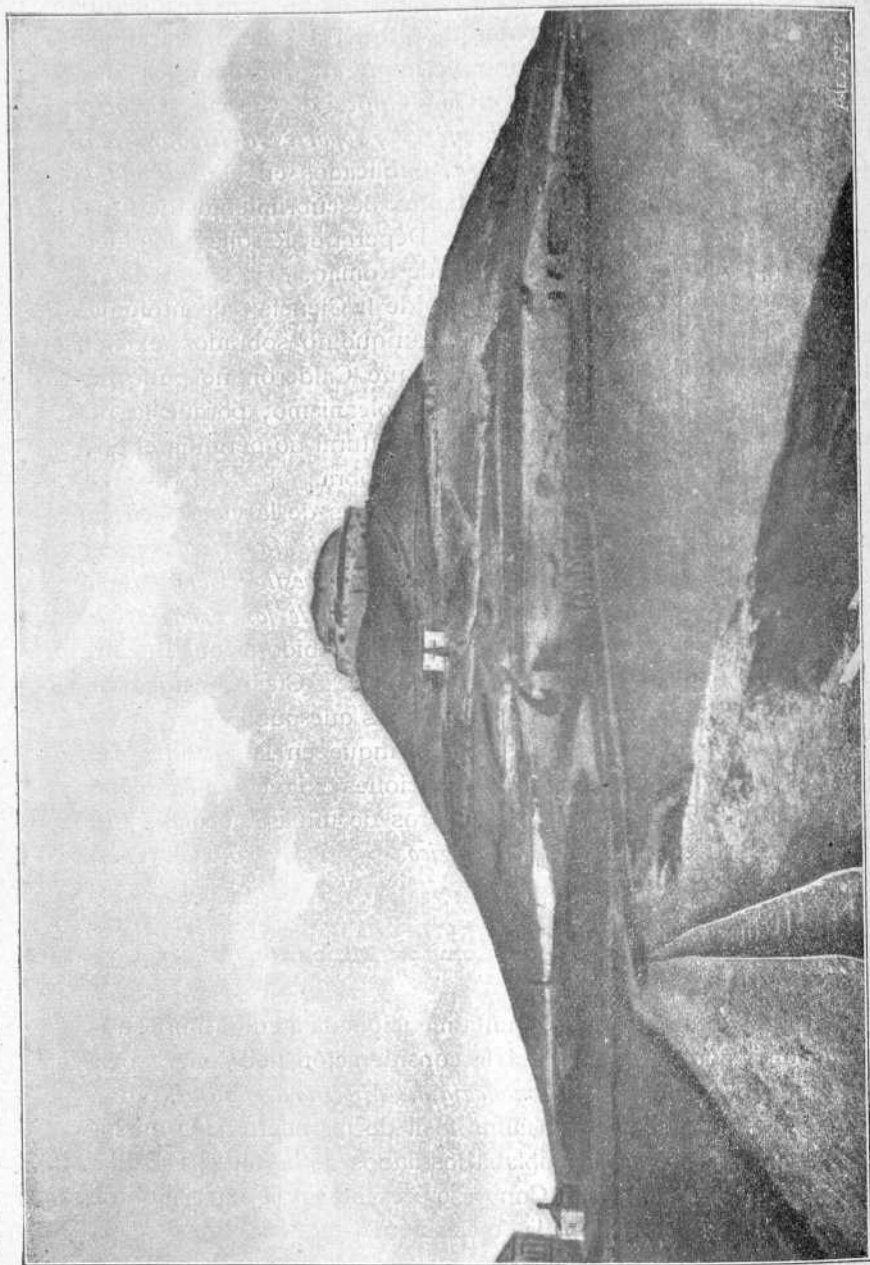
Actualmente publicaciones no nos faltan, las de la vieja *Sociedad Española de Historia Natural* y de la *Comisión del Mapa Geológico* se han visto aumentadas con las de la *Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas* y con la *Serie Geológica de los Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales*, y bien sabido es que nuestra ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS no escatima las ilustraciones que exigen las Memorias que publica.

Medios de trabajo se encuentran ya, aunque en la medida prudente y modesta que sus múltiples atenciones exigen, en la *Junta para ampliación de Estudios*, y los ingenieros de minas, además, y de manera exclusiva, en su *Instituto Geológico*.

Castilla durante los tiempos Miocenos.

Gracias al auxilio con que la Junta mencionada atendió á nuestras investigaciones podemos someter á la consideración del Congreso la Memoria titulada *Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia*, donde describimos y estudiamos la fauna fósil de mamíferos que en los lejanos tiempos del Terciario poblaba los llanos de la actual Castilla, restos fósiles que en el anterior Congreso presenté en la exposición de material científico que organizó la Asociación.

A tres resultados principales llega nuestra Memoria: Del estudio de la Geología de la región hemos podido deducir el régimen geográ-



Fot. E. H. Pacheco.

FIG. 1.^a—Excavaciones de l'alencia: El cerro del Otero.

fico, climatología y aspecto que presentaría la actual cuenca del Duero durante los tiempos medios y superiores del Mioceno.

El estudio de los fósiles de Palencia nos permite formarnos una idea clara de la fauna de grandes mamíferos que entonces vivían en Castilla, fauna análoga, en cierto respecto, á la que habita actualmente las comarcas del África oriental, tan ricas en caza mayor.

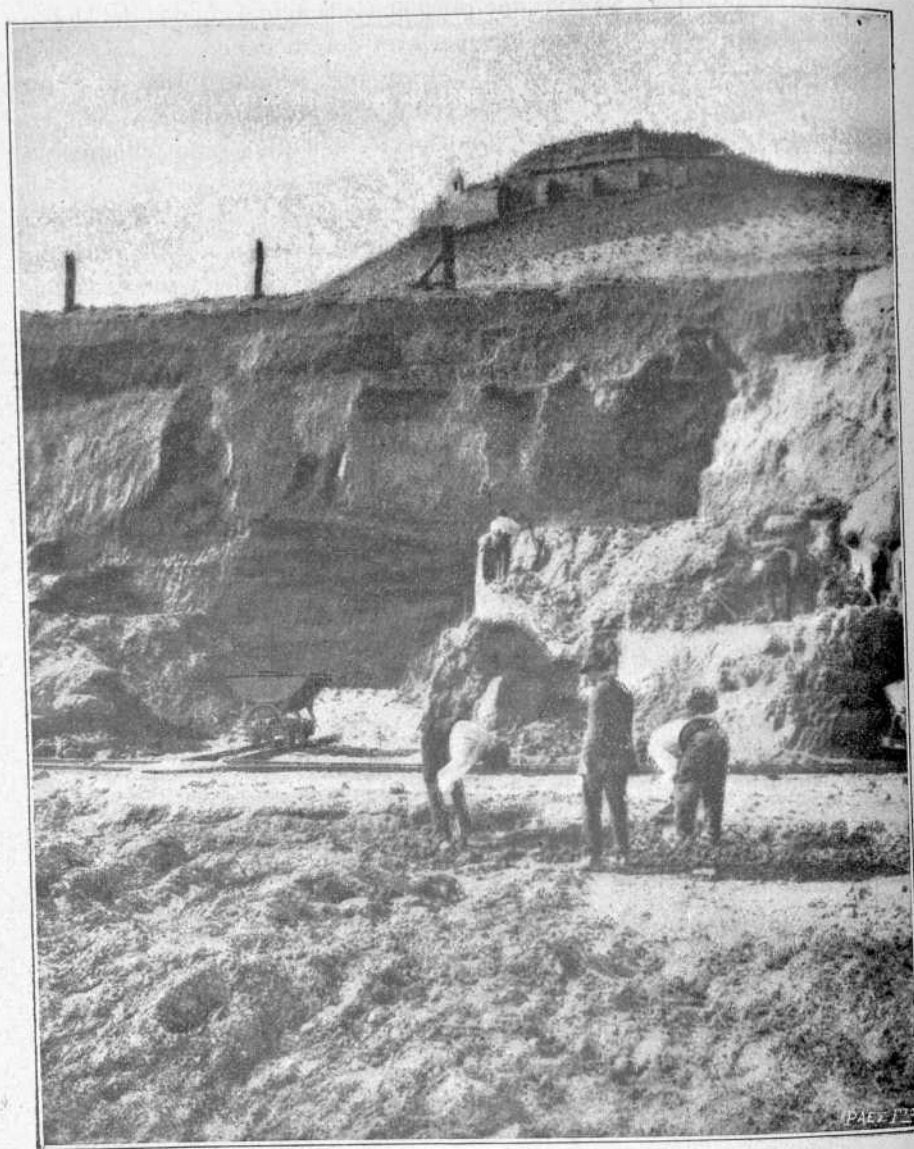
La tercera consecuencia, también derivada del estudio paleontológico, tiene carácter más general, por cuanto se refiere á la filogenia de los Rumiantes, la cual, establecida por el insigne Gaudry y aceptada por los maestros de la Paleontología, Zittel en Europa y Osborn en América, experimenta con el descubrimiento del notable grupo de Cervicornios, que describimos el año pasado en la *Real Academia de Ciencias*, una alteración importante en virtud del nuevo elemento que viene á intercalarse de manera insólita en las series filogenéticas de los Rumiantes, aclarándose las genealogías paleontológicas de los Cervicornios y estableciéndose dos series que han evolucionado paralelamente con el tiempo.

¿Cómo era la actual Castilla durante los tiempos del terciario medio? Los hechos que se deducen de nuestros estudios nos llevan á afirmar que las ideas sostenidas por la generalidad de los geólogos respecto á la constitución geográfica de las Castillas durante el terciario no pueden ser ya sustentadas en vista de los resultados que hemos obtenido del yacimiento paleontológico del cerro del Otero, en Palencia. Nada hay que nos haga admitir la existencia de dos grandes lagos ocupando las cuencas castellanas del Duero y de la Mancha.

Falta aún acumular mucho trabajo para que podamos trazar un cuadro completo de la historia geológica de la Península durante los tiempos terciarios, pero los datos que hemos reunido son suficientes para comprender las condiciones geográficas y, especialmente, climatológicas de los territorios castellanos durante la segunda mitad del Mioceno.

Tres horizontes litológicos hemos apreciado en la comarca de Palencia: uno inferior detrítico, constituido por arcillas y arenas, que forma el suelo de la Tierra de Campos; otro medio, que es el que aparece en las laderas de los páramos constituidas por margas yesíferas, y un tercero, superior, calizo, que forma el suelo de los páramos.

El inferior detrítico es el más interesante; corresponde al piso *Tortonense*; aparece muy claro en el cerro del Otero, en Palencia, y fué producido por aluvionamiento de aguas de lluvia y corrientes fluviales de curso vagabundo y lento, que habían alcanzado su nivel de base en la llanura.



Fot. E. H.-Pacheco.

FIG. 2.^a—Excavaciones paleontológicas en el cerro del Otero, en Palencia.



En la parte más superior de este horizonte, al desmontar parte del cerro mencionado, para poner al descubierto las arcillas que el arquitecto de Palencia, D. Cándido Germán, emplea en su tejería mecánica, apareció debajo de un manto de arena de origen claramente fluvial un lentejón de conglomerado formado por pequeños cantos, entre los cuales yacían los numerosos restos esqueléticos que hemos descrito y estudiado en la monografía que tenemos el honor de presentar al Congreso.

Aquellas arenas y cascajos acusaban claramente que pertenecían á un río terciario, hasta el punto de que no sería hiperbólico decir que estábamos en presencia de un río fósil.

El estado en que aparecían los huesos, aislados unos de otros, mezclados y confundidos los de diversas especies, rotos y desgastados por los largos arrastres, y algunos reducidos á verdaderos cantos rodados, nos hace comprender que procedían de osamentas desparradas por la llanura, y que el río mioceno, en una crecida, arrastró y llevó lejos, depositándolos, en unión de las gravas y cascajos, en el remanso de donde las extrajimos.

No hay nada en este horizonte que nos hable de depósitos de un extenso lago, sino de un régimen húmedo y lluvioso, que dió lugar á una región abundante en cursos de agua y pantanos, probablemente cubierta de grandes yerbazales y vegetación de matorral, donde encontraban abundante pasto los grandes Herbívoros y Paquidermos cuyos restos fósiles descubrimos. Muy cerca del río mioceno, un pantano se acusaba por una marga completamente llena de oogonios de un alga Carácea y pequeños moluscos palustres, especialmente de los géneros *Limnaea* y *Bithinia*.

Si á los datos de índole litológica unimos los que proporciona la fauna, podremos llegar á darnos idea del aspecto que presentarían las campiñas castellanas en esta remota época.

Una de las características del yacimiento de Palencia es la abundancia de rinocerontes, pues hemos podido reconocer cuatro especies cuando menos, entre ellas una nueva para la Ciencia, y que nuestro colaborador, y entonces ayudante de nuestro curso en el Museo de Madrid, Sr. Dantín, que se encargó del estudio de este grupo, ha designado con el nombre de *Rhinoceros hispanicus*.

Los rinocerontes que vivían en Castilla eran pequeños, y muy semejantes por su talla y aspecto al actual rinoceronte de Sumatra. Si tenemos en cuenta que estos animales habitan regiones cálidas y pantanosas, cubiertas de maleza, y en bosques cruzados por ríos, que en

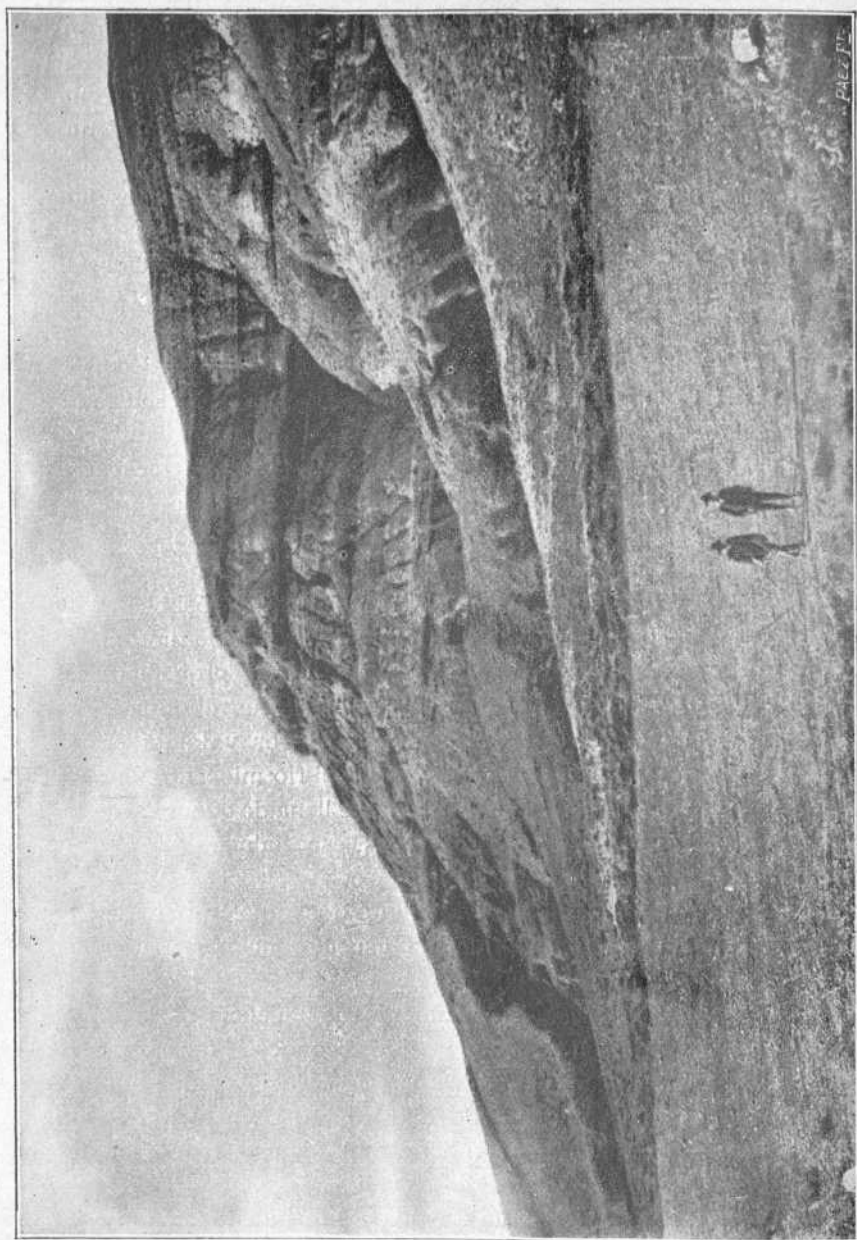


Fig. 3.^a — Paisaje del mioceno castellano: La Mirand en Palencia.

Fot. E. H. Pacheco.



Fig. 4.^a—Excavaciones de Patencia: Fragmento de cráneo de *Rhinoceros hispanicus* Dantín. Escala $\frac{1}{3}$.

sus crecidas inundan grandes extensiones de terreno; que el agua es indispensable para estos animales, que acostumbran á bañarse y revolcarse con gran frecuencia en el cieno de las lagunas, se comprende que es lógico suponer que Castilla, en la época miocena, presentaría análogo aspecto.

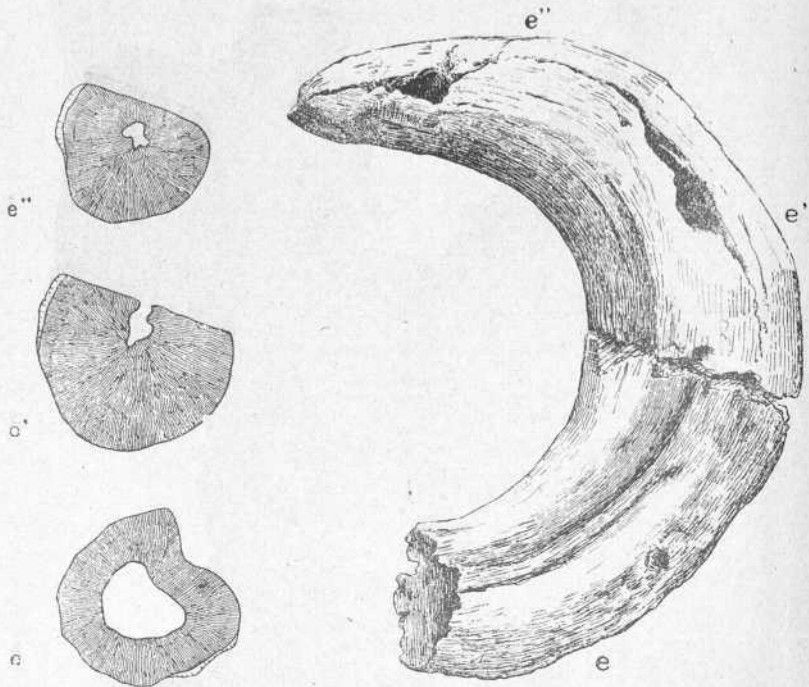


FIG. 5.^a—Excavaciones de Palencia: Canino superior de *Listriodon splendens* H. von Meyer. Escala $\frac{2}{3}$.

Otro animal, cuyos restos se han encontrado abundantemente en Palencia, es una subespecie del *Listriodon splendens*, que se encontró hace años cerca de Lisboa por primera vez y que Román designó con el nombre de *major*, teniendo en cuenta su tamaño, mayor que los conocidos de igual época del centro de Europa. El *Listriodon* de Palencia es un Paquidermo que tenía grandes analogías con el jabalí, si bien de mayor tamaño y con cabeza que por los colosales colmillos y aspecto feroz ofrecía grandes semejanzas con el *Phacochærus* que vive en el Africa austral y oriental.

Si tenemos en cuenta las costumbres de los Suidos actuales, entre ellos el jabalí y el *Phacochærus æthiopicus* Cuv., de habitar terrenos

de espesa vegetación y abundante agua, de la cual no pueden prescindir á cada momento, y ser animales omnívoros, cuya alimentación principal son las raíces, tubérculos y yerbas, podremos suponer cuál sería el género de vida del *Listriodon*, tan abundante en Castilla durante el mioceno.

Dos grandes proboscídeos vivían también entonces en la actual cuenca del Duero; uno sería en extremo abundante á juzgar por lo relativamente numerosos que han sido los hallazgos de sus restos en diversos lugares de la meseta castellana, y entre otros Valladolid, con motivo de la obra del Canal de Castilla; nos referimos á los mastodontes, antecesores lejanos de los elefantes actuales, dotados de cuatro defensas en vez de las dos que tienen éstos y con molares con crestas de gruesos mamelones de esmalte. Los mastodontes que hemos reconocido entre los restos fósiles del yacimiento de Palencia pertenecen á la especie *Mastodon angustidens*, pero de talla colosal, superior á los elefantes de ahora y aun á los mastodontes de otras regiones, á juzgar por el tamaño de sus molares y huesos.

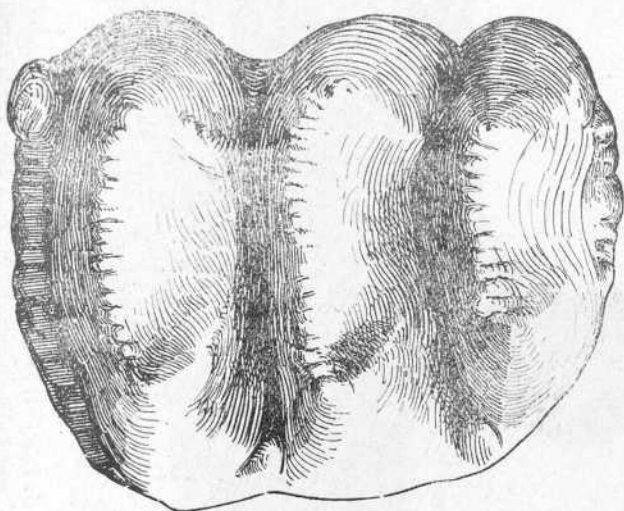


FIG. 6.^ª—Excavaciones de Palencia: Molar de *Dinotherium giganteum* Kaup. Tamaño natural.

Del otro proboscídeo, del *Dinotherium giganteum*, no hemos encontrado más que un molar y un fragmento de otro, pero suficientes para determinar la subespecie *levius* á que corresponden.

Conocidas son las costumbres de los elefantes actuales, vagabun-

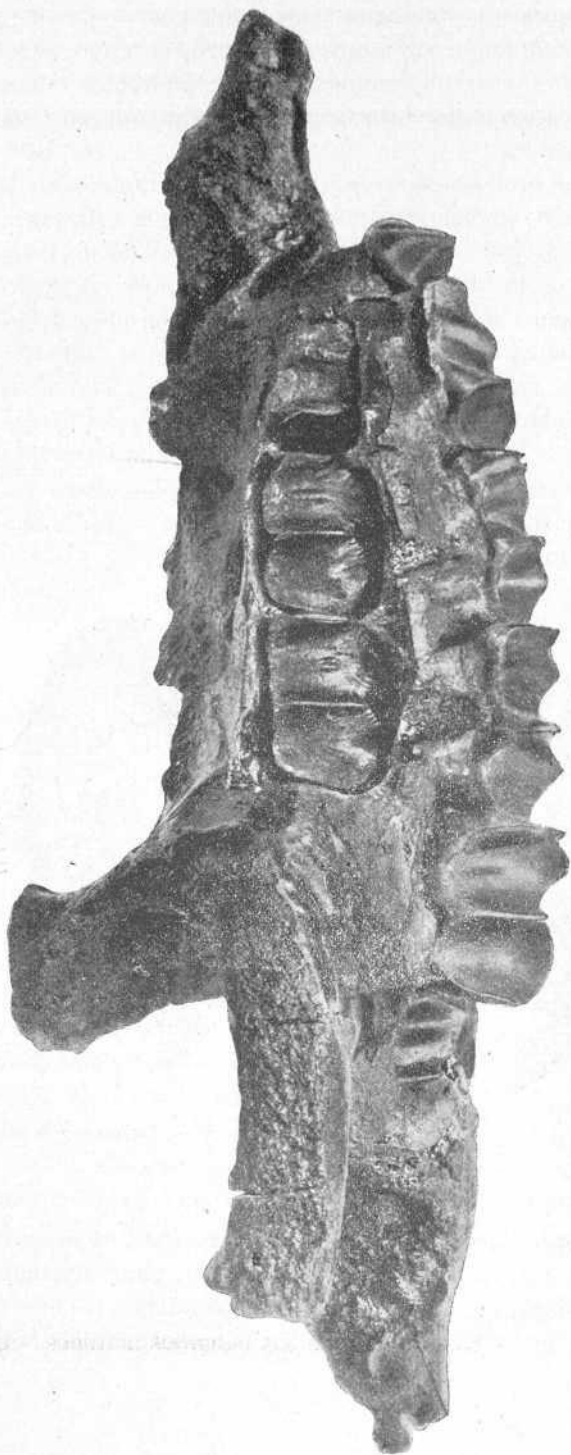


FIG. 7.^a—Excavaciones de Palencia: Fragmento de cráneo de *Anchitherium aurelianense* Cuv. Tamaño natural. (En el maxilar se ha abierto una ventana para dejar ver la dentición definitiva en germen.)

dos por las selvas y bosques, las extensas praderas de altas yerbas ó los espesos cañaverales próximos á los pantanos, errando constantemente de unas regiones á otras, del bosque al prado y de la llanura á la montaña, con tal que el país sea abundante en agua, costumbre por la que podemos deducir la de sus predecesores miocenos.

Uno de los antecesores de los caballos actuales, del tamaño de un asno y con cierto aspecto de tapir por sus patas terminadas en tres dedos, el *Anchitherium aurelianense*, también lo hemos encontrado en el yacimiento de Palencia. A juzgar por las costumbres de los équidos actuales, el *Anchitherium* sería un animal de pradera ó de estepa, viviendo en grandes manadas.

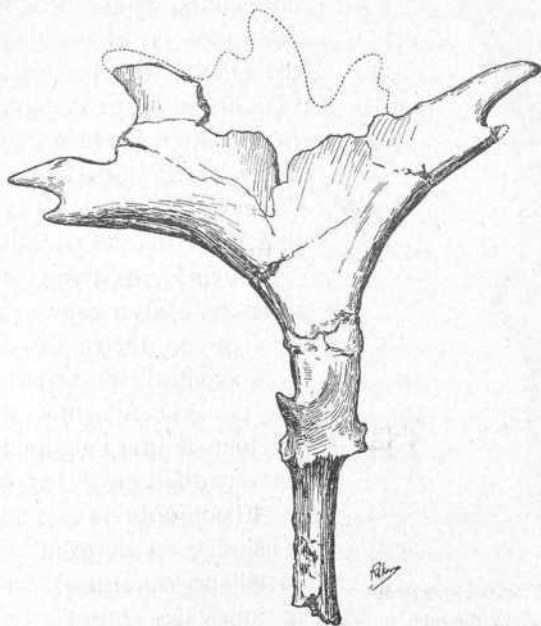


FIG. 8.^a—Excavaciones de Palencia: Asta de *Paleoplatyceros hispanicus* H.-Pacheco. Escala $\frac{1}{2}$.

Los Rumiantes estaban representados por los *Dorcatherium*, pequeños Artiodactilos del tamaño de un cabritillo, de cuerpo esbelto y sin cuernos, como el *Hyæmoschus aquaticus* de África.

Un grupo de Cervicornios de un gran interés, pues además de no conocerse nada semejante hasta nuestro descubrimiento, tienen una importancia filogenética grande, son los pequeños Cervulinos que hemos designado con el nombre genérico de *Paleoplatyceros* por ser

los más antiguos animales de astas aplastadas, al modo de los gamos. Dos especies por lo menos vivían en la época que se depositaron las arcillas de la Tierra de Campos en la actual cuenca del Duero; una la que hemos designado con el nombre de *Palaeoplatyceros hispanicus*, otra la que hemos denominado *Palaeoplatyceros palentinus*. Las analogías más claras de estos animales con los vivientes son con los montyacs del África oriental y de la Insulinda. Tendrían el tamaño de un cabritillo y el porte de un gamo.



FIG. 9.^a — Excavaciones de Palencia: Asta derecha de *Palaeoplatyceros palentinus* H.-Pacheco. Escala $\frac{1}{2}$.

Los pequeños mamíferos de la época no nos son por completo desconocidos, pues entre los restos encontrados en el yacimiento del cerro del Otero hallamos un fragmento de mandíbula y un metatarsiano de un Roedor menor que un conejo, el *Prolagus Meyeri* y otro trozo de mandíbula de un Carnívoro, el *Trochictis taxodon*, una Viverrida del tamaño de un gato.

Además, existían grandes tortugas terrestres, cuyo caparazón alcanzaría más de un metro de diámetro. Las aves acuáticas no serían raras, á juzgar por el encuentro de un hueso furcular de una Palmípeda que no sería muy diferente de los patos actuales.

El conjunto de esta fauna nos lleva á asimilar en cierto modo el territorio castellano durante el *Tortoniense* á las regiones tan abundantes en caza del África oriental.

Sería la actual Castilla en esta remota época un país cubierto por abundante

vegetación de altas yerbas y matorrales, con numerosos cursos de agua y pantanos, región que, dada su fauna de mamíferos, tendría un clima de temperatura más cálida que la actual, cuya media anual no bajaría de 18°.

Sobre el tramo de elementos detríticos, cuya fauna acabamos de enumerar, existe con espesores de más de un centenar de metros un horizonte de margas yesíferas que aparece en las laderas de los cerros

y colinas y vertientes de los páramos. Estos sedimentos, á juzgar por la fauna que se descubrió en Madrid á mediados del siglo pasado, corresponde al *Sarmatiense* y sus sedimentos acusan una variación en el régimen climatológico con disminución en el grado de humedad atmosférica, sequedad que produjo el depósito en los pantanos de la época anterior, al concentrarse sus aguas, de potentes masas de margas y yesos, acusadores de un clima desértico.

Las especies animales de la época anterior, unas desaparecerían ó emigrarían y algunas se adaptarían al nuevo régimen bajo formas nuevas, resultantes por evolución autóctona de las anteriores, al mismo tiempo que se producirían inmigraciones de otras regiones. Así desaparecieron ó se transformaron las especies de rinocerontes, mientras que los mastodontes de tan gran área de dispersión y de gran facilidad de adaptación continuaron en el país, juntamente con los tropeles de *Anchitherium*, que vivirían en Castilla en grandes manadas, como las actuales de caballos salvajes que ahora existen en las estepas asiáticas y pampas americanas.

Termina la formación del terciario continental de las Castillas por la formación de calizas que corona y constituye el piso de los páramos, calizas de edad *Pontiense* y que, en nuestra opinión, reconocen origen tobáceo y frecuentemente travertínico. Pero antes se acusa en las Castillas un nuevo cambio hacia las condiciones climatológicas de ambiente más húmedo y corrientes más violentas de los ríos que en el *Tortoniense*, como lo indican las capas de conglomerados y cantos rodados inferiores á las calizas de los páramos y superpuestas á las margas yesíferas sarmatienses.

En las Castillas los restos de mamíferos del *Pontiense* son en extremo escasos y muy dudosos; tan sólo alguno que otro se ha señalado. Únicamente podemos indicar con certeza el yacimiento que hemos estudiado, en plena Mancha, en la Puebla de Almuradiel (Toledo), en donde existe un descendiente del *Anchitherium* y predecesor del caballo, el *Hipparion gracile* y la *Hyæna eximia*, con restos de antílopes aún indeterminados.

De la fauna del final del Mioceno, del *Pontiense*, tenemos en España, fuera de Castilla, los yacimientos de Alcoy y, sobre todo, el abundantísimo y de tan antiguo conocido en Concué (Teruel), respecto al que hay notas de interés por Vilanova y Cortázar, y últimamente una publicada por Smith Woodward, cuando vino á recoger para el Museo Británico los ejemplares que llenan dos vitrinas de las galerías del Museo de Historia Natural de Londres.

No podemos tampoco pasar en silencio los importantes yacimientos de la cuenca del alto Segre, los más detenidamente estudiados del final del Mioceno en Cataluña y los que han dado fauna más completa. Un conjunto de geólogos españoles y extranjeros: Almera, Bofill, Chevalier, Déperet y Vidal, han estudiado los yacimientos: el de la Cerdaña, cerca de Puigcerdá, y el de las Tejerías del Firat, en Seo de Urgel. El descubrimiento más interesante es el de una mandíbula del cuadrumano que Lartet había designado, por otro ejemplar encontrado en Francia, con el nombre de *Dryopithecus Fontani*, y que L. M. Vidal encontró en Seo de Urgel, mandíbula que fué objeto de una interesante monografía, publicada en 1913 en el *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*.

II.

El hombre fósil.

Los ancestrales de la Humanidad.

Los ancestrales de la Humanidad permanecen aún en el misterio; las consideraciones que respecto á filogenia del hombre se establezcan carecen de la base fundamental que la existencia de restos indudables de tipos intermedios entre los hombres y los otros grupos de animales proporcionarían. Sólo los descubrimientos del porvenir pueden llenar la laguna que actualmente existe en la larga duración de los tiempos pliocenos y del Cuaternario antiguo.

Del *Dryopithecus*, que es francamente un mono, se salta á especies del Cuaternario medio, que son claramente hombres.

Si prescindimos de los descubrimientos de Ameghino en la Argentina y de los célebres restos del *Pitecanthropus*, descubiertos por el Dr. Dubois en Trinil (Java), unos y otros tan discutidos respecto á edad, y considerados por casi todos los paleontólogos como cuaternarios, no hallamos otro resto fósil que pueda dar luz respecto á los orígenes de la Humanidad que la mandíbula de Mauer y los restos neandertaloides del cuaternario medio.

Establécense así tres especies de hombres: *Homo heidelbergensis*, al que corresponde la mandíbula de Mauer, y si acaso el pretendido *Pitecanthropus*, de Java; *Homo neandertalensis* ó *primigenius*, cuyos

restos son relativamente numerosos, y *Homo sapiens*, en donde deben incluirse las razas fósiles de *Grimaldi*, *Cro-Magnon* y todas las actuales.

La mandíbula de Mauer fué descubierta en esta localidad, inmediata á Heidelberg, en 1907, á 24 m. de profundidad entre las arenas depositadas por un río cuaternario y cubiertas por sedimentos que, contando de abajo arriba, eran: 5 m. de arenas, 2,25 de arcilla, 7,15 de arenas fluviales, 5 de loëss antiguo y cerca de 6 de loëss reciente.

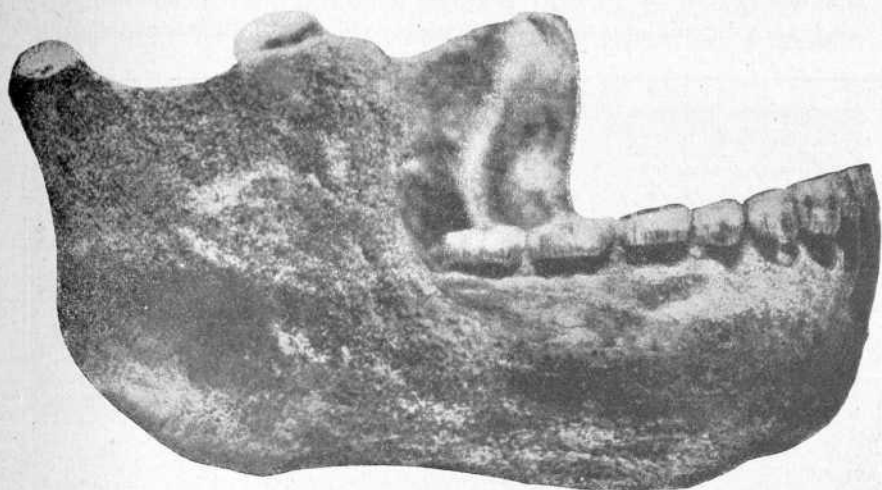


FIG. 10.—*Homo heidelbergensis*: Mandíbula de Mauer, según O. Schötensack.

Numerosos moluscos y 14 especies de mamíferos, entre ellos *Elephas anticus* y *Rhinoceros etruscus* fijan exactamente la edad del resto humano más antiguo conocido. Ningún sílex tallado, nada trabajado por la mano del hombre se encontró junto á la mandíbula y, por lo tanto, nada puede suponerse de la mentalidad de este ancestral humano.

Caracterizan á la mandíbula de Mauer la falta absoluta de barbilla, la forma redondeada de esta región y el extraordinario espesor del cuerpo mandibular, lo cual, unido á la forma de la rama ascendente, hubiera hecho considerarla como perteneciente á un mono antropomorfo, análogo al gorila ó al gibón.

Pero la dentición, que está completa, es decididamente humana, obteniéndose la conclusión de esta mezcla de caracteres, unos francamente simios, y otros claramente humanos, que no puede homologarse este sér con los hombres actuales, ni aun con los de las razas

más inferiores, ni tampoco con los ancestrales de la humanidad actual, de que ahora nos ocuparemos al tratar del cráneo de Gibraltar y de la mandíbula de Bañolas.

El hombre fósil en España.

Los restos de hombres más antiguos de España corresponden á la segunda especie: al *Homo primigenius* ó *neandertalensis*. ¿Cuáles eran los rasgos fisonómicos de estos antecesores de los primitivos españoles?

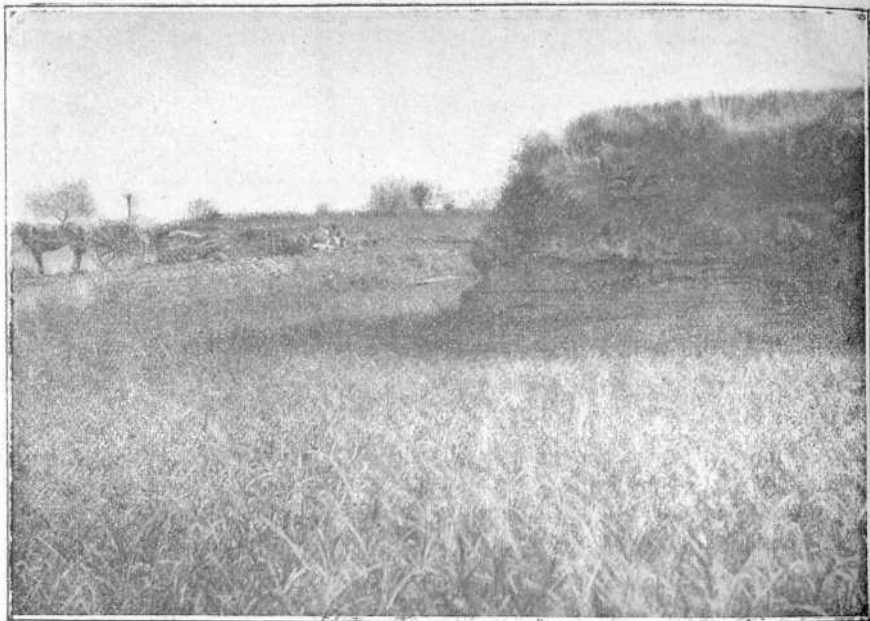


FIG. 11.—Cantera del llano de la Formiga junto al lago de Bañolas. (La línea del margen indica el nivel donde apareció la mandíbula).

El cráneo de Gibraltar fué presentado al Congreso de Norwich en 1868 por Buck, quien lo había descubierto en las excavaciones que hizo algunos años antes en el conglomerado duro y compacto situado junto á la cueva que los ingleses llaman Forbes'quarry. El cráneo está incompleto, le falta la mandíbula, como también parte de la bóveda craneana, pero la cara está completa. Es un cráneo muy dolicocefalo, pequeño, de muy gruesas paredes, de cara ancha y maxilares salien-

tes; aberturas nasales en extremo anchas, órbitas enormes, redondeadas y muy separadas; arcos superciliares abultadísimos en forma de visera; frente estrecha, escapada hacia atrás, de tal modo, que el cráneo se deprime bruscamente en la región frontal. Como carácter especial, desconocido en las razas humanas, el surco situado entre el agujero nasal y los pómulos, llamado fosa canina, está substituído por una superficie convexa como en los monos, siendo otro carácter simio la forma en herradura de la arcada dentaria, en lugar del arco parabólico que describe en los verdaderos hombres. Este cráneo, de aspecto tan bestial, corresponde al sexo femenino ó, si se quiere, á una hembra.

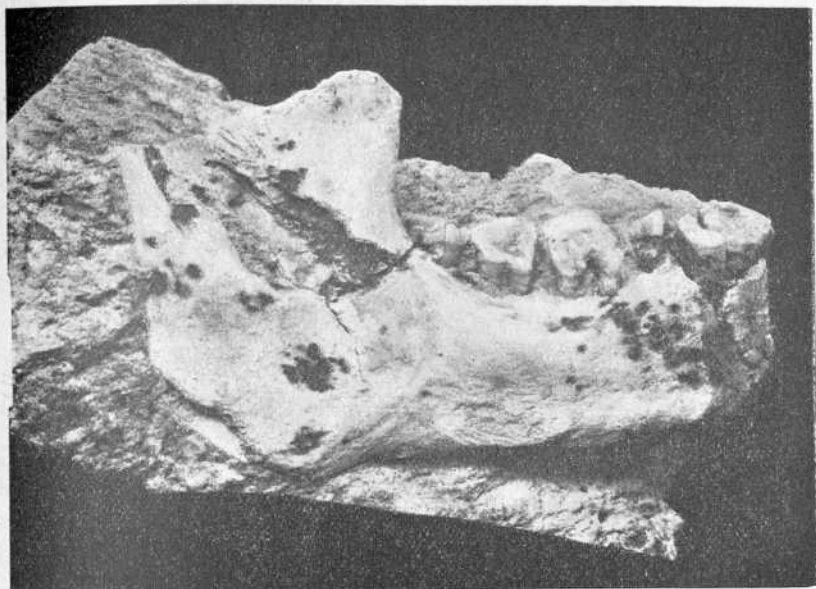


FIG. 12. -- *Homo neandertalensis*: Mandíbula de Bañolas.

Otro resto fósil, que completa los caracteres del cráneo de Gibraltar, es la mandíbula descubierta en 1887 en el otro extremo de España, junto al lago de Bañolas, en la provincia de Gerona, por el farmacéutico D. Pedro Alsius, en una cantera abierta en las tobas calizas que rodean al lago, y que este año de 1915 ha sido objeto de la detallada monografía que redactamos en colaboración con el profesor Obermaier, y que sometemos también á la consideración del Congreso.

Caracteriza á la mandíbula de Bañolas la falta casi absoluta de bar-

billa, gran abertura del arco dentario, dentición robusta, cuerpo mandibular bajo, redondeado y grueso; posición de la apófisis coronoides á la misma altura que el cóndilo y ángulo mandibular pequeño; conjunto de caracteres que diferencia esta mandíbula de las propias del *Homo sapiens*, bien se trate de las actuales razas europeas ó de las razas más inferiores, como las australianas, y aun de las razas fósiles de Cro-Magnon ó la negroide de Grimaldi.



FIG. 13.—*Homo neandertalensis*: Cráneo de La Chapelle-aux-Saints, según M. Boule.

Sin embargo, algunos caracteres secundarios que apenas se inician indican ya una ligera aproximación hacia la especie actual del hombre, siendo el más importante la barbilla naciente en contraposición á la falta absoluta de ella en otros ejemplares del *Homo primigenius*, como el últimamente descrito por el profesor Boule de La-Chapelle-aux-Saints.

El fósil de Bañolas corresponde á un individuo del sexo masculino,

es el Adán de la primitiva Eva encontrada en Gibraltar; ambos, según se ha comprobado por otros restos de la misma raza descubiertos en otros países, vivieron durante el *Musteriense*, siendo lógico suponer, teniendo en cuenta lo distanciados que se han encontrado los fósiles, que su raza, durante dicha época, se extendía de un extremo á otro de la Península.

¿Cuáles serían los pensamientos de estos seres, de aspecto y fisonomía tan bestial? ¿Qué mentalidad sería la suya? A juzgar por los restos de la industria lítica del *Musteriense*, no sería muy inferior á las razas más salvajes y refractarias á toda civilización de Australia. Sin embargo, sus caracteres físicos, tan diferentes de los actuales, justifican que estos primitivos seres, si bien genéricamente se consideren dentro de la Humanidad, se los haya incluido en especie diferente del hombre actual.

Después de la época *Musteriense*, durante el paleolítico superior, los hombres que existían, bien se trate de la raza de Cro-Magnon, bien de los negroides de Grimaldi, caben, física y mentalmente considerados, perfectamente en la especie *Homo sapiens*. Como veremos, su civilización y mentalidad es á veces superior á la de algunos pueblos salvajes actuales.

El clima y los mamíferos cuaternarios.

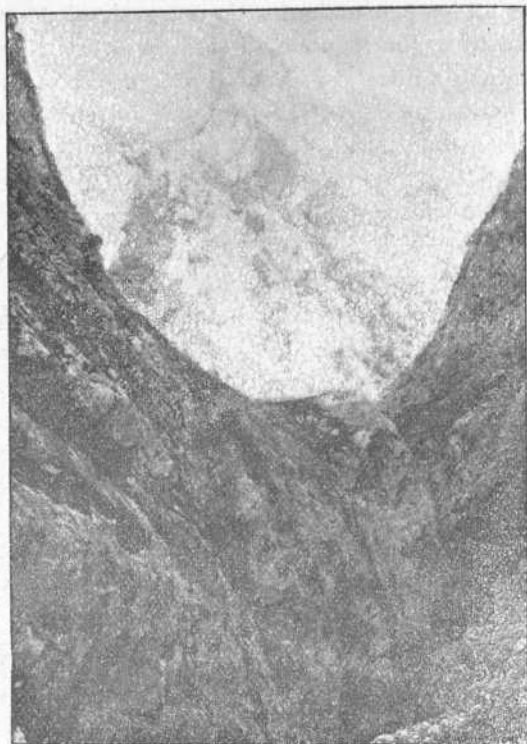
¿Pero en qué medio climatológico vivían estas razas? ¿Qué animales eran la presa de estos hombres esencialmente cazadores?

De los diversos cambios de clima que durante el Cuaternario se han efectuado en España, sólo tenemos datos fragmentarios. Sabido es que los tiempos cuaternarios se caracterizan por una alternancia de épocas frías y cálidas; durante las primeras, las altas cumbres de las altas montañas estaban coronadas de nieves perpetuas, dando origen á glaciares que en las sierras próximas al mar, como en los Picos de Europa, descendían por los valles al modo de las actuales glaciares de los Alpes, mientras que en los macizos montañosos que ocupan situación continental, como en el Guadarrama, Gredos ó Sierra Nevada, sólo se formaban glaciares de circo ó que descendían tan solo por las cabeceras de los valles.

Con estas épocas frías alternan otras en que los glaciares se reducen ó desaparecen, el clima se dulcifica, y á las faunas de climas de baja temperatura suceden otras de clima cálido.

Es ésta cuestión que actualmente se está estudiando en España, pues sólo se poseían datos fragmentarios y dudosos.

El profesor Obermaier, una de las autoridades más reputadas de Europa en glaciología cuaternaria, acaba de publicar en la serie geológica de los «Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales», un estu-



Fot. H. Obermaier.

FIG. 14.—Picos de Europa: Cauce del glaciar de Bulnes.

dio del glaciario de los Picos de Europa, habiendo obtenido la consecuencia de la existencia de dos períodos glaciares en la región durante el cuaternario. El hombre de esta época ha debido, por lo menos durante el último período glacial, ver las cumbres de los Picos de Europa cubiertas de hielo y los glaciares descender lentamente hacia los valles. Los yacimientos al aire libre de Unquera y Panes, que el profesor alemán clasifica de la época *Acheleo-Musteriense*, se hallan al

exterior del macizo, y los de la Hermida, del *Magdalenense* final ó *Aziliense* pertenecen á un período post-glaciár.

Las excavaciones que hemos realizado en las cavernas prehistóricas de Rivadesella, estudio aun inédito, nos ha demostrado un cambio de clima en la costa cantábrica desde el *Magdalenense* inferior al *Aziliense*, pues los restos de hogar del primer período, que existen



For. H. Obermaier.

FIG. 15.—Picos de Europa: Morrena de retroceso del glaciar Duje al pie de Peña Vieja.

únicamente en el interior de las cuevas, contienen una fauna de moluscos litorales completamente diferente que los restos de hogar Azilienses, constituida por las mismas especies y formas que dominan ahora en la costa, restos situados siempre á la entrada de las cuevas ó al aire libre junto á la entrada.

En cuanto á la fauna de mamíferos del Cuaternario, debe considerarse como el yacimiento más antiguo en España conocido el que hemos estudiado en Valverde de Calatrava (Ciudad-Real), que indica

un clima cálido interglaciario, ó probablemente preglaciario con *Elephas meridionalis*, *Hippopotamus major*, un gran ciervo, *Bos* y *Ecus*; fósiles que se encontraron no lejos del curso actual del Guadiana al abrir una noria y á unos 6 m. de profundidad, entre cantos y gravas de origen fluvial á los que se superpone un banco de caliza tobácea de 2,20 m. de espesor, otro de lapillis volcánicos de 2,30, y en la superficie una capa de tierra roja producto de decalcificación de los materiales volcánicos.

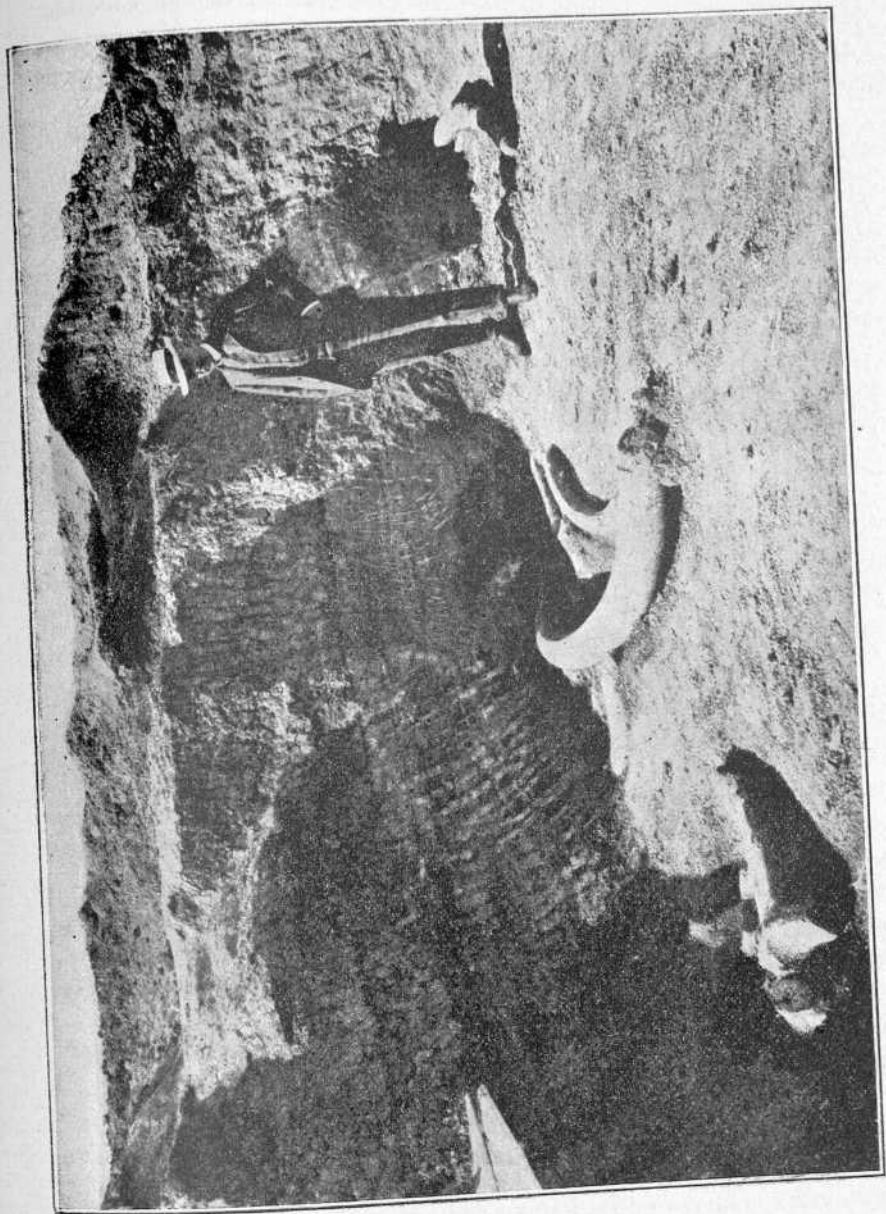
Los aluviones inferiores acusan acarreo intensos en el Guadiana, bien diferentes de los lentos de hoy día propios de un río evolucionado y viejo. Los productos volcánicos, superpuestos á los aluviones y cascajos fosilíferos, nos indican que los volcanes de los Campos de Calatrava emitían sus corrientes de lava y sus espesas nubes de cenizas y lapillis mucho más recientemente que lo que se había supuesto, por cuanto son posteriores, por lo menos en parte, al cuaternario inferior, bien caracterizado por el *Elephas meridionalis* típico y el Hipopótamo.

Finalmente, una tercera deducción, acusada por esta fauna y por la formación tobácea de origen subáreo, tan extendida por Castilla la Nueva, es la existencia en el centro de España de un clima cálido libre de heladas invernales, en los comienzos del cuaternario.

Las excavaciones prehistóricas.

De los tiempos á que corresponde el yacimiento de Valverde no se conocen restos humanos; pero de niveles cuaternarios superiores al que acabamos de describir tenemos en España dos yacimientos del más alto interés. Uno, conocido de antiguo gracias á los trabajos de Prado y Vilanova, es el del cerro de San Isidro, en Madrid. El otro, aún más interesante, es el que ha excavado, con tanto fruto para la ciencia, el ilustre Marqués de Cerralbo en Torralba (Soria) con tan gran perseverancia y con tanto entusiasmo y desprendimiento generoso para su Patria.

No he de insistir en este yacimiento, pues en el anterior Congreso, celebrado en Madrid, el mismo Marqués dió cuenta de su descubrimiento, y en el actual nos da á conocer sus nuevos trabajos en otros yacimientos inmediatos que circundan la extensa laguna que en los tiempos cuaternarios existía en Torralba; únicamente diré que los que los hemos visitado y asistido á las excavaciones, al ver



Fot. J. Cabrié.

FIG. 16.—Excavaciones de Torralba: Vista del yacimiento.

extraer los colosales huesos y los toscos instrumentos de pedernal tallados por el hombre en una época interglaciár tan remota y alejada de nuestros tiempos, nos figurábase, á la vista del campamento exhumado, asistir á la escena en que la horda salvaje destrozaba con las pétreas hachas el cuerpo del gigantesco elefante recién cazado.

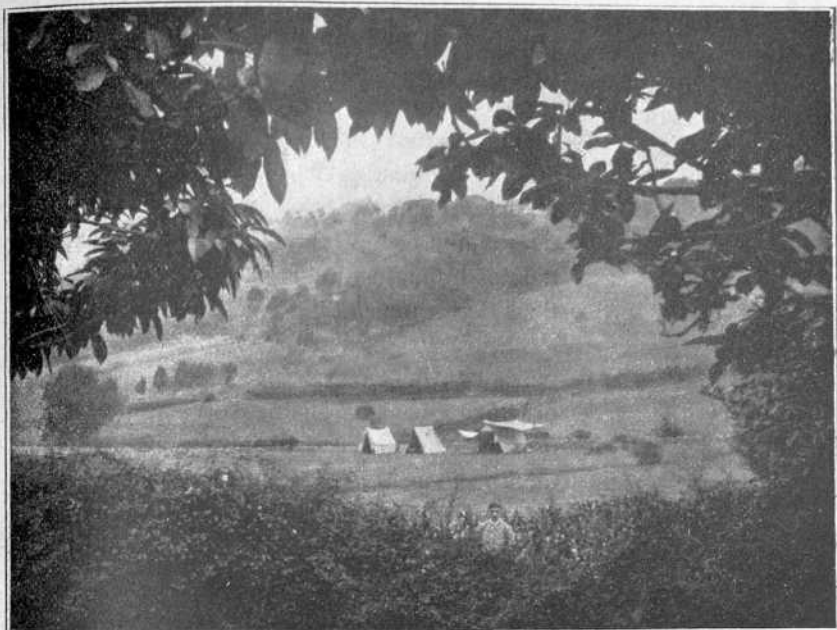
De gran importancia son también las excavaciones que se han realizado y se están realizando en las cavernas prehistóricas del Norte de España. Son estos trabajos operaciones que exigen gran atención y cuidado, una extrema vigilancia por parte del técnico que dirija las excavaciones, el cual no puede apartarse un momento del trabajo, pues el lugar que ocupan los instrumentos ó los restos esqueléticos tienen una importancia capital para la estratigrafía del yacimiento.

Una de las excavaciones más interesantes del Norte de España es la realizada, por cuenta del *Instituto de Paleontología humana de París*, por el profesor Hugo Obermaier en la cueva del Castillo, en Puente Viesgo (Santander). Las excavaciones, que duraron cuatro campañas de cuatro meses cada una, desde 1911 á 1914, han dado por resultado vaciar la enorme caverna de los restos que la llenaban en un espesor de más de 16 m.; materiales paleontológicos y de industria y arte prehistórico que conserva el Instituto francés en sus colecciones de París.

El nivel inferior, en contacto con la roca, ofrecía restos de reno, es decir, de fauna glaciár, con instrumentos de pedernal de edad indeterminable por lo atípicos; seguía un nivel *Achelense antiguo*, dos de *Musteriense superior* y uno de *Auriniense medio*, con fauna de clima cálido, pues el rinoceronte de Mercki era abundante. Seguían otros niveles de *Auriniense superior*, *Solutrense inferior* y *Magdalenense antiguo*, en los que vuelve á aparecer el reno, que emigrado al Norte durante el período anterior interglaciár cálido, volvió á España al descender la temperatura y comenzar otro período glaciár. Terminaba el relleno de la caverna un nivel del *Magdalenense superior* que contenía bellos arpones y algún hueso grabado, y en lo alto otro *Aziliense*, en el que termina la industria paleolítica. Finalmente, se hallaron en la superficie restos de utensilios de la Edad de los Metales, en la que alborean ya los tiempos protohistóricos.

Del tipo de esta excavación, que tan interesantes datos ha aportado á la Geología, Arqueología y Paleontología cuaternaria, es la que la *Comisión de Investigaciones paleontológicas y prehistóricas* ha realizado en la cueva de La Paloma, en un pintoresco valle de la región de Las Regueras, en Asturias. Dos campañas nos ha ocupado el estudio de la cueva de la Paloma; en la primera, realizada durante el

verano de 1914, contamos con la eficaz cooperación del Sr. Cabré y del Sr. Conde de la Vega del Sella; en la segunda, durante el verano que acaba de terminar, nos auxiliaron en los trabajos también el señor Conde de la Vega del Sella y el colaborador extranjero Sr. Wernert.



Fot. J. Cabré.

Fig. 17.—Excavaciones prehistóricas en Asturias: Campamento junto á la cueva de la Paloma.

Alejada la caverna de La Paloma de centros de población, tuvimos necesidad de instalarnos en un campamento, junto á la cueva, que fué nuestra residencia durante todo el tiempo que duraron las excavaciones, campamento del que da idea el grabado adjunto.

Los objetos extraídos no pasaron la frontera esta vez, y figuran en las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales, donde tiene su domicilio la Comisión.

Gran parte del tiempo, el primer año, se destinó á desescombrar la cueva de los grandes bloques desprendidos de la bóveda, los que frecuentemente hubo que volar con dinamita.

Los niveles corresponden á tres civilizaciones paleolíticas: *Azilien-*

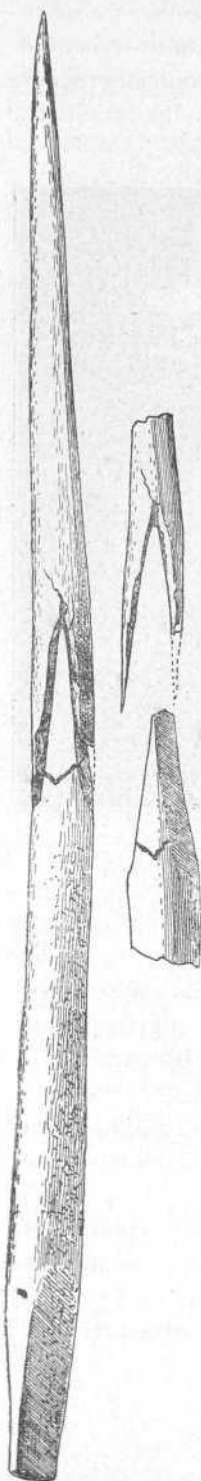


FIG. 18.—Arma encontrada en las excavaciones de la cueva de la Paloma (Asturias).

se, *Magdalenense superior* y *Magdalenense inferior*; las tres, pero especialmente la última, con una industria lítica de cuarcita, desconocida en las cavernas extranjeras, completamente nueva y de gran interés.

La explotación ha producido excelentes resultados en instrumentos de asta de ciervo y hueso, como arpones, azagayas, agujas, bastones perforados, adornos, pintura para tatuaje y algunos huesos y placas de pizarra con animales grabados del más puro arte magdalenense. Además, recolectamos abundante fauna de mamíferos y fragmentos de maxilares y dientes humanos que conservarían los paleolíticos de la cueva de La Paloma como amuletos.

Entre los objetos recogidos he de hacer particular mención de un silbato fabricado con un trozo de costilla; jamás olvidaremos la impresión que nos causó aquel sencillo instrumento al hacerle sonar, apenas limpio de la tierra, después de los incalculables millares de años que permaneció mudo en las entrañas de la caverna prehistórica.

Otro de los instrumentos encontrados nos ha dado la clave del uso á que se destinarían ciertas puntas labradas en hueso y asta de reno y ciervo, abundantes en los yacimientos de la época magdalenense y acerca de las cuales tantas conjeturas é hipótesis se habían hecho para explicar su uso, sin llegar á descifrarlo. Estas puntas, que siempre habían aparecido aisladas, presentan unas en un extremo un doble bisel y otras una profunda muesca ahorquillada. En La Paloma, además de varios de los dos tipos aislados, encontramos una de las partes del instrumento encajada en la otra, de tal modo, que la punta de base ahorquillada ajustaba exactamente en el extremo doblemente biselado de la otra parte; tenía por objeto este instrumento que, al ser disparado

por el arco constituyendo el extremo de una flecha, quedase la punta aguda de base profundamente ahorquillada dentro del cuerpo del ani-



Fot. F. H.-Pacheco.

FIG. 19.—Excavaciones prehistóricas en Asturias: La cueva del Penical.

mal ó del enemigo á quien se había disparado, de tal modo, que no podía ya salir por la herida por impedirlo el extremo bifido, sino que

penetraría más y más en el cuerpo de la víctima con los movimientos de ésta, hasta que, encontrando algún órgano importante, produjera la muerte esta arma producto de una inventiva diabólica.

Esto nos hace ver que la mentalidad de la humanidad, lo mismo en la remota aurora de los tiempos primitivos que en los actuales, también de barbarie, ha sido siempre tan cruel y sanguinaria, y que en este respecto tanto merece el calificativo de salvaje el hombre actual llevando la guerra y la destrucción donde quiera que hay pueblos y hombres á quienes dominar y explotar, como el ancestral Cro-Magnon guerreando por el territorio de caza y aniquilando á la tribu más débil; tan solo una diferencia separa en esta cuestión á los civilizados actuales de los salvajes primitivos; éstos peleaban hordas contra hordas, un pequeño grupo contra otro, como representa el fresco de Alpera; ahora son millones de hombres los que se lanzan á la destrucción y la muerte de otros millones. Cabe dudar con tristeza si la civilización de que tanto blasonamos es más bien regresiva que progresiva.

En la labor de buscar en las excavaciones espeleológicas los datos de la primitiva historia de la Humanidad, se distingue por el entusiasmo, intensidad de trabajo y buen éxito el laborioso Conde de la Vega del Sella, que ha realizado en diversas cavernas de Asturias excavaciones de gran importancia científica, como las efectuadas en las cuevas de Penical, en Nueva (Asturias), en donde ha descubierto una industria lítica en extremo interesante y que ha sido objeto de una monografía en las publicaciones de la Comisión española, teniendo en preparación otras respecto á los resultados obtenidos de sus estudios en la cueva del Cueto de la Mina, junto á Posadas (Asturias), de donde ha obtenido un conjunto de objetos labrados en piedra, hueso y asta, correspondientes á varias civilizaciones primitivas, con fauna, en la que está representado el mamut y otros mamíferos extinguidos de España.

Los esfuerzos del Conde de la Vega del Sella son tanto más de estimar cuanto los objetos resultantes de sus costosas excavaciones pasan á formar parte de las colecciones de la Nación en el Museo de Ciencias Naturales, dando así gallarda muestra de desinterés y patriotismo.

III.

El arte fósil.**España, Museo de Arte prehistórico.**

El estudio más fecundo en resultados para alcanzar el conocimiento de las civilizaciones de nuestros ancestrales fósiles es el de sus manifestaciones artísticas, consistentes en pinturas y grabados que los hombres del período Cuaternario, y en general los prehistóricos, han dejado en las cavernas, abrigos y rocas al aire libre de numerosas regiones de España.

Las pinturas rupestres es el asunto que más preocupa é interesa en la actualidad á todos los prehistoriadores del mundo, como puede comprobarse hojeando las Revistas técnicas y de divulgación científica. Para nosotros tiene más interés porque estas pinturas llenan con tal profusión España, que hacen de nuestra Patria el Museo mundial, donde á la vista de documentos dejados por los mismos hombres fósiles puede conocerse el género de vidas y costumbres de los pueblos primitivos con claridad hasta ahora desconocida.

No es un nuevo medio de investigación tan sólo el estudio del arte rupestre, es algo más importante, pues es el archivo de las primeras civilizaciones, el cual, para suerte de la Ciencia española, poseemos en nuestra Patria y que, como españoles y pueblo culto, estamos en el deber de conservar y estudiar, pues del mismo modo que las gigantes pirámides y los templos del antiguo Egipto tienen significación tan grande para el conocimiento de los primeros tiempos de la Historia, y los viejos monumentos y ruinas de la Grecia tienen tan extraordinario valor para el estudio de las civilizaciones clásicas, así nuestra caverna de Altamira, nuestros frescos de Alpera, Cogul y del Tajo de las Figuras ó los grabados de la cueva de la Peña, significan en prehistoria lo que los bajorrelieves y pinturas egipcias en la historia primitiva ó la Acrópolis de Atenas en el arte clásico.

Historia del descubrimiento del arte rupestre.

Las pinturas rupestres eran conocidas por nuestros clásicos del siglo de oro que acertadamente suponían eran debidas á pueblos de



Fig. 20.—Conjunto del techo de la cueva de Altamira.

la más remota antigüedad; así, Lope de Vega, en su comedia titulada *Las Batuecas*, en 1597, alude sin duda á las pinturas prehistóricas del llamado Chanchal de las Cabras pintadas.

Don Fernando López de Cárdenas, cura de Montoro en el siglo XVIII, estudió las pinturas rupestres de La Batanera y de otras localidades de Fuenaliente, en La Sierra Morena, asignándolas, como era lógico suponer, teniendo en cuenta la época, significación distinta de la admitida hoy, pues entonces la Prehistoria no existía, pero estimándolas de tan gran interés y remota antigüedad que una copia de las pinturas y un fragmento de la peña con parte de ellas se enviaron al Conde de Floridablanca, con destino al Gabinete de Historia Natural de Madrid.

Ya en el siglo XIX el gran investigador, padre de la Arqueología prehistórica española, D. Manuel de Góngora y Martínez, fué quien en su célebre libro *An-*

tigüedades prehistóricas de Andalucía, editado en Madrid en 1868, estudió detenidamente estos monumentos pictóricos de La Sierra Morena y los de la Cueva de los Letreros, reproduciendo las pinturas mediante grabados en color en su libro y dándoles la significación que científicamente les correspondían, teniendo en cuenta que la Ciencia prehistórica estaba en sus comienzos en la época de Góngora.

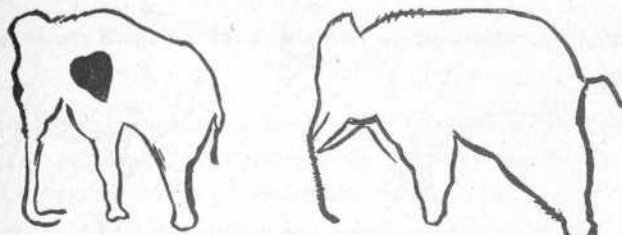


FIG. 21.—Elefantes en las cavernas prehistóricas de Pindal y Castillo.

Con estos antecedentes, ¿no resulta pueril que la vanidad de algún sabio extranjero, por mucho que sea su renombre, quiera considerar como descubrimiento suyo las pinturas rupestres de La Sierra Morena y vedar su estudio á los demás por consideraciones más ó menos artificiosas y faltas de razón, estudio que es patrimonio de todos los investigadores y que de tener algunos preferencias (que no estimamos justificadas) corresponderían con más razón que á nadie á los españoles?

Pero el descubrimiento que más fecundos resultados dió fué el de las pinturas, mucho más antiguas, de la caverna de Altamira. En 1875 Marcelino de Sautuola exploró la caverna de Altamira, cerca de Santillana del Mar (Santander), caverna descubierta casualmente por un cazador en 1868, y reconoció la existencia de un abundante depósito de restos de hogar en el vestíbulo, y posteriormente el hermoso conjunto de pinturas que ornán el techo, representando la fauna de la época, especialmente bisontes, publicando en 1880 su obra *Breves apuntes sobre algunos objetos prehistóricos de la provincia de Santander*, en donde expone su opinión que las pinturas son obra del hombre prehistórico que convivió con los bisontes y demás animales allí representados.

Las personas que en España investigaban en la Ciencia, si bien faltas de la debida protección oficial, se preocuparon del descubrimiento. En la sesión de la Sociedad Española de Historia Natural del 7 de Junio de 1882, Vilanova y Jiménez de la Espada dieron á conocer el

descubrimiento de Sautuola, manifestando su opinión, de acuerdo con la del descubridor, que habían sido ejecutadas por el hombre primitivo, contemporáneo de los animales cuaternarios.

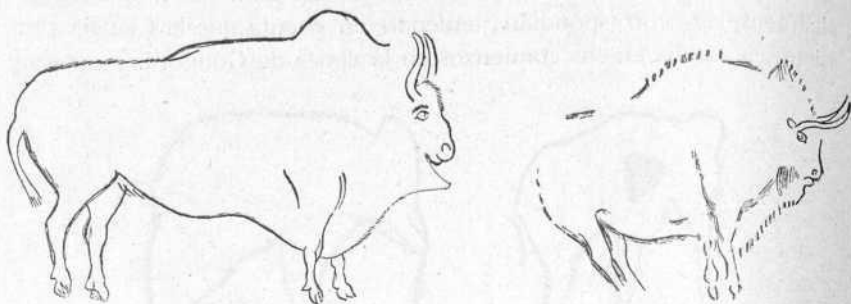


FIG. 22.—Bisontes de las cavernas prehistóricas de Pindal y Altamira.

Con este motivo una discusión empeñada se entabló en la Sociedad, aportándose por unos y otros nuevos datos y apasionando el asunto á los sabios españoles.

El geólogo Calderón publicó un trabajo titulado *Las antiguas pinturas rojas de España*, en el que se exponía las noticias que se tenían respecto á lo que ahora llamamos pinturas rupestres, atribuyéndolas un origen antehistórico. De un lado Vilanova, Jiménez de la Espada, González de Linares y algunos más, afirmaban su convicción de que

las famosas pinturas eran obra del hombre prehistórico. Otro grupo de geólogos, prehistoriadores y zoólogos no creían en un arte pictórico que se remontaba á los tiempos geológicos.

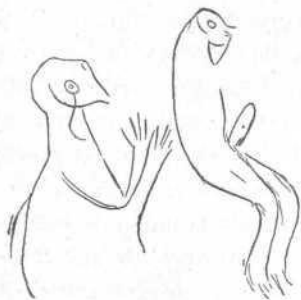


FIG. 23.—Figuras antropomorfas de la caverna de Altamira.

El nombramiento de una Comisión, que Antón propuso, para que estudiase el asunto en el terreno, no pudo realizarse, pues la Sociedad no disponía de más fondos que los indispensables para atender á sus publicaciones, y solicitar del Estado en aquellos tiempos auxilios para efectuar excavaciones de índole prehistórica era inútil.

Hay que tener en cuenta que ejerció gran influjo en este asunto la opinión de los prehistoriadores franceses, sistemáticamente hostiles al descubrimiento. Así, Cartailhac, el más reputado en estas investigacio-

nes en Francia, y que había estudiado la Prehistoria española, se manifestó francamente contrario, considerando apócrifas las pinturas; el paleontólogo Harlé las estimó también falsas; Mortillet ni siquiera las citó en su *Manuel Préhistorique*, á pesar de conocerlas, llegándose por algún arqueólogo francés (1) á la opinión ridícula de considerarlas obra de los clericales españoles para desacreditar la Arqueología.

Trabajos en España del Instituto de Paleontología humana de París.

Pero pasó más de un cuarto de siglo y comenzaron á descubrirse grabados y pinturas de animales en las grutas francesas como en *La Mouthe* y *Pair-non-Pair*, y cuando las cavernas de *Combarelles* y *Font*



FIG. 24.—Figura antropomorfa de la cueva de La Peña en San Román de Candamo (Asturias).

de Gaume, con sus numerosos frescos paleolíticos fueron conocidas, se comprendió lo injusto de la campaña contra los descubrimientos españoles.

(1) Cabré: *El arte rupestre en España*, pág. 56.

Cartailhac, con una sinceridad que le honra, publicó en 1902 un artículo en *L'Antropologie* titulado «Mea culpa de un sceptique», cuyo solo título indica su significado. En Septiembre del mismo año el autor de la rectificación y su discípulo el abate Breuil, comprendiendo el interés que tendría el estudio de la primera caverna donde se descubrió el arte rupestre, fueron á Altamira, y algún tiempo después el escéptico Harlé.

Los expedicionarios encontraron en Santander y en Santillana la favorable acogida y los auxilios que la hidalguía española siempre ha prestado al extranjero, y más si éste es un hombre de Ciencia. Realizaron el estudio minucioso de la notable caverna, reputándola como el más notable monumento del arte cuaternario. Consecuencia de esta expedición fué el lujoso libro que escribieron titulado *La Caverne de Altamira*, editado gracias á la liberalidad del doblemente soberano por su estirpe y por su ciencia, el Príncipe Alberto I de Mónaco, que por éste y por otros muchos conceptos tan acreedor es á la gratitud de cuantos se interesan por el desarrollo de la Ciencia y la Cultura.

El nuevo estudio de la caverna de Altamira fué punto de partida de un conjunto de investigaciones realizadas por toda Cantabria por

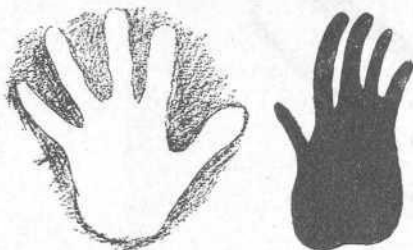


FIG. 25.—Manos en negativo y positivo de las cavernas prehistóricas de Castillo y Altamira.

los profesores del Instituto de Paleontología humana de París, Breuil y Obermaier, con la eficaz cooperación de algunos prehistoriadores de la región, principalmente Alcalde del Río y el P. Sierra, encargados especialmente de la busca de nuevas cavernas con arte cuaternario, descubriendo uno ú otro ó ambos conjuntamente la de Castillo, en

Puente Viesgo, Santián, Pindal, Covalanas, Venta de la Perra y otras varias, por no citar sino las principales.

Consecuencia de esta intensa exploración, que el Instituto francés hacía sin reparar en gastos, han sido los numerosos folletos y trabajos publicados, especialmente en *L'Antropologie* y, sobre todo, la monumental obra publicada también bajo los auspicios del Príncipe de Mónaco, *Les Cavernes de la Region Cantabrique*, por Alcalde del Río, Breuil y el P. Sierra, siendo ejemplo acabado de lujosas monografías de esta índole la que el profesor Obermaier, en unión de Breuil y Al-

calde del Río, ya constituido oficialmente el Instituto de Paleontología humana de París, destinó á la descripción de la interesante caverna *La Pasiega*, descubierta por el primero de los autores en unión de su discípulo Wernert.

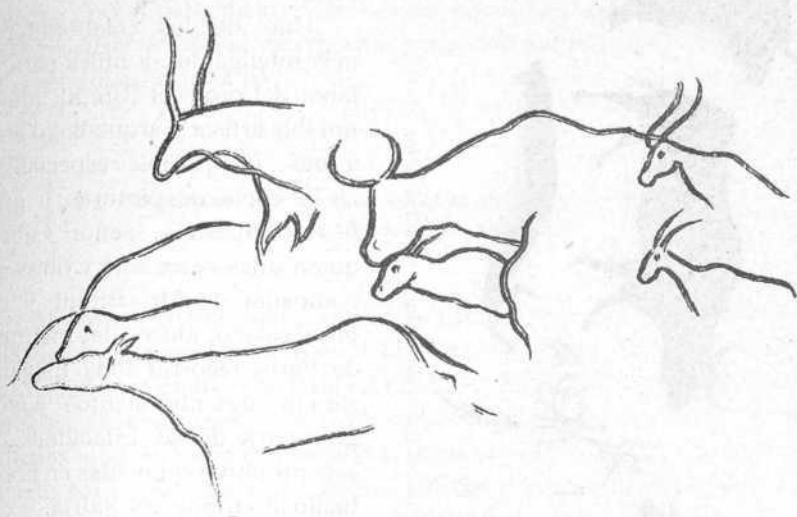


FIG. 26.— Animales grabados en Calapatá.

Después de estos triunfos científicos en Cantabria, el Instituto de París emprendió un plan general de estudios prehistóricos en el resto de España, efectuando el abate Breuil numerosos viajes á las localidades citadas en antiguas publicaciones españolas, interesando á las personas aficionadas á los estudios prehistóricos de las regiones en que existían pinturas para que buscaran éstas. Uno de sus auxiliares de más competencia científica á quien se debe gran número de descubrimientos de pinturas rupestres por el SE. de España es el ilustrado arqueólogo D. Federico de Motos, farmacéutico en Vélez-Blanco.

Guías adiestrados, á sueldo, para la busca de peñas pintadas por diversas regiones españolas, han permitido conocer tan gran cantidad de localidades con arte rupestre, que el resultado ha sobrepasado á la esperanza.

Mientras el profesor Breuil recorría España, el profesor Obermaier atendía de preferencia á las excavaciones, siendo resultado de ellas el estudio realizado durante cuatro campañas en la cueva del Castillo, en Puente Viesgo.

De este modo la Península quedó convertida en campo de opera-



FIG. 27.—Toros pintados en el abrigo rocoso del prado del Navazo en Albarriacín.

ciones del Instituto de París, realizándose por penetración pacífica la conquista de la España prehistórica para la Ciencia francesa.

Uno de los colaboradores más inteligentes y útiles para la labor del profesor Breuil, fué el notable artista y arqueólogo aragonés, insuperable especialista en la copia de pinturas y grabados rupestres, señor Cabré, quien unas veces solo y otras en compañía de Mr. Breuil y de otros colaboradores del Instituto de París, recorrió toda España, siendo descubrimientos suyos gran parte de las estaciones de arte primitivo conocidas en la actualidad en nuestra Patria.

En realidad, la Ciencia española debe á este impulso el renacimiento que se observa en los estudios de prehistoria, y fué el reactivo enérgico que puso en acción las fuerzas latentes en España. Por esta consideración estamos en el deber de agradecer la labor del abate Breuil y de sus compañeros, y guardar gratitud á la desinteresada y noble iniciativa del Príncipe de Mónaco.

Hay en esto una gran lección para nosotros los investigadores españoles, y una consoladora esperanza. Hemos sido un pueblo detenido en su progreso; no es nuestra raza, como falsamente creen algunos que no nos co-

nocen, una raza que retrocede ó agotada; somos tan sólo un pueblo que, mientras otros más felices marchaban, quedó detenido al borde del camino del progreso casi todo un siglo por causas que señalé al tratar de los estudios de Paleontología en España; y nuestro deber es trabajar, no al paso de los demás, sino más aprisa, más intensamente, para alcanzar á los que van delante y marchar juntos por el camino de la civilización y de la paz.

La Comisión de Investigaciones paleontológicas y prehistóricas de España.

Afortunadamente han pasado los tiempos aquellos del último tercio del siglo pasado, en que la Sociedad científica de más prestigio en España no podía, por falta de medios y de auxilios del Estado, emprender excavaciones en la caverna de Altamira. Ahora, aún con los medios modestos que aconseja la prudencia para toda obra naciente, la *Junta para Ampliación de estudios* subviene á la necesidad que exige el desarrollo de la investigación científica en nuestra Patria.

Esto nos permitió, contando con la aquiescencia y el apoyo de los profesores Sres. Cajal y Bolívar, Presidente, el primero, de la Junta para Ampliación de estudios, y Director del Museo Nacional de Ciencias Naturales, el segundo, organizar hace tres años la *Comisión de Investigaciones paleontológicas y prehistóricas*, cuyos frutos son ya abundantes, teniendo en cuenta lo reciente de su fundación, como puede juzgarse por las Memorias, Notas y libros publicados, y que sometemos á la consideración del Congreso (1).

(1) La lista de publicaciones de la Comisión, es la siguiente:

Memorias.

1. «El arte rupestre en España: Regiones septentrional y oriental», por *Juan Cabré*, con prólogo del *Marqués de Cerralbo*.
2. «Las pinturas prehistóricas de Peña Tú», por *Eduardo Hernández-Pacheco* y *Juan Cabré*, con la colaboración del *Conde de la Vega del Sella*.
3. «Avance al estudio de las pinturas prehistóricas del extremo Sur de España», por *Juan Cabré* y *Eduardo Hernández-Pacheco*.
4. «La cueva del Penicil (Asturias)», por el *Conde de la Vega del Sella*.
5. «Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia», por *Eduardo Hernández-Pacheco*, con la colaboración de *Juan Dantín*.

Constituyóse la Comisión, aceptando el cargo de Director D. Enrique de Aguilera y Gamboa, Marqués de Cerralbo, pues á ello le obligaba su patriotismo y le hacían acreedor sus importantes trabajos y excavaciones que abarcan todos los tiempos prehistóricos y protohistóricos en tan múltiples lugares de la cuenca del Jalón.

El autor de esta Memoria asumió el cargo de Jefe de trabajos, y el incansable explorador de cuevas, abrigos y peñas con arte rupestre, D. Juan Cabré, el de Comisario de exploraciones.

Bien pronto se nos unió el Sr. Conde de la Vega del Sella, cuya gran cultura en diversas ramas de las Ciencias Naturales y su infatigable actividad, son sólidos fundamentos en que se asentó la especialidad que con tanto éxito cultiva, hasta el punto de ser uno de los más eminentes prehistoriadores de España.

Ultimamente, distinguidos catedráticos de algunas de nuestras Universidades é Institutos se nos han asociado para esta labor patriótica, laborando en ella con entusiasmo y fruto, como son los Sres. Cendrero, Eguren, Bosch y del Pan, cuyas publicaciones son muestra de que la labor comenzada con tanto éxito seguirá produciendo los resultados que el entusiasmo y la ciencia de sus autores merecen.

Finalmente, el profesor Sr. Obermaier y su ayudante Sr. Wernert, que en su calidad de miembros del Instituto de Paleontología humana de París estaban en España efectuando excavaciones por cuenta de su Instituto en la caverna del Castillo en Puente Viesgo, se encon-

-
6. «La mandíbula neandertaloide de Bañolas», por *Eduardo Hernández-Pacheco y Hugo Obermaier*.
 7. «El problema de la cerámica Ibérica», por *Pedro Bosch Gimpera*.
 8. «El principio de la Edad de los Metales en España», por *Hubert Schmidt*, traducción de *Pedro Bosch Gimpera*.

Notas:

1. «Bastones perforados de la provincia de Santander», por *Orestes Cendrero*.
2. «Dos nuevos yacimientos prehistóricos de la provincia de Santander», por *Orestes Cendrero*.
3. «Interpretación de un adorno en las figuras humanas masculinas de Alpera y Cogul», por *Ismael del Pan y Paul Wernert*.
4. «Hallazgos prehistóricos en tres cuevas de la sierra de Cameros», por *Ismael del Pan*.
5. «La cerámica hallstattiana en las cuevas de Logroño», por *Pedro Bosch Gimpera*.
6. «Instrumento neolítico de Corral de Caracuel», por *Antonio Blázquez*; «Sobre los instrumentos neolíticos de Corral de Caracuel», por *Angel Cabrera*.

traron aislados en España á causa de la guerra y de su nacionalidad alemana. Creímos un deber de solidaridad científica, que no debe distinguir de nacionalidades, ofrecerles puesto en nuestros laboratorios, que ellos nos hicieron la merced de aceptar, y desde entonces, con

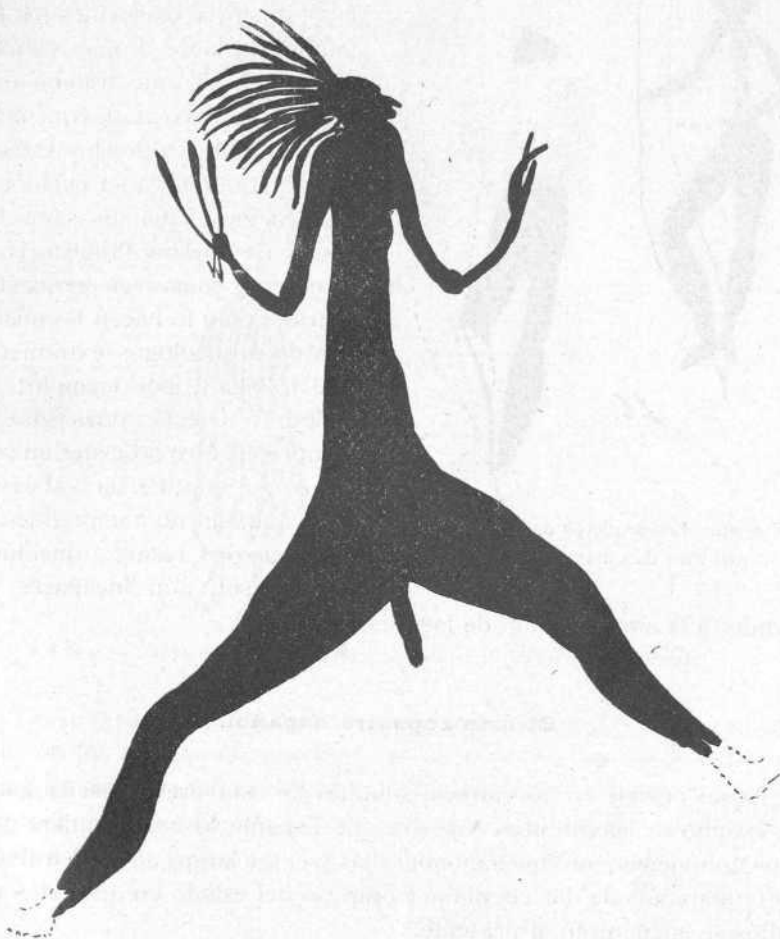


FIG. 28. — El jefe del fresco prehistórico de Alpera.

nosotros y para España trabajan en esta obra de conocer los orígenes de la Humanidad, que interesa por igual al mundo sabio de todos los pueblos cultos. Sus publicaciones, que sometemos también á la consideración del Congreso, y la intensa labor preparada, demuestran de cuánto ha valido su cooperación á la obra común que realizamos.

De esperar es que acaben de concentrarse las fuerzas dispersas por España para esta empresa

de resurgimiento científico nacional, y que en este país tan privilegiado para el estudio de la prehistoria realicemos los españoles la labor á que estamos obligados, sin que tratemos de monopolizar un estudio que debe estar abierto á todos los sabios, cualquiera que sea su nacionalidad, siempre que los sagrados restos de nuestra Prehistoria se estudien y conserven en nuestra Patria, como lo hacen las misiones de arqueólogos extranjeros que trabajan, por ejemplo, en Egipto ó Grecia; pues sólo se comprende otro proceder en países como Siria, Persia ó Marruecos, que aún no comprenden el valor de los restos arqueológicos, y son aún incapaces de

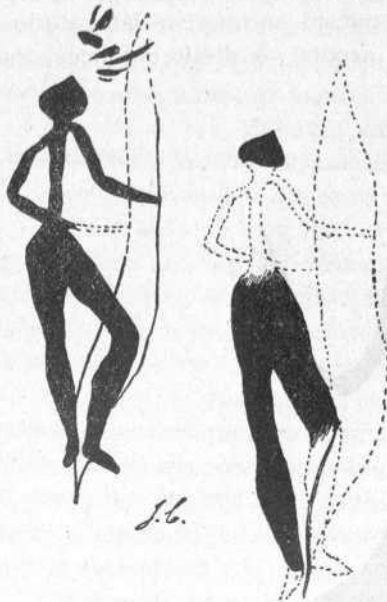


FIG. 29. — Los arqueros del fresco prehistórico de Calapatá (Teruel).

atender á la conservación de los mismos.

El arte rupestre español.

No es posible en los estrechos límites de esta breve reseña hacer un estudio de las pinturas rupestres de España; lo cual requiere muchos volúmenes, múltiples monografías y exige largos años de trabajo; sólo trataremos de dar cuenta al Congreso del estado en que estos estudios se encuentran al presente.

En tres grandes grupos podemos dividir el arte rupestre de España:

Comprende el primero el que existe en las cavernas de las regiones cantábrica y asturiana, del que son tipos las de Altamira, Castillo y La Pasiega, en Santander, y Pindal y de la Peña, en Asturias.

Se incluyen en el segundo los frescos que existen en abrigos rocosos y, por lo tanto, á la luz día en las vertientes mediterráneas del Oriente, como los de Cogul, Calapatá, Alpera y Minateta.

Se refieren al tercero las pinturas que adornan los peñones al aire libre por toda Sierra Morena, y que se extienden hacia el Oeste por Extremadura hasta Portugal.

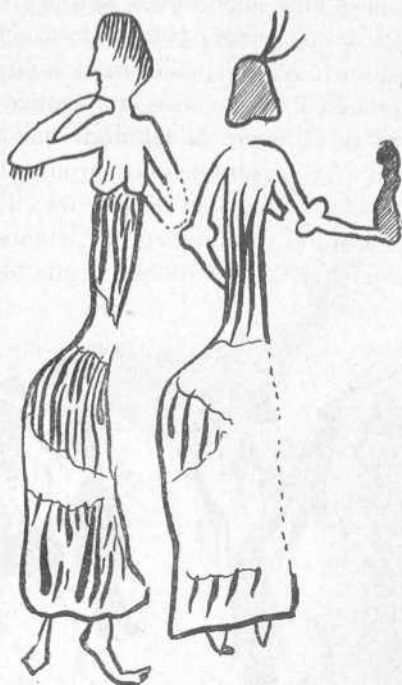


Fig. 30.—Mujeres del fresco prehistórico de Alpera (Albacete).

Un subgrupo, con más analogía con el último grupo de pinturas que con los anteriores, constituye el del extremo Sur de España, en la región del Estrecho de Gibraltar, especialmente en las montañas que circundan la depresión de Barbate y laguna de la Janda, en la provincia de Cádiz.

Cavernas cántabro-asturianas.

Las pinturas están en el interior de las cuevas en aquellos sitios á donde la luz del día no llega. Consiste el arte parietal de las cavernas en grabados trazados con mano segura con un fragmento de pedernal; en pinturas de líneas que contornean la figura de rojo, amarillo ó negro; en la unión de ambos procedimientos y á veces en el relleno del

contorno con una tinta plana; ó más rara vez en policromados de negro y rojo, como los maravillosos frescos del techo de Altamira figurando bisontes.

Las representaciones más importantes son: 1.^a, mamíferos de la fauna contemporánea de los artistas paleolíticos; 2.^a, impresiones de manos, unas en positivo, es decir, ocupando la pintura el sitio que tapaba la mano abierta en el muro; otras en negativo, ó sea cubriendo la pintura el contorno de la mano, de tal modo que la silueta de ésta aparece libre de pintura; 3.^a, puntuaciones producidas por la impresión de la yema del dedo impregnada de pintura; 4.^a, figuras antropomorfas de aspecto extraño y quimérico; 5.^a, signos de muy diversa índole y de interpretación difícil y variable, según los casos.

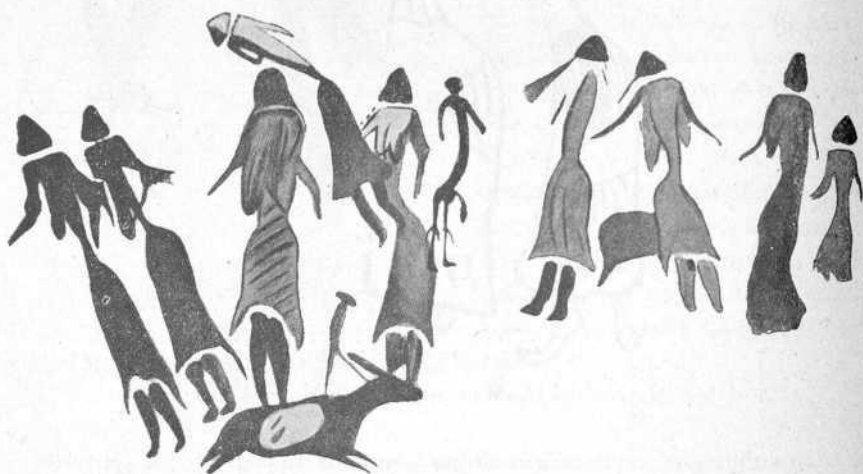


Fig. 31.—La danza de Cogúl (Lérida).

La pintura es un verdadero óleo, pues consiste generalmente en óxidos de hierro mezclados con alguna grasa animal.

Lo oculto y recóndito del sitio de las pinturas, en el fondo de largas galerías subterráneas de difícil acceso, los signos simbólicos, las impresiones de manos, á algunas de las cuales, en cavernas francesas, les falta un dedo como si éste se hubiera colocado, al realizar la pintura, doblado con cierta significación mágica; las extrañas figuras antropomorfas, que más parecen seres fantásticos que reales y, finalmente, lo que respecto á representaciones análogas enseña la etnografía de los salvajes actuales, hace suponer que las pinturas de las cavernas del

Norte de España tienen una significación supersticiosa indudable, bien sea ésta de carácter totémico, como es creencia general, ó de otra índole.

La fauna dominante en las pinturas de las cavernas de Cantabria y Asturias guarda relación con la del cuaternario superior en el país, estando profusamente representados el ciervo, caballo, toro y rebeco, y como especies actualmente extinguidas el bisonte y elefante.

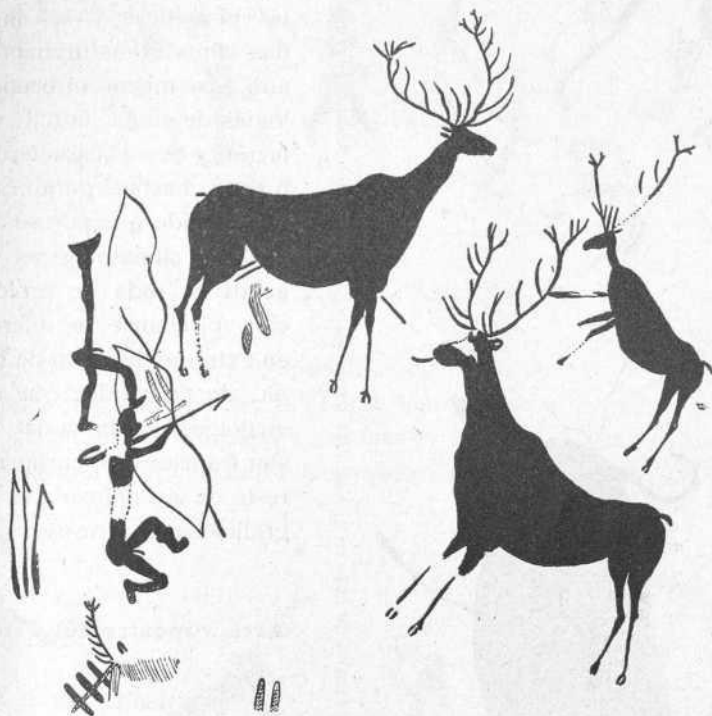


FIG. 32.—Escena de caza en Alpera (Albacete).

La edad considerada en su conjunto es de la época *Magdaleniense*; algunas pinturas parecen más antiguas, habiendo sido consideradas como *Auriniacienses*.

La característica principal del arte mural de las cavernas es el realismo con que dentro de una gran sencillez está ejecutado; las actitudes de los animales corresponden tan bien con la realidad, que en este respecto son insuperables. Los grabados de la caverna de la Peña en el pueblo de San Román de Candamo, en Asturias, y los policroma-

dos de Altamira, son obras maestras de un realismo y vida insuperables.

Las pinturas del Norte de España ofrecen identidad con las que existen en las cavernas del Sur de Francia; indudablemente un mismo pueblo se extendió por las vertientes pirenaicas y las montañas cántabro-asturianas, que aún hoy mismo ofrecen analogías de clima, fauna, vegetación y demás caracteres naturales, hasta el punto que es bien sabido que por sus condiciones climatológicas y vegetativas toda la prolongación pirenaica se diferencia en extremo del resto de España, de tal modo, que si las analogías de la zona Norte son francamente europeas, el resto de la Península es fisiográficamente africano.

Arte rupestre del Oriente.

Se extiende por las vertientes mediterráneas de la Península, desde la provincia de Lérida hasta la de Almería. Guarda alguna analogía con el del Norte, especialmente en cuanto se refiere al realismo de la figura animal; en este concepto, los toros de Albarracín y los ciervos de



Fig. 33.—Escena de caza en el Val del Charco del agua amarga en Alcañiz (Teruel).

Calapatá son insuperables, pero ofrecen características especiales que diferencian el arte del Oriente del que existe en el Norte.

Consisten las diferencias: 1.º, en que las pinturas están en lugares abiertos á la luz del día, tales como excavaciones poco profundas de las rocas ó bajos salientes, que las resguardan de la lluvia, pero no de

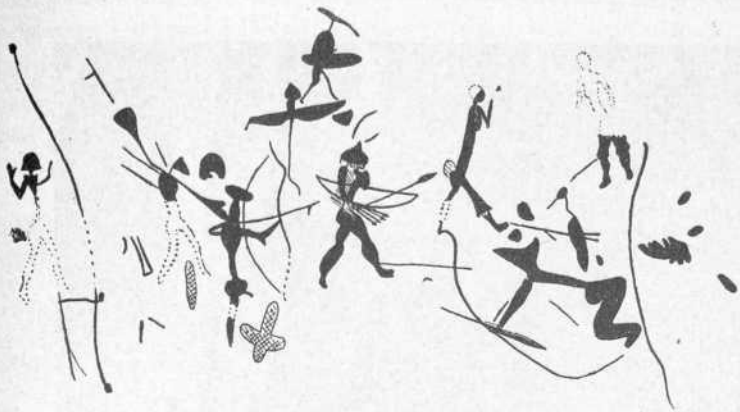


FIG. 34.—Escena guerrera en Alpera (Albacete).

la luz; 2.º, las figuras antropomorfas no se ofrecen con las particularidades que en el Norte; 3.º, faltan los signos de significación dudosa llamados tectiformes, continuando únicamente los grupos de puntuaciones, y no existen huellas parietales de manos; 4.º, la fauna

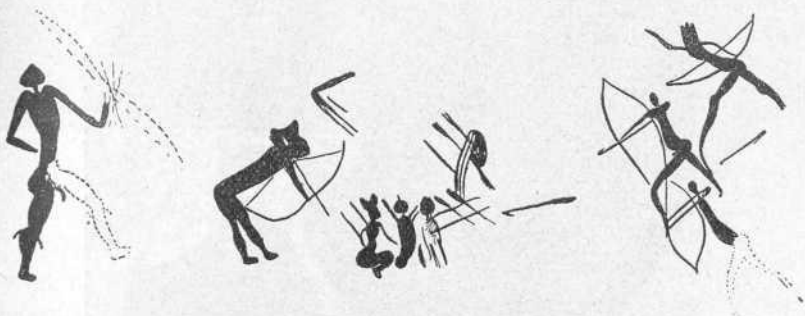
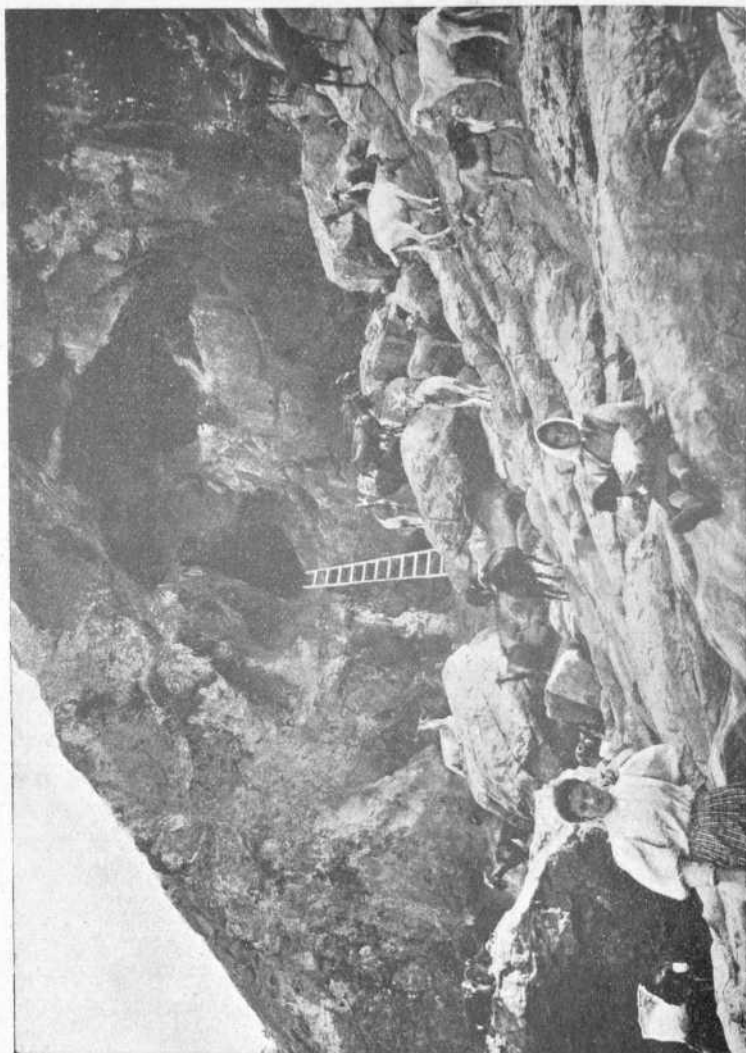


FIG. 35.—Escena guerrera en Alpera (Albacete).

representada no es exactamente la misma, ni el número proporcional de veces que están representadas las diversas especies es el mismo que en las cavernas cántabro-asturianas, siendo los animales más abundantemente representados el ciervo, toro, cabra montés, caballo y jabalí; el elefante jamás está figurado, y en cuanto al bisonte, pre-

sentan algunos bóvidos de Cogul y Minanateta una silueta que hace suponer se trate en efecto de estos rumiantes; en Alpera existe la representación del alce, y en el abrigo de Minateta, junto á Agra-



Fot. J. Cabré.

FIG. 36.—La cueva del Tajo de las figuras, en las cercanías de la laguna de la Janda (Cádiz).

mont (Albacete), Mr. Breuil ha copiado una figura que por el calco que nos ha mostrado parece un rinoceronte; nosotros, en la fecha que escribimos esta Memoria, no conocemos de visu este abrigo.

La diferencia esencial entre el arte del Oriente y el del Norte de España consiste en la representación de figuras humanas, que quizás por alguna idea supersticiosa evitaron cuidadosamente representar los artistas paleolíticos del Norte, donde las figuras llamadas antropomorfas aparecen enmascaradas con disfraces de animales. Aunque con un comienzo de estilización permiten las representaciones humanas del Oriente juzgar de la indumentaria de los primitivos españoles prehistóricos y de sus costumbres, pues no sólo aparecen aisladas, sino en grupos figurando escenas diversas. Son éstas: unas, de ceremonias



Fot. J. Cabré.

Fig. 37.—La Laguna de la Janda desde el Carrizuelo.

como la célebre danza de Cogúl, en que varias mujeres danzan alrededor de una figura de hombre desnudo; más frecuentes son las escenas de caza, como la recientemente publicada por Cabré del Val del Agua amarga, en Alcañiz (Teruel), cuyas figuras, especialmente los hombres que en carrera veloz persiguen á un jabalí, ofrecen un realismo de movimientos sorprendentes.

En otros casos son escenas guerreras, como las del maravilloso fresco de Alpera. El arma de la época, representada con profusión, es el arco y la azagaya.

Escenas familiares existen alguna vez, como la madre que conduce á sus hijos de la mano en Minateta.

El jefe pintado en Alpera, cuya silueta figura en el sello de nuestra Comisión, adorna su cabeza con un tocado de plumas de tal elegancia, que sólo este carácter, si no tuviera otros la figura, como es su mayor tamaño respecto á las demás, haría suponer se trataba de la representación de un personaje preeminente.

Aparte de algunos adornos, especialmente en el tocado ó en las piernas á modo de jarreteras, los hombres paleolíticos del Oriente de España iban desnudos; las mujeres llevaban un faldellín como en Cogú, y con el torso desnudo ó una camisa ceñida al cuerpo como en Alpera y Minateta.



Fot. J. Cabré.

FIG. 38.—Sepulturas eneolíticas en el Carrizuelo: Laguna de la Janda (Cádiz).

En cuanto á la edad de las pinturas del Oriente no hay aún la prueba indudable que daría un yacimiento con instrumentos líticos como los de las cavernas del Norte y con huesos grabados con la misma técnica y estilo que los grabados murales; pero la fauna y conjunto de caracteres hacen suponer que las pinturas del Norte y del Oriente son contemporáneas, si bien se trata de pueblos distintos con costumbres diferentes.

El hecho de haberse encontrado en la cueva de la Pileta, en Benaolán (Málaga), numerosas pinturas, varias de las cuales coinciden con las del Norte hace pensar en emigraciones, problema respecto al cual es prematuro hacer consideraciones.

Las pinturas del extremo Sur de España.

Carácter especial y distinto de las del Norte y del Oriente ofrecen las que estudiamos por primera vez en 1912, en unión del Sr. Cabré, y de las que dimos cuenta al Congreso de Madrid á nuestro regreso de la expedición, en una comunicación verbal. Son estas pinturas las numerosas que existen en los abrigos y cuevas poco profundas situados en los contornos de la histórica laguna de La Janda, y á las que se refiere la Memoria que, como avance á su estudio, publicamos al año siguiente conjuntamente con el Sr. Cabré.

En la más importante de las estaciones prehistóricas, en la cueva del Tajo de las Figuras están pintadas más de trescientas representaciones de hombres, mamíferos, aves y signos. Su característica puede fijarse por lo tosco y ligeramente estilizado, aunque realista, de las figuras de animales, que consisten principalmente en ciervos y cabras monteses; las humanas son de pequeño tamaño y representando poco complicadas escenas de caza.

Es propio de esta cueva la gran cantidad de figuras de aves de diversas especies y las representaciones de nidos con huevos, asuntos en extremo raros, hasta el descubrimiento de este abrigo; profusión de aves, que es lógica teniendo en cuenta que la inmediata laguna de La Janda es hoy mismo lugar donde las aves acuáticas pululan en grandes bandadas en ciertas épocas del año, hasta el punto de recolectar los habitantes de los cortijos ribereños grandes cantidades de huevos en el tiempo de la puesta.

Corresponden estas pinturas en su conjunto á una época posterior á las descritas del Norte y del Oriente de España.

Difícil es determinar con precisión la edad de las pinturas de los numerosísimos abrigos y covachas que descubrimos en la región desde la Sierra de las Cabras hasta el mar y desde Medinasidonia hasta cerca de Algeciras; pues no todas parecen contemporáneas. Las civilizaciones primitivas se han sucedido en esta región de enlace de dos continentes, como lo atestiguan los yacimientos que con abundantes cuarcitas y pedernales tallados existen en los bordes de la extensa la-

guna y por toda la depresión del Barbate; juzgando por los instrumentos encontrados en los bordes de la laguna, allí existieron diversas ci-

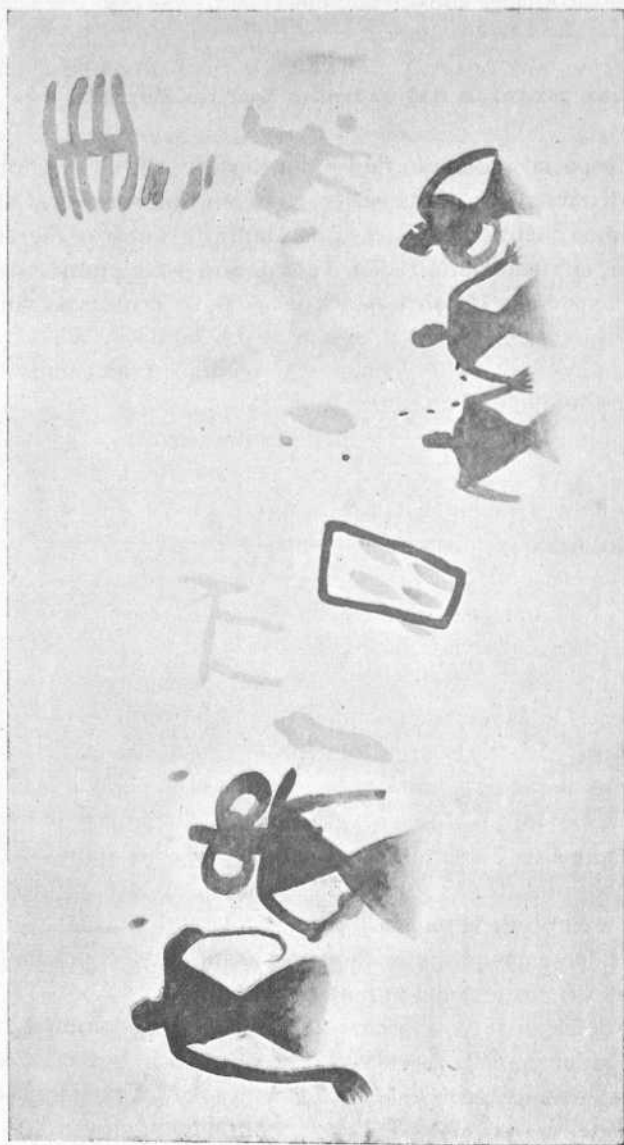


FIG. 39.- Escena funeraria de la Cueva alhumada del Carrizuelo (Laguna de la Janda, Cádiz).

vilizaciones, correspondiendo los instrumentos de piedra más antiguos á pueblos de la época chelense contemporáneos de los que dejaron sus

instrumentos pétreos en San Isidro, alcanzando otros vestigios hasta la edad de los albores de los metales, época á que parecen correspon-

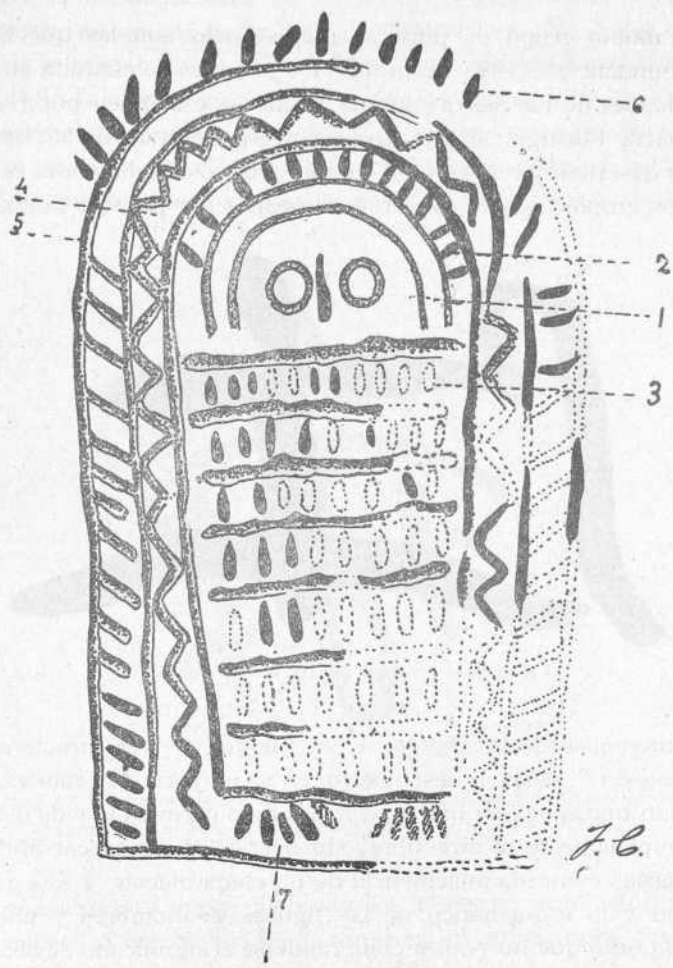


FIG. 40.—El ídolo de Peña Tú (Asturias).

der varios abrigos con figuras estilizadas y esquemáticas en relación con sepulturas excavadas en la roca.

El arte estilizado de La Sierra Morena.

Un último grupo de pinturas prehistóricas son las que con tan gran abundancia existen decorando los peñones de cuarcita en las escabrosidades de La Sierra Morena y que se extienden por Extremadura hacia Portugal; á este grupo corresponden las de las Batuecas, las que describió y representó Góngora y cuyo estudio ahora es, como los otros grupos, objeto de varias campañas por nuestra Comisión.



FIG. 41.—Personaje del báculo en Peña Tú.

Distínguense de las del Norte y Oriente por tres caracteres fundamentales: 1.º, estar al descubierto, en su mayoría en peñones, como indicando una época en que un clima óptimo permitía la vida del hombre completamente al aire libre, sin necesidad de buscar abrigo en las cavernas contra la inclemencia de un clima glacial; 2.º, la gran estilización y lo esquemático de las figuras de hombres y animales, hasta el punto que no podría comprenderse el significado de ellas á no haberse establecido series de estilización desde las figuras realistas á las extremadamente esquemáticas; 3.º, parecen proceder de un pueblo que se extendió por todo el ámbito de la Península, pues existen representaciones de este arte tan típico y especial por el Norte y el Oriente superpuesto á las pinturas más antiguas, propias y características de estas regiones.

La época á que pertenece este arte fué fijado por Breuil al principio como de edad paleolítica; los descubrimientos de Siret hicieron

suponer después al prehistoriador francés fuese neolítico; su edad, como claramente neolítico ó del comienzo de la época de los metales, se fijó con certeza gracias al bello é imponente monumento que en unión del Conde de la Vega del Sella descubrimos en el peñón que en la sierra asturiana de la Borbolla llaman Peña Tú y que ha sido objeto de la primer monografía que publicó nuestra Comisión. Peña Tú nos dió la clave, pues en el peñón se encuentran asociados el ídolo representado en los dólmenes y en las sepulturas neolíticas españolas, el primitivo puñal de cobre y las figuras estilizadas de hombres tan profusamente repartidos por los peñones de La Sierra Morena.



FIG. 42. —Figuras estilizadas representando una madre con sus hijos.
Cueva de los Piruetanos en la Laguna de la Janda (Cádiz).

Después de esta época alborean los tiempos protohistóricos y en ellos acaban las especialidades de nuestras investigaciones. Su estudio es más de historiadores que de geólogos.

**Por decoro de la Patria y por respeto á la Ciencia
y al Arte.**

Tal es la labor que con entusiasmo y con fe hemos realizado un pequeño grupo de investigadores desde el anterior Congreso de la Asociación para el Progreso de las Ciencias, atentos, como principal

objetivo, á hacer Ciencia española, puesta la mira en el resurgimiento nacional y en conseguir el respeto en el extranjero hacia la obra científica española, pues de este modo creemos cumplir con nuestro deber haciendo Patria.

Si nos permitimos llamar la atención del Congreso hacia nuestros trabajos, no es para solicitar auxilios de cierta índole. Los que entre nosotros pueden, como nuestro Director el ilustre Marqués de Cerralbo ó el infatigable investigador asturiano, el Conde de la Vega del Sella, saben poner su esfuerzo personal y su fortuna al servicio de la Ciencia y de la Patria; los que sólo disponemos de lo primero, sabemos también darnos por satisfechos y pagados con que la entidad que en España se fundó para promover la Ampliación de los Estudios y la Investigación Científica sufrague el minimum de los gastos que exigen nuestros viajes y exploraciones y edite generosamente las publicaciones consecuencia de nuestros estudios.

Pero hay algo que no depende de nuestro esfuerzo personal, si el Estado con una disposición oficial no da á la *Comisión española* la autoridad que necesita. Antes de divulgarse la importancia y valor científico de las pinturas, cavernas y yacimientos prehistóricos, las primeras sólo conocidas, si acaso, de algún rústico pastor que no las concedían interés ni las prestaban atención se conservaron inconmensurables siglos libres de las injurias y de los destrozos de los hombres; los estudios realizados han sido fatalmente causa de que por la gente campesina se sepa que las pinturas rupestres tienen para ciertas personas un gran interés, y muchos de estos primitivos monumentos han sufrido en el corto tiempo que hace fuimos á calcar sus pinturas y que se describieron grandes deterioros.

Unas, como el maravilloso fresco de Cogúl, apenas ya se reconoce, pues siendo necesario mojar las pinturas para hacerlas resaltar y verlas mejor, los numerosos visitantes que allí acuden, al realizar la operación van rápidamente destruyéndolas. Las de la cueva del Tajo de las Figuras, en las inmediaciones del Estrecho de Gibraltar, á causa de la naturaleza de la roca, que se desmorona al humedecerla, está ya muy perdida. En otros lugares, las pinturas y grabados están enmascarados por dibujos, letreros y firmas que son padrón de ignominia que señala la estupidez é ignorancia de quien así destruye la obra que los largos siglos respetaron.

Nosotros, que por nuestras funciones en la Comisión de Investigaciones paleontológicas y prehistóricas hemos tenido que estudiar el problema, tenemos la creencia que el mal pudiera remediarse: 1.º, en-

comendando la custodia de la pinturas cercanas á poblados á Juntas locales, nombradas á propuesta de la Comisión, asesoradas por ella y dependiendo directamente de la misma (1); 2.º, barnizando las pinturas convenientemente para que resaltando los dibujos, no haya necesidad de mojarlos ni sean posibles los letreros, barnizado que sería objeto de detenido estudio, ensayos y pruebas que la Comisión haría con todo el interés á que su patriotismo la obliga.

Por causas naturales, la magnífica bóveda de la caverna de Altamira, la capilla sixtina del arte fósil, está amenazada de ruina, y si no se acude á apuntalarla, su destrucción pregonará por todo el mundo sabio nuestra desidia y nuestra incultura.

Por otra parte, las cavernas y yacimientos prehistóricos se están vaciando, sistemáticamente y sin tener en cuenta las disposiciones de la ley que regula estos trabajos, de los sagrados restos que encierran, que van á figurar como preciados ejemplares en las vitrinas de los Museos extranjeros ó de los coleccionistas caprichosos. En algunos sitios la gran cantidad de cenizas, huesos y restos de hogar, de donde se exhuman las civilizaciones de los pueblos primitivos y que llenan las cuevas del Norte, se utilizan por los campesinos para abonar los campos.

En algún caso, quienes por su competencia científica deberían estar más obligados á mayor respeto, han destacado de los monumentos rupestres y sacado de España fragmentos de roca con parte de la composición pictórica; jirones de nuestra Patria, insignificantes por su pequeñez pero colosales por lo que representan y por lo que nos denigra el hecho si lo toleramos sin protesta.

Por todo lo expuesto nos atrevemos á proponer al Congreso que para el adelantamiento de las Ciencias se ha reunido en la noble ciudad de Castilla, que es el corazón de España, se sirva acordar antes de dar por terminadas sus tareas, que la Asociación, asesorada, si lo cree oportuno, por la Comisión de Investigaciones paleontológicas y prehistóricas, estudiará y propondrá al Gobierno de la Nación las medi-

(1) En algunas localidades, como en el pueblo de San Román de Candamo, en Asturias, hemos organizado *Juntas de protección* á las cavernas prehistóricas, formadas con personas de prestigio en la localidad que cuidan con entusiasmo y celo del tesoro prehistórico que tienen en su término municipal. La cueva de la Peña, situada junto al pueblo, y que contiene el más importante lienzo de pared con grabados prehistóricos que se conoce en el mundo, ha sido cerrada con una puerta, cuya llave hemos entregado á la Junta local para su uso y custodia.

das adecuadas para la conservación de las pinturas rupestres, cavernas y yacimientos prehistóricos y monumentos megalíticos é impedir que salgan de España los sagrados restos del hombre fósil y de las civilizaciones prehistóricas.

El decoro de la Patria y el respeto á la Ciencia y al Arte á ello obligan.

SECCIÓN 6.^a, CIENCIAS HISTÓRICAS, FILOSÓFICAS Y FILOLÓGICAS

PENSAMIENTO Y VIDA

LA CRISIS DEL INTELECTUALISMO

DISCURSO INAUGURAL

POR EL

P. MARCELINO ARNÁIZ (AGUSTINO)

DOCTOR EN FILOSOFÍA Y LETRAS

DIRECTOR DE ESTUDIOS EN EL REAL MONASTERIO DE EL ESCORIAL

El tema será un sencillo capítulo-comentario de Historia, sugerido por las circunstancias; á falta de valor intrínseco, todo el interés del discurso, si alguno tuviere, será debido á la actualidad y á la oportunidad. Las circunstancias por que atraviesa Europa han impuesto un paréntesis á la especulación filosófica, absorbida toda la actividad del pensamiento por preocupaciones de otro orden de mayor interés vital y práctico; que la inteligencia está hecha antes que para la especulación abstracta, para la vida y para la acción, y cuando éstas reclaman toda la atención y el esfuerzo del espíritu, entonces el filosofar parece lujo inoportuno.

Nada más interesante en esta paralización de la producción filosófica que un balance del pensamiento en los momentos actuales; y más si se tiene en cuenta que éste no habrá de ser simple paréntesis, sino el término de una época y el comienzo de otra que abrirá nuevas orientaciones al pensamiento. Pero un balance total exige tiempo que me ha faltado, y competencia de que carezco; me limitaré, pues, á bosquejar un episodio: *la crisis del intelectualismo*.

Acaso sea simple coincidencia; averigüe otro las relaciones, si alguna hubiere, entre los dos hechos; pero es lo cierto que la actual crisis que conmueve las naciones europeas y cuyas consecuencias tocan al

mundo entero, ha venido precedida de otra crisis no menos profunda del pensamiento y de un cambio de valoración intelectual. Suele decirse que las ideas mueven al mundo, provocando y dirigiendo los acontecimientos; pero es también verdad, quizá más verdad, que los acontecimientos, á la vez que sepulcro de unas ideas, son semilleros incubadores de otras nuevas. Y por lo que hace á las circunstancias actuales, no sería aventurado afirmar para un porvenir no lejano después de la guerra, la bancarrota de ideales pregonados como el *summum* de la civilización, y el renacimiento á nueva vida de otros que se creyeron muertos. En parte lo estamos ya presenciando: ideas y sentimientos que parecían debilitados ó muertos, pero que vivían sin duda una vida latente en la inconciencia de los pueblos, los hemos visto renacer con vigorosa pujanza; al paso que otros, artificiosamente elaborados al calor de utopías abstractas, han perdido su virtualidad y su fuerza al ponerse á prueba con la realidad.

«Pensamiento y vida, inteligencia y realidad»; ¿no parece extraña paradoja, que estos términos hayan de presentarse á la dialéctica analítica y constructiva del filósofo en antítesis irreductible? Porque, ¿acaso la inteligencia no emerge y se nutre toda ella de la realidad, y el pensamiento no forma parte integrante y sigue las leyes de la vida? ¿Y qué es la vida si no va movida por la inteligencia y la da un sentido? Y sin embargo, podría escribirse un capítulo interesante de la historia del pensamiento, sobre las filosofías negativas de la vida. Las filosofías del siglo XIX especialmente, herederas del matematismo dialéctico cartesiano, han convertido la especulación en una máquina de análisis y de hacer abstracciones á espaldas de la realidad; en ciertos momentos ha parecido así como una conspiración general contra la espontaneidad vital y contra el buen sentido regulador de la vida. El filósofo no es un hombre que vive moral y socialmente, sino inteligencia pura y abstracta, que razona alejada de las cosas; nada, pues, tiene de extraño que mientras la inteligencia construía dialécticamente en el vacío de sus abstracciones, la realidad y la vida siguieran otro camino.

La mayor parte de los filósofos contemporáneos podrían hacer suya esta división del hombre en dos personas que mutuamente se ignoran, una que piensa y otra que vive la vida real, descrita por Taine en *Los filósofos clásicos del siglo XIX*: «Yo—dice—hago dos partes de mí mismo: el hombre que come, bebe, se ocupa en sus negocios, que procura no ser molesto á nadie, y útil á todos. Al entrar en la filosofía dejo este hombre á la puerta. Que tenga sus opiniones, su conducta, se acomode á los usos y modas de las gentes; esto toca á sus

relaciones con el público. El otro hombre á quien yo permito el acceso á la filosofía, ni sabe que el anterior y el público existan. Jamás se le ha ocurrido pensar que puedan sacarse de la verdad resultados útiles. En realidad, éste no es un hombre; es un instrumento dotado de la facultad de ver, de analizar, de razonar. Si tiene alguna pasión es únicamente la de operar mucho, con precisión, y sobre objetos desconocidos. Cuando entro en la filosofía soy este hombre. ¿Se creerá que haya de preocuparse en autorizar el sentido común y probar, por ejemplo, que el mundo existe? Nada de eso. Que el género humano se engañe ó no, que el mundo sea una cosa real ó apariencia ilusoria, á él le tiene muy sin cuidado, lo mismo le da uno que otro».

La crisis del intelectualismo significa una reacción y un cambio de frente en el espíritu nuevo del siglo que ha comenzado, respecto de este otro espíritu, que podríamos llamar ya viejo, del anterior. Las nuevas filosofías, abandonando las vías abstractas, artificiosas y vacías de la razón pura, se convierten á la realidad concreta, reintegrando el pensamiento á la vida y rehabilitando los valores humanos. El alma moderna se siente enferma por falta de equilibrio, de unidad y de armonía de la vida integral; la densa atmósfera de escepticismo por ella misma creada, ha secado las fuentes de vida del espíritu, envolviéndole en pesimismo mortal. A semejante estado de alma han contribuido por mucho los abusos de la razón dialéctica y analizadora, que arrogándose el papel de legislar en plena autonomía sobre las cosas, ó ha tomado por realidades sus propias invenciones, ó no ha sabido penetrar en los misterios de la vida si no es por el análisis, sembrando por todas partes ruinas y destrucción. La crisis total de la certidumbre racional ha venido á ser un postulado. Consecuencia de estos desarreglos intelectuales es la anemia del espíritu, vacío de convicciones y de los altos ideales que deben gobernar la vida de los individuos y de los pueblos, la desproporción enorme entre la cultura material y la cultura del espíritu.

El hombre se ha convertido así, por obra y gracia de su inteligencia, en una pequeña rueda de esta horrible máquina de nuestra civilización. Este problema de la civilización, que es el problema de la vida integral, se presenta hoy con acentos más agudos que en tiempos de Rousseau, cuando escribía: «En medio de tanta filosofía, de humanidad, de política, de máximas sublimes, no tenemos más que un exterior engañoso y frívolo, honor sin virtud, razón sin sabiduría, placer sin felicidad».

Y si la razón especulativa ha demostrado por sus fracasos, cien ve-

cés repetidos, por los resultados de su labor siempre escéptica y negativa, hallarse en contradicción perpetua con las exigencias de la vida, y su incapacidad radical para formar convicciones que la sirvan de apoyo, la orienten y hagan fecunda, ¿no podría concluirse en que no ha sido hecha para eso, y que ha usurpado un papel que de derecho no le corresponde? Tal es la posición de los nuevos pragmatismos. Nos convidan á abandonar las vías estériles de la inteligencia y á buscar los resortes y la orientación del vivir fuera de ella, en el sentimiento, en los impulsos de la acción, en las tendencias y afirmaciones espontáneas, «prelógicas», que brotan de las profundidades de la conciencia y nos hablan el lenguaje de la verdad; todo menos poner la duda y la negación como bases de la vida. *Primum vivere, postea philosophari*; que no vivimos para pensar, sino al revés, pensamos para vivir. La supremacía de la voluntad y del sentimiento sobre la dialéctica especulativa, de las creencias espontáneas sobre las intuiciones racionales; tal ha venido á ser el término de este racionalismo suicida, la abdicación de la inteligencia en el irracionalismo de la realidad y de la vida. Los pragmatismos declaran la guerra á todas las filosofías de la inteligencia: al racionalismo de un Descartes, un Leibniz ó un Spinoza, al criticismo de un Kant, al idealismo de un Hegel, al escepticismo de un Hume, al atomismo de un Spencer, al positivismo de un Comte, al pesimismo de un Schopenhauer, á toda doctrina que no concibe la Filosofía sino como cosa de pura especulación teórica; á los naturalismos que tratan de imponer la primacía de la naturaleza sobre los ideales de la conciencia; á los pesimistas que amenguan la vida con sus doctrinas de desaliento, de aniquilación y odio; á los *dilettantes* y *estetas* del pensamiento, que, vacíos de convicciones sinceras y profundas, tratan de suprimir con frivolidades ligeras ó escépticas ironías el problema mismo de la vida (1).

Y cosa extraña que parece tener sabor paradójico. Las nuevas filosofías de la vida, amasadas con cenizas y escombros de todas estas filosofías negativas, aspiran á levantarse sobre los propios cimientos de éstas, pero en cuya construcción habrá de ser excluída la inteligencia, ó á lo más se le dará entrada como instrumento accesorio y secundario de colaboración. Los extremos se tocan, y una exageración llama á su opuesta. La «Crítica de la Razón pura», de Kant, tiene un sentido diametralmente opuesto á la «Crítica de la Razón práctica»;

(1) Confróntese E. Mallet: «La philosophie de l'action», en la *Rev. de Phil.*, Septiembre, 1906.

pero ésta es á la vez consecuencia natural de la primera, si no lógica, impuesta por las necesidades de la vida; el racionalismo crítico y negativo de la primera exigía un complemento obligado en el irracionalismo del imperativo moral y de los postulados prácticos de la segunda. Ya fuese que alarmado ante los resultados de su primera crítica intentara Kant reconstruir en la segunda el orden moral, religioso y social, cuyos fundamentos habían quedado hondamente removidos, ó ya fuese —y ésta es una interpretación no infundada que algunos dan al pensamiento kantiano— que se propusiera anular la razón especulativa, para de este modo dejar las creencias morales y religiosas á cubierto de las debilidades de la razón y de todo ataque del escepticismo teórico; es lo cierto que en la evolución de su espíritu las dos etapas, en sí contradictorias, se completan la una por la otra, y se explica también la primacía del dogmatismo irracional de la segunda sobre el racionalismo crítico de la primera. Puede, con verdad, decirse que el filósofo de Koenigsberg simboliza y encarna estas dos alternativas contradictorias del pensamiento contemporáneo: al lado del escepticismo crítico de la razón teórica, encontramos siempre, y en reacción proporcional, el dogmatismo práctico. Y es que detrás de la inteligencia está la naturaleza, con su instinto de conservación, espiando los pasos de aquélla para sustituirla en las debilidades é impotencias, para corregirla en los extravíos, para contenerla en sus tendencias al suicidio. Como la naturaleza suple en los ciegos la falta de vista poniendo ojos en los dedos, del mismo modo en los extravíos y cegueras mentales, antes que resignarse á perecer, busca la naturaleza fuera de la razón, cuando la razón se ha hecho incapaz de prestarlos, los resortes y la orientación del vivir. El buen sentido, tan desprestigiado hoy entre los pensadores que han dado en la manía de volverle sistemáticamente la espalda, se impondrá siempre como límite y correctivo en la vida práctica, á los escepticismos de la razón teórica.

Conviene, para la inteligencia de lo que ha de seguir, hacer un poco de historia; que no podrá ser larga si se tiene en cuenta que el conflicto ha surgido de pocos años á esta parte, entre las filosofías de la inteligencia y las filosofías de la vida. Sin duda que las nuevas ideas han debido responder á necesidades hondamente sentidas del alma contemporánea, y solamente así se explican sus rápidos éxitos de expansión universal y de proselitismo; porque son de hoy y lo llenan todo, revelándose en aplicaciones, aún no bien definidas, á todos los órdenes de la cultura y de la vida: á la Filosofía, á la Ciencia, á la Moral, á la Religión, á la vida social.

Una parte de su labor ha consistido en desbrozar el camino de prejuicios é ídolos intelectualistas, residenciando á la razón, y tratando, si no de demostrar, de hacer sentir la vacuidad estéril de sus concepciones dialécticas. Platón, Aristóteles....., Kant, todos los grandes y pequeños artífices del pensamiento que la Historia propone á nuestra admiración y enseñanza, no parecen representar ya otra cosa que la incapacidad y los vicios ingénitos de la razón humana, esfuerzos cien veces repetidos y cien veces fracasados para descubrir el misterio que envuelven las cosas. Prometieron un universo sin sombras, y nos dan sistemas, formulismos, símbolos abstractos, y el universo ha quedado fuera de su ciencia. Saludemos con veneración respetuosa á estas heroicas víctimas del prejuicio intelectualista, que no es piadoso ensañarse en los cadáveres; pero dejemos á los muertos su filosofía muerta (1).

El rompimiento con las viejas maneras de filosofar se revela, más aún que en el fondo de las doctrinas, en los procedimientos, accidentes y detalles de su fisonomía exterior. Contrastan, en efecto, con el razonar dialéctico, frío y descarnado de ciertos intelectualismos sobre los problemas de la vida, como si se tratara de obra de disección sobre cadáveres, las maneras en los nuevos filósofos de mirar los problemas en su realidad concreta y viviente, y desde el punto de vista de las aspiraciones ideales del espíritu; el pensamiento impregnado todo él de calor, sentimiento y vida, la riqueza de observación psicológica penetrando en los repliegues oscuros del alma, el recurso frecuente á las metáforas para dar plasticidad y movilidad á las ideas, las intuiciones geniales y la habilidad en sugerir aspectos y matices de la realidad inexpresables en las categorías y fórmulas de la razón, y, finalmente, cierto misticismo evocador de sentimientos morales, religiosos y estéticos, que duermen en las profundidades de la conciencia.

Inútil buscar aquí la lógica coherente, rectilínea y simétrica de las leyes racionales; la lógica real y verdadera es la vida misma, inconmensurable con la lógica racional, rebasando y rompiendo los cuadros y formulismos en que ésta pretende aprisionarla; el bello y delicioso desorden del sentimiento y de la imaginación con todas sus incoherencias y contradicciones, como la realidad y la vida mismas. James, Devey, Schiller, Bergson, Blondel, Leroy, Eucken, Simmel.....

(1) Confróntese F. Mentré: «La tradition philosophique» (*Rev. de Phil.*, Enero, de 1911.)

son filósofos artistas del sentimiento y de la vida interior, cerebros imaginativos rebeldes á los formulismos inflexibles de la lógica, optimistas de la vida plena y armónica, fecundada por la fe en los ideales del espíritu. El hombre debe ir á la verdad, no con la razón fría analizadora, sino con toda el alma; solamente posee la verdad efectiva y fecunda el que la quiere, la siente y la vive.

Ya se llamen *intuicionismo* y *filosofía de la acción*, en Francia; *pragmatismo*, en América; *humanismo*, en Inglaterra; *filosofía de los valores*, *voluntarismo*, en Alemania, etc., todos tienen de común el ser una reacción contra los excesos del intelectualismo y una protesta contra el naturalismo científico. Pero obedeciendo esta reacción á la ley de la oscilación hegeliana, llevan camino de traspasar el justo medio en sus reivindicaciones, cayendo en las exageraciones igualmente viciosas de un pragmatismo irracional.

Ravaisson fué profeta cuando anunció en Francia «una época no lejana de la filosofía, cuyo carácter general sería el predominio de lo que podría llamarse realismo ó positivismo espiritualista, teniendo por principio generador la conciencia que el espíritu adquiere en sí mismo de una existencia, de quien toda existencia deriva y depende, y que no es otra que su acción» (1).

En efecto; tres corrientes principales y similares, aunque de origen independiente, han venido á fundirse y entrar en el cauce común del nuevo «positivismo espiritualista»: una psicológica y metafísica, el *intuicionismo* bergsonian; otra de tendencias morales y prácticas, el *inmanentismo* y *filosofía de la acción* y, por último, la crítica filosófica de las ciencias; de las cuales ha resultado un conglomerado de doctrinas, falto de cohesión sistemática, que Le Roy ha bautizado con el nombre de *Filosofía nueva*. Nueva porque es filosofía de la intuición psicológica, de la contingencia y de la vida, en oposición á las filosofías anteriores basadas en el determinismo lógico de la inteligencia y en el determinismo mecánico de la realidad.

En el último capítulo de *La Filosofía en Francia en el siglo XIX*, de donde han sido tomadas las anteriores palabras de Ravaisson, se vislumbra ya, no sólo el espíritu, sino las líneas generales vagamente trazadas de la nueva Filosofía esencialmente antiintelectualista. La Filosofía —dice— debe ante todo armonizar la vida, dándole una significación y una finalidad que respondan á sus exigencias de perfección moral. Encuentra en el fondo de las cosas espontaneidad, contingen-

(1) F. Ravaisson: *La philosophie en France au XIX^e siècle*, pág. 258. Paris, 1868.

cia y libertad, aliadas con la necesidad; pero la necesidad en este mundo sólo es apariencia; lo real verdadero son la espontaneidad y la libertad, que se substraen al cálculo y al razonamiento de la ciencia. Se ve ya apuntar el germen del irracionalismo metafísico de Bergson, del pragmatismo moral, y aun de las críticas sobre el valor de la ciencia.

E. Boutroux acentúa este fondo contingente de las cosas; la naturaleza no está gobernada por el determinismo, sino por la libertad. La causalidad de la naturaleza, lo que se llama leyes naturales son abstracciones ó aproximaciones lógicas que no expresan la realidad concreta. Las leyes no son más que fórmulas intelectuales y métodos inventados para asimilar la realidad á nuestra inteligencia y plegarla á las decisiones de nuestra voluntad. Los conceptos de la razón, las fórmulas de la ciencia expresan, por tanto, nuestras maneras de considerar las cosas, más bien que las cosas mismas (1).

Con sus intuiciones geniales de penetrante crítica psicológica y metafísica, Bergson ha dado forma sistemática á estas tendencias de renovación filosófica, rectificando y traspasando la crítica kantiana, que venía aceptándose, si no como irreformable, como decisiva en cuanto á la incognoscibilidad de la realidad en sí y, por tanto, á la imposibilidad de la Metafísica, planeando los fundamentos de una Metafísica de la realidad.

Kant no admite otro conocimiento valedero que el científico de los fenómenos, ni otro medio de conocer que la inteligencia; lo absoluto, la realidad en sí es incognoscible ó no existe; sería, por lo tanto, vano cualquier intento de construcción metafísica. Bergson cambia los papeles: la inteligencia, la ciencia viven fuera de la realidad, solamente la intuición puede darnos su representación efectiva y viviente; y sobre esta intuición, no deformada por los conceptos racionales, construye la Metafísica. El fondo real de las cosas está constituido por indeterminismo y libertad; por consiguiente, el determinismo de la inteligencia y de la ciencia, excelente como método de utilización de la realidad, es impotente cuando pretende pasar de aquí para convertirse en doctrina sobre el fondo último de las cosas. De aquí la oposición de la inteligencia y la realidad: la vida interior de las cosas es esencialmente ilógica é ininteligible; todo es aquí indeterminación, libertad, creación continua, cualidad pura, inconmensurable con la inteligencia

(1) Confr. Hoffding: *Philosophes contemporains*, páginas 89-93. Traducción francesa, 1908, Paris.

que, construída geoméricamente, no entiende nada de movimiento ni de vida, de duración ni de libertad. Nada tiene, pues, de extraño que, cuando la inteligencia trata de comprender la realidad, la encuentre impenetrable ó sólo vea en ella absurdos y contradicciones, y cuando cree haberla aprisionado en sus fórmulas conceptuales, la realidad se ha escapado y aquélla discurre en el vacío.

La *Filosofía de la acción* adopta un punto de vista moral y práctico; es la antítesis del racionalismo, que hace de la razón una función independiente de la vida, desinteresándose de las cosas del corazón, de la moral y la religión, que responden á exigencias primordiales del alma. La razón especulativa es incapaz de comprender, ni sentir, ni dar su valor é incorporar á la vida ciertas verdades fundamentales que tienen un origen más profundo que los conceptos del entendimiento. Hay razones del corazón—decía Pascal—superiores á la razón y que la razón no comprende. «¿La vida humana tiene, sí ó no, un sentido y el hombre un destino?» Tal es, según Blondel (1), el problema central de la Filosofía, que no es especulación pura sino esencialmente práctico, y que el hombre ha de resolver necesariamente, ya que la vida misma, cualquiera que sea la dirección que se la dé, lleva implícita la solución en uno ú otro sentido. Y es inútil esperar de la ciencia ni de la especulación teórica una solución, que sólo puede hallarse en la acción, en la voluntad de vivir, en las exigencias interiores del espíritu de una vida moral armónica y perfecta; toda Filosofía que no se oriente hacia este problema central de la finalidad de la vida, es especulación vana. La Filosofía no es, por consiguiente, un simple ideal dialécticamente construído por la inteligencia, es una realidad inmanente que construye en nosotros la voluntad, según las exigencias primitivas é indestructibles de la lógica de la vida.

Nadie ignora el cambio operado en la ciencia de algunos años á esta parte, ó mejor dicho en el espíritu científico de los sabios respecto al modo de concebir la estructura y apreciar los límites y el valor de los elementos diversos que entran en la formación de la ciencia. No hace mucho todavía, ayer puede decirse, la ciencia, en el sentido restringido del tipo matemático y experimental, era concebida según un espíritu cerradamente dogmático, aspirando al monopolio del saber: las ciencias, las ciencias objetivas, naturales, eran las llamadas á reemplazar las concepciones de la moral, de la sociología, de

(1) M. Blondel: *L'Action. Essai d'une critique de la vie et d'une science de la pratique* (1894, Paris).

la religión, de la política; las ciencias subjetivas y metafísicas del espíritu, ó no existían, ó en todo caso debían expresarse en términos de ciencia natural. Hoy los científicos, convertidos en filósofos (y es nota característica de la ciencia actual buscar fuera de ella el complemento que no puede prestar) son más modestos después de la obra de depuración y de crítica llevada á cabo estos últimos años, en que se precisa el valor y los límites de las construcciones científicas. Límites en el orden teórico de la ciencia, en su extensión é intensidad; límites sobre todo en cuanto á su valor práctico y transcendencia al orden moral y social; y dentro de sus propios dominios, limitación del valor de sus principios y de los resultados (1). Es la «docta ignorancia» cortando pretensiones desmedidas é injustificadas, y abriéndose paso entre dogmatismos inconscientes.

En este movimiento general de revisión, llevada á cabo por las más altas mentalidades de la ciencia, no todos han sabido mantenerse en la prudencia de un Poincaré (2) ó de un Duhem; se han traspasado los límites de la crítica prudente y sobria, hasta reducir á convenciones arbitrarias, no ya sólo las teorías, sino los principios, las leyes y aun el mismo hecho científico. Se ha extremado á tal punto la crítica escéptica, que la ciencia, vista al través de la Metafísica bergsoniana, no parece ser otra cosa que conjunto de fórmulas simbólicas libremente creadas por la inteligencia. «Los hechos—escribe Le Roy—y *à fortiori* las leyes, son obra artificial del sabio.... El sabio crea realmente el hecho».

De esta labor revisionista de la ciencia algunos resultados pueden tenerse como definitivos: la importancia del factor intelectual en la construcción de la ciencia, y como consecuencia la condenación del positivismo; el valor metódico é instrumental de las teorías é hipótesis, éstas son simples instrumentos de trabajo; limitación de las ambiciones desmedidas del viejo *escientismo*, que pretendía monopolizar los dominios todos del saber, y, finalmente, la muerte definitiva del meca-

(1) Boutroux: *Science et Religion dans la Phil. contemp.*, páginas 226 y siguientes, Paris, 1908; Grasset: *Los límites de la biología*, trad. cast., Madrid, 1907.

(2) Omitiendo detalles y refiriéndonos aquí á Francia, bastará recordar las obras de crítica de hombres de ciencia, matemáticas y físicos, como Poincaré: *La science et l'hypothese* (1902), *La valeur de la science*; Duhem: *La théorie physique* (1906); Milliaud: *La certitude logique*; Picard: *La science moderne et son état actuel* (1905); Peslouan: *Les Systemes logiques et la Logistique* (1911). Véase la evolución de estas doctrinas sobre la Ciencia en el libro de A. Rey: *La théorie de la physique chez les physiciens contemporains* (1907).

nicismo como teoría físico-química de la realidad, y con más razón como concepción filosófica del universo.

Tales son las principales corrientes que en Francia han dado origen á la *Filosofía nueva ó nuevo positivismo idealista* (ambas denominaciones son de Le Roy) (1): la metafísica bergsoniana de la libertad y de la vida basada en la intuición, las preocupaciones morales y religiosas y la crítica de las ciencias. Es un movimiento de ideas amplio y original, pero de líneas sinuosas, complejas y mal definidas, que con intensidad creciente se deja sentir en todos los órdenes de la especulación y de la vida. Imposible clasificarlo como clasificamos los sistemas históricos, porque más bien que sistema es un conglomerado de doctrinas. La nota saliente es el antiintelectualismo; aborrece las ideas claras y los cuadros intelectuales en que ordenamos las ideas y las cosas; se alimenta con exceso de metáforas de la imaginación y de sugerencias del sentimiento, y su dialéctica especial se desenvuelve en las profundidades psicológicas y en la penumbra de lo inconsciente. Postulado fundamental de la nueva Filosofía es que la inteligencia sigue en sus marchas discursivas una lógica inadaptable á la realidad; los cuadros conceptuales resultan tan estrechos y desproporcionados con la realidad, que ésta los rompe y desborda por todas partes, no resignándose á quedar aprisionada en sus mallas artificiales. ¿Se quieren ejemplos? Basta uno que los resume todos: la historia misma de la inteligencia, con sus concepciones filosóficas y generalizaciones científicas, con sus utopías sociales, siempre irreales y contradictorias. La realidad sigue otro camino. Indudablemente que hay en el mundo un orden y una lógica, pero que aparecen en desorden y confusión vistas al través de la lógica intelectual.

Así se llega á proclamar «el absurdo dialéctico como medio normal de invención»; la necesidad de «cultivar la dialéctica disolvente, con la guerra á los axiomas, á los principios, á las verdades supuestas necesarias, á las evidencias inmediatas, á los postulados implícitos ó explícitos.....». Hasta formular esta ley: «se progresa en la ciencia yendo hacia la contradicción».

Entre las filosofías antiintelectualistas ocupa lugar preeminente el *pragmatismo*, planta de espléndida floración norteamericana, con el sello positivista y práctico de la raza. No gusta el espíritu americano de

(1) Le Roy: *Science et Philosophie; Un positivisme nouveau; Sur la logique de l'invention; Sur la science positive et les philosophes.*

las especulaciones metafísicas y transcendentales; por temperamento se inclina á tendencias y soluciones realistas y positivas, y á no apreciar los mismos principios especulativos si no es en la medida de su importancia práctica. Si no han faltado admiradores del transcendentismo germánico, éstos han quedado reducidos á un estrecho círculo de intelectuales, y por *sport* más bien que por motivos filosóficos; las altas especulaciones metafísicas son allí plantas exóticas; el idealismo, más bien literario que filosófico de un Emerson, por ejemplo, sólo tiene de americano su optimismo. No concibiendo como posible divorciar la cultura intelectual de la vida real, ha prestado atención preferente, exclusiva pudiera añadirse, á sus aplicaciones prácticas á la moral, á la educación, á la política, á la teología; teniendo, sobre todo, maestros de fama universal en Psicología experimental. En cambio no ha aparecido ninguno de esos genios especulativos iniciadores de concepciones ideales, que tanto abundan en el viejo mundo; los problemas de la filosofía pura inspiran allí poco interés.

El pragmatismo lleva impresos todos estos caracteres distintivos de la raza norteamericana, siendo la única filosofía que, nacida en América, haya logrado interesar á los pensadores de Europa; aunque como filosofía es bien poca cosa. W. James no es un genio de la filosofía, es solamente talento práctico, psicólogo genial, observador de los matices delicados de la vida, dotado de gran fuerza de imaginación, de sentimiento y de visión sintética de lo real. Más que al valor intrínseco y á la novedad tan solo relativa de las doctrinas, debe el pragmatismo sus rápidos y universales éxitos á la oportunidad: á los refinamientos de un intelectualismo estéril y vacío, que alardeaba de desentenderse de las cosas de la vida, oponía él una filosofía práctica de la vida; al escepticismo teórico de la razón, que seca las fuentes de energía espiritual, opone la necesidad de creencias y convicciones firmes, puntos de apoyo de toda vida intensa y fecunda.

Percíbense en la obra personal y original de W. James—escribe L. Noël (1)—las preocupaciones prácticas de una raza vigorosa que ayer desmontaba bosques vírgenes y hoy encuentra el tiempo breve en las múltiples empresas industriales; se respira en ella la amplia y fresca brisa del campo, con los recuerdos de caza y *sport*, y su especial dialéctica sacude con rudeza nuestros hábitos mentales, demasiado refinados y sutiles, tocados con frecuencia de bizantina esterilidad. El pensamiento está todo él subordinado á la práctica, desdeñoso de los

(1) L. Noël: «William James», artículo de la *Rev. Néo. Scol.*, Febrero de 1911.

refinamientos mórbidos de la reflexión y lleno de un soberano desprecio por los cuadros convencionales y sistemáticos y por la hueca sonoridad de las fórmulas. Huyendo de todo artificioso convencionalismo, aspira á ser esencialmente humano, cuidadoso ante todo de acercarse lo más posible al buen sentido del *man in the street* y de llegar con él á esta grosera realidad. Es su pensamiento también esencialmente moral, impregnado, como lo está aún el alma americana, de la rígida honradez de los antepasados puritanos, ardiente de los mismos fervores religiosos y trabajado por cierta ansiedad mística, un poco vaga y desordenada con exceso, de que el protestantismo libre ofrece ejemplos numerosos.

Tal cual es, y con todos sus defectos capitales, la obra de W. James es simpática, y sus rápidos éxitos no dejan de contener alguna lección práctica para las altas y sabias doctrinas, que por haber ahondado demasiado en las profundidades del sér y en los orígenes del pensamiento, llegaron á perder todo contacto con la realidad de la vida y de las cosas.

El *humanismo* de Schiller es un desenvolvimiento lógico y aplicación del método pragmatista á todos los órdenes del conocimiento y de la vida. Es al pragmatismo lo que un sistema de doctrina respecto de su método y criterio lógicos, pudiendo considerarse como una reinterpretación de todas las ciencias según el concepto pragmatista de la verdad, en oposición al intelectualista. Es un antropocentrismo absoluto en que todo, el mundo, el pensamiento y la vida, son interpretados desde el punto de vista exclusivamente práctico y humano; el hombre, y especialmente el hombre moral, es el centro de referencia y la medida de las cosas.

Las doctrinas pragmatistas encontraron resistencias á su expansión en Alemania, la patria de los grandes idealismos. Esta oposición á maneras de pensar que chocaban con hábitos mentales de todo un siglo, se puso en evidencia en el Congreso de Filosofía de Heidelberg (1908) (1),

(1) Este Congreso puso en evidencia la fuerza de expansión del pragmatismo, y precisamente en la tierra clásica del idealismo que aquél combate á sangre y fuego. «Un viento de pragmatismo y humanismo, viniendo de todas partes, y especialmente de los países anglo-sajones, no ha cesado de soplar sobre el Congreso. Desde el primer día, el pragmatismo fué para el Congreso un centro de preocupación y objeto de las más ardientes discusiones. A partir de este momento, la lucha entre pragmatistas y antipragmatistas fué agravándose, continuando la disputa con el mismo encarnizamiento aun después de cerrado el Congreso». (Número extraordinario de *Le Revue de Métaphysique et de Morale*, dedicado al Congreso, pág. 933. Noviembre de 1908.)

donde el pragmatismo se presentó retador y dispuesto á dar la batalla en el propio solar de los dialectismos transcendentales. Y se explica que como un solo hombre protestaran los guardadores de las tradiciones kantianas ante semejante actitud de los pragmatistas, más que batalladora, desdeñosa y despectiva de todo idealismo, teniendo en cuenta que la mentalidad alemana lleva impresos los hábitos dialécticos del razonar puro heredados de Kant. Desde la «vuelta á Kant» proclamada por Lange, la enseñanza filosófica había degenerado en una especie de escolástica decadente, girando como canjilones de noria exclusivamente alrededor de la teoría del conocimiento; consúltense los programas de la enseñanza filosófica en estos últimos años, y aparte las cuestiones históricas, toda la filosofía se reduce á dar vueltas á este resobado problema.

Cierto que las doctrinas pragmatistas no dejan de tener sus puntos de contacto con el kantismo, pareciéndonos poco ajustadas á la realidad estas frases que W. James escribe al final de su «Discurso-programa»: «Yo creo que Kant no nos ha legado una sola idea que sea indispensable á la Filosofía, ó que la Filosofía no poseyese antes de él, ó que ésta no debiese inevitablemente adquirir en lo sucesivo..... La verdadera línea seguida por la Filosofía hasta hoy no me parece pasa por Kant, sino que le deja á un lado» (1). Pero es cierto también que el espíritu filosófico de Kant y de los idealismos postkantianos son la intétesis del espíritu nuevo. El primero se desentiende de la intuición sintética de la realidad y trata de construir el edificio del saber con el ejercicio dialéctico de la razón pura; el filósofo no es un hombre que vive, es inteligencia pura que analiza y construye, ausente de la realidad viviente; el espíritu nuevo, al contrario, esencialmente humanista, abomina los artificios dialécticos, haciendo intervenir al hombre completo, el sentimiento, la voluntad, los hábitos de tradición, en la interpretación concreta de la realidad. «El sistema de Kant—escribe G. Fonsegrive—era en psicología, en lógica y en moral un sistema de abstracciones, una ideología pura. Y aquí está la razón de su muerte; sus abstracciones demasiado simples, divididas y cuadrículas, se han desvanecido al confrontarlas con la complejidad real. Se ha visto con evidencia que semejante explicación de la realidad por conceptos abstractos no era más que un mecanismo artificioso, verbal, vacío y, por lo mismo, falso. Se ha pronunciado sobre él la fór-

(1) W. James: «Le pragmatisme», traducción francesa publicada en la *Revue de Philosophie*, Mayo de 1906.

mula definitiva llamándole el último de los escolásticos» (1). Si algún sistema cae bajo las aceradas críticas de W. James, cuando habla de los intelectualismos abstractos y vacíos «que fatalmente conducen al valle de los huesos desecados», es este tinglado de formas y subformas con que Kant intentó explicar la génesis de los conocimientos humanos.

Fué, ante todo, Kant un espíritu crítico que supo plantear problemas, y aquí debe buscarse el secreto de su influencia decisiva, universal, sobre el pensamiento contemporáneo, que todo es tributario de él ó quizá de otros anteriores á él, Hume, por ejemplo; más bien que en las soluciones por él propuestas que, sobradamente artificiosas, van quedando reducidas á mera curiosidad histórica.

No debe perderse de vista, además, la ambigüedad y aun las contradicciones, aparentes á lo menos, de su pensamiento en las distintas etapas de su vida filosófica, que han originado interpretaciones para todos los gustos. Unos, tomando la cosa en sí, se lanzaron á construir metafísicas transcendentales, mientras que otros, partiendo de la misma crítica, proscribieron toda metafísica de la realidad como inaccesible al espíritu humano, coincidiendo con el empirismo en limitar la ciencia humana á puras relaciones de fenómenos (neo-criticismo). Para unos, Kant es subjetivista, interpretación hasta aquí casi universal, y algunos creen ver en él un realismo crítico, no muy distante en sus conclusiones del de Aristóteles (Paulsen y, sobre todo, Riehl); finalmente, unos ven en la primera crítica, esencialmente negativa y escéptica, expresado el verdadero pensar de Kant, y para otros este pensamiento se contiene en el dogmatismo moral y práctico de la segunda.

La orientación actual del espíritu filosófico en Alemania parece ser esta: en general, va perdiendo la confianza en los idealismos abstractos y apartándose del razonar dialéctico puro; se ve una tendencia á *humanizarse*, entrando en las vías de las realidades concretas. Quedan aún restos de aquel pensar abstracto fuera de toda realidad en ciertos idealismos lógicos de tipo matemático; pero son tentativas de dar vida á algo que fué y ya está muerto; su eco se pierde en la indiferencia del medio ambiente. En general, el moralismo práctico de Kant, unido á las preocupaciones psicológicas, estéticas, morales, científicas é históricas, han ido modificando los hábitos exageradamente dialécticos é

(1) G. Fonsegrive: «Le kantisme et la pensée contemporaine», en su libro *Essais*.

idealizadores creados por Kant, aproximándose á la realidad y convergiendo hacia una concepción integral y finalista de la vida, en el *voluntarismo* de Lotze, Nietzsche, Wundt, Paulsen, en la *Filosofía de los valores*, de Liebmann, Windelban Rickerl, Munsterberg, Simmel, de carácter pragmatista, en que juegan importante papel los valores sociales, morales y estéticos y, finalmente, en el idealismo de Eucken, quien busca en el ideal religioso-moral la armonía y el fin supremos de la vida. En todos aparece en primer término la preocupación de las realidades concretas en oposición á los apriorismos anteriores; todos se proponen, ante todo, el problema de la existencia y de la finalidad de la vida humana. La filosofía alemana coincide, pues, con el espíritu general de la filosofía del siglo que comienza; la tendencia á aproximar la especulación filosófica á la realidad y á completar la ciencia experimental con elementos metafísicos, éticos y religiosos (1).

El filosofar está hoy de moda entre los hombres de ciencia; lo hemos visto refiriéndonos á Francia, pero éste es un fenómeno universal. Es signo de los tiempos de crítica que corremos; y los sabios, tocados del espíritu crítico de los filósofos, han sacudido el sueño dogmático en que vivían y sentido la necesidad de proceder á la revisión de su ciencia para asegurarse de la solidez de su construcción y poder así determinar el valor y alcance de los resultados. Y han visto que la ciencia presupone problemas y descansa en postulados cuyo valor ella no puede determinar. En primer lugar, si la ciencia es representación objetiva de la realidad, también es producto de la actividad del espíritu; la realidad, para ser científica, debe ser vista al través de las disposiciones de la conciencia intelectual y aun afectiva del sabio. ¿Y qué es lo que esta conciencia pone de su parte en las construcciones científicas? Pretende la ciencia legislar sobre la realidad por medio de representaciones, símbolos, métodos y leyes; ¿tiene derecho á suponer que sus fórmulas sean ecuación de la realidad y que las manipulaciones y procedimientos á que la somete no sean una deformación de la misma?

La ciencia crítica actual contesta negativamente, ó cuando más se

(1) H. Hoffding: *Philosophes contemporains*, traducción francesa, París, 1908. A. Chiappelli: «*Naturalisme, humanisme, et philosophie des valeurs*» (*Rev. Phil.*, Marzo 1909). Idem: *Les tendances vives de la philosophie contemporaine* (*Rev. Phil.*, Marzo 1910). J. Benrubi: *Études sur le mouvement philosophique contemp: Allemagne* (*Rev. de Mét. et de Morale*, Septiembre de 1908).

limita á poner punto interrogante. Los conceptos primordiales de las ciencias, cantidad, cualidad y relación, espacio y tiempo, masa, energía y movimiento, materia, fuerza, vida, causalidad, ley, etc., etcétera, cuyo empleo entra en todos los discursos y experiencias del sabio, parecen no ser á la luz de la crítica otra cosa que definiciones hipotéticas, construcciones más ó menos arbitrarias del espíritu. Y si estas nociones primeras constituyen la levadura interior del organismo científico, ¿cuál podrá ser el valor de éste? ¿No parece que la ciencia debe considerarse, más bien que como representación objetiva de las cosas, como simple medio instrumental de adaptación biológica del espíritu?

De otra parte, la realidad no abre todo su interior á las manipulaciones de la ciencia, quedando siempre un residuo impenetrable que la conciencia del sabio, convertido en filósofo, presiente, vislumbrando más allá de sus experiencias y formulismo científico un mundo nuevo, acaso el único mundo real, irreductible á ser expresado en moldes intelectuales.

Enfrente de la uniformidad homogénea cuantitativa, que es el ideal abstracto de la ciencia, aparece la discontinuidad heterogénea de la realidad y de la vida; y en el *summum* de esta vida, el mundo moral, la conciencia con sus diferentes valores, lógicos, estéticos, morales, sociales, que dan origen á ciencias de tipo diferente, ciencias del ideal, de la vida, y en donde las ciencias de hecho no entienden nada. Se comprende que el espíritu de los grandes sabios esté hoy compenetrado por el pensamiento filosófico en todos sentidos. Físicos como Lodge, Ostwald, Hertz, Maxwell, Mach, Duhem; matemáticos como Arrhenius, Poincaré, Planc; biólogos y naturalistas como Helmholtz, Reinque, Verworn, Vries, Prunes, Driesch, etc., tienen conciencia de la insuficiencia actual del saber empírico para responder á los grandes problemas universales implicados en la ciencia misma, que se traduce por la tendencia creciente á remontarse á las altas regiones de la Filosofía y por una fe completa en la posibilidad y aun en la necesidad de esta suprema interpretación de la ciencia.

Como consecuencia de esto, va estableciéndose la aproximación de científicos y filósofos, que en el siglo pasado mutuamente se desconocían, dibujándose ya en estos primeros del nuevo con claridad creciente en unos y otros la tendencia cada vez más marcada á una concepción sintética del universo, fundada sobre la crítica, sobre la ciencia y sobre la realidad integral de la vida humana. El gran árbol de la ciencia parece hoy conmovirse desde sus más profundas raíces

hasta sus ramas más elevadas, sintiéndose renovar á impulsos de una vida nueva infundida por el pensar filosófico (1).

La interpretación mecanicista y atómica del universo, habitual en los científicos del siglo pasado, ha muerto á manos de los sabios de hoy, más conscientes del alcance y valor de su ciencia; y la Filosofía, inspirada en aquella manera de concebir la ciencia, va pasando igualmente á la historia. Ninguna como la filosofía inglesa había tratado de recoger este espíritu atomístico y mecanicista de la ciencia del siglo pasado; ahora bien, este espíritu ha sido, al decir de Hoffding, uno de sus principales defectos que le han acarreado la muerte. «Si se considera—dice—el espíritu y la dirección de la Filosofía inglesa contemporánea, no se puede menos de llegar á este resultado: que la escuela clásica inglesa, que comienza con Locke, y cuyo último representante ha sido Spencer, ha dejado de existir» (2).

No se busque en esta rápida ojeada sobre las doctrinas que acabo de exponer y he llamado «filosofías de la vida», ningún sistema acabado y simétrico formando escuelas á la manera antigua. Hoy son insuficientes las etiquetas de clasificación acabadas en *ismos*. No corren vientos favorables á aquellas construcciones sistemáticas acabadas, en que tan pródigo se mostró la primera mitad del siglo pasado; la nota dominante hoy en las especulaciones filosóficas es el personalismo; propiamente hablando no hay Filosofía, sino solamente filósofos, cuyas producciones expresan estados subjetivos y personales, maneras originales de ver las cosas semejantes á la del artista; y, como dice Hoffding, «entre cien soñadores sólo hay un pensador» que realice un trabajo intelectual bien encadenado. Hoy no se concebiría un Hegel imponiendo su dictadura á las inteligencias. Lo cual no significa que este personalismo del pensamiento actual excluya toda uniformidad; por mucho que el individuo acentúe sus rasgos personales y maneras originales de ver, nunca le será dado abstraerse á las

(1) Chiappelli, lug. cit.

(2) H. Hoffding: *Philosophes contemporains*, pág. 52, traducción francesa, 1908 París. El materialismo es la filosofía del atomismo mecánico, y nada puede dar mejor idea de su actual decadencia que su ausencia casi total de los Congresos de Filosofía como el de Heidelberg, donde como en una Babel tuvieron representación todas las doctrinas. «En cuanto á las tendencias— escribe L. Noël, asistente al citado Congreso—han sido tan numerosas como las comunicaciones; hay una, sin embargo, cuya derrota completa se ha afirmado una vez más: el materialismo, que apenas ha tenido representación en el Congreso». (*Revue Neo-Scholastique*, Noviembre de 1908.)

influencias del medio común y uniforme en que vive y al que debe su formación.

En todo sistema de doctrinas hay siempre un «alma» de verdad, y á este fondo de verdad deben los errores su fuerza de expansión y de proselitismo. Tal es el caso de los modernos pragmatismos. El soberano y olímpico desdén que ciertos intelectualismos transcendentales afectan enfrente de ellos, no les ha impedido seguir su camino; que no basta traer á cuento á los Protágoras y á los Gorgias.

Sin duda, que entre la inteligencia y la realidad hay desproporción; la razón es incapaz, por naturaleza, de adquirir un conocimiento adecuado de las cosas; no podemos conocer el todo de nada; la verdad integral, absoluta y perfecta no es de este mundo; lo individual y concreto como tal es inconcebible por la razón; no hay ciencia, decía Aristóteles, sino de lo universal; *individuum ineffabile* reza un axioma escolástico. La inteligencia es esencialmente abstractiva y analítica; necesita descomponer la infinita complejidad de elementos y relaciones que integran los seres para pensarlos, y reunir después estos resultados del análisis abstractivo en síntesis homogéneas, en conceptos, categorías y leyes de las cosas.

Así procede la razón espontánea en el conocimiento vulgar; así procede la razón científica, pero afinando más los análisis para ordenar á los seres y determinar sus relaciones, y éste es también el procedimiento de la razón filosófica en sus síntesis universales. Las formas lógicas del pensamiento no son, pues, las mismas de la realidad; que unos son los modos con que pensamos las cosas y otros los modos de existir las cosas pensadas. Es un error grave considerar la inteligencia como un centro donde se proyectan y reflejan pasivamente las siluetas de los objetos; la inteligencia es actividad incesante que analiza, abstrae y universaliza, descompone y recompone discursivamente la materia de sus representaciones, rompiendo la continuidad y complejidad real de los seres. El mundo de los conceptos, el conjunto de las ciencias parecen ser así como una desarticulación de la realidad y de la vida, presentando el aspecto de un vasto catálogo conforme al que se van disponiendo artificial y uniformemente las piezas que componen la inmensa máquina del universo, después de haber sido ésta descompuesta y haber quedado todas las piezas fuera de su lugar.

Los conceptos con que trabaja la inteligencia son como las palabras en el contexto de una frase del que reciben su sentido; así los conceptos reciben el sentido de su contexto, que es la intuición real. Y nada tiene de extraño que manipuladas estas formas lógicas

con independencia de su contexto, á espaldas de la realidad y sin comprobación constante con ella, puedan fácilmente resultar, no una síntesis fiel y verdadera, sino una caricatura de la misma realidad. De ello tenemos abundantes ejemplos en las concepciones cuantitativas y mecánicas del universo, herederas del geometrismo cartesiano, que han tratado de someter todas las realidades á una dirección brutal, terminando por dar al mundo entero el aspecto de una inmensa máquina, donde todo estaría ajustado á determinaciones cuantitativas. Tal es, por ejemplo, la síntesis mecánica de Spencer, quien partiendo de las «atracciones y repulsiones moleculares», trata con ellas de explicar todos los hechos observables, desde la formación de los mundos estelares, la aparición y desarrollo de los organismos y de la conciencia, hasta la constitución de las sociedades y el desenvolvimiento de las civilizaciones; tal es el atomismo universal, pulverizándolo todo y destruyendo á su paso la realidad y la vida.

Es, pues, muy puesto en razón exigir á las especulaciones intelectuales el «sentido de las realidades» de que suelen carecer estas filosofías racionalistas, estrechas y vacías, que miden la realidad por las formas de la razón humana, reducen las certidumbres al tipo matemático y limitan el mundo á representaciones metafóricas de la razón; así como aquellos idealismos quintaesenciados con su alquimia conceptual, que tomando las determinaciones subjetivas de su propio pensar por realidades, se elevan á las altas regiones, desde donde se pierde de vista la realidad, viviente de las cosas. Los transcendentismos del siglo pasado son «castillos fabricados en las nubes, imponentes quizá, pero demasiado lejanos».

El valor de los conceptos racionales, y consiguientemente de toda sistematización científica ó filosófica depende de su enlace, actual ó posible, con las intuiciones de la experiencia real; éstas son, en último término, la medida de su legitimidad y verdad. Todo sistema puramente ideal, que no tenga un punto de apoyo en un dato real, y sin aplicaciones posibles á la experiencia real, es formulismo dialéctico vacío, vano juego del espíritu. Y en este sentido, la Filosofía y la Ciencia, lo mismo que el sentido común, deberán ser pragmatistas, es decir, realistas. Está conformada de tal modo y orientada nuestra inteligencia, que todos sus conceptos han de estar contenidos, ó á lo menos han de haber sido sugeridos por la intuición real. Y si así está orientada, el filósofo deberá seguir en sus especulaciones lo más de cerca este camino marcado por la naturaleza; desviarse de él es exponerse á tomar ficciones por realidades.

El nuevo espíritu filosófico significa, además, y éste es, á mi entender, el carácter más saliente de uniformidad, una reacción contra el *escientismo* naturalista, que desconociendo en absoluto valores de la conciencia, venía imponiendo brutalmente y con dogmatismo hierático sus afirmaciones, escudado en los prestigios de la ciencia experimental, y tratando de identificar su causa con la de la ciencia misma (1). Durante medio siglo ha estado de moda exaltar sin medida las ciencias de la naturaleza; para muchos sabios ésta era la ciencia verdadera y única capaz de resolver todos los problemas que preocupan á la inteligencia, de contestar satisfactoriamente á los enigmas del universo y destinos de la humanidad y, por consiguiente, de dar reglas de conducta á los individuos y á las sociedades. Las ciencias naturales eran las llamadas á reemplazar las concepciones de la moral, de la sociología, de la religión; el naturalismo imperante, apoyado en una ciencia presuntuosa, pretendió encerrar en las leyes de la mecánica todos los problemas de la conciencia y del universo. De aquí esa especie de superstición idolátrica por la ciencia creada entre el vulgo y entre la gente culta, que Bacon hubiera clasificado entre los *idolaphori* y que Goblot llama «fanatismo de la ciencia experimental». No había más que una ciencia, la de la Naturaleza, y un solo procedimiento, la experimentación física; toda otra ciencia y todo otro procedimiento se llamaban vaciedades, ídolos, quimeras, sueños.... La competencia de un físico ó de un naturalista—escribía Brunetière (2)—es fácilmente acatada como universal.... La profesión de sabio confiere ante el público una especie de misión santa. El «fanatismo del método experimental» ha conducido á toda una generación á la adoración idolátrica de la ciencia, creando una especie de papado nuevo que trata de imponerse por el argumento de autoridad». Hoy—decía

(1) La Filosofía del siglo XX es decididamente adversaria del naturalismo. El nuevo «positivismo idealista» francés, encarnado en el genial Bergson y su escuela; el pragmatismo anglo-sajón; la Filosofía inglesa, actualmente idealista, pues sería un error juzgarla por su empirismo clásico, hoy muerto; la Filosofía alemana, que desde la «vuelta á Kant» ha venido acentuando su tendencia antinaturalista; la orientación también hacia el idealismo del pensamiento italiano, que va desentendiéndose de positivismos á lo Spencer, como el de Ardigò; la Filosofía escandinava, cuyo pensador más eminente, V. Norström, hace recordar, al decir de Hoffding, á Eucken, el idealista más platónico de los filósofos alemanes: en todas partes la Filosofía tiende á reivindicar los derechos del espíritu contra las negaciones del naturalismo dominantes en la última mitad del siglo anterior.

(2) *La moralité de la doctrine evolutive*, pág. 87.

á su vez E. Naville (1) —la *Ciencia moderna*, tal como la conciben los que se tienen por sus legítimos representantes, es invocada como una autoridad anónima ante la que es necesario inclinarse, so pena de ser contado en el número de las inteligencias débiles y retrógradas.

¿Qué ha ocurrido después en esta última veintena de años? A la vista de todos está: un espíritu nuevo ha soplado, derribando ídolos viejos; una corriente vigorosa, espontánea, universal, promovida por mentalidades fuertes y sinceras, en su mayoría profesionales de la Ciencia, ha roto la dictadura con que el naturalismo científico venía imponiendo á golpe de maza sus prejuicios de sistema; y la reacción, como en tales casos suele acontecer, no siempre ha sabido contenerse en los justos límites de la prudencia. Se recordarán el escándalo, las protestas y discusiones promovidas, en época aún no lejana, por la famosa frase de Brunetière: *la bancarrota de la ciencia*. El tiempo se ha encargado de zanjar la cuestión en justicia desvaneciendo optimismos injustificados de los sabios; todos aquellos esfuerzos por ensanchar el dominio de la ciencia, por comprender dentro de las leyes y procedimientos de la naturaleza la vida del espíritu, se consideran hoy abortados, «aun á juicio de aquéllos mismos que habían contribuído á levantar su crédito con sus entusiasmos y con sus esperanzas (2). Esta quiebra la proclaman con una convicción profunda, semejante á los anteriores optimismos opuestos, muchos espíritus sinceros, las inteligencias más elevadas, desde el campo mismo de la ciencia. «Pero entiéndase bien: no se trata de la bancarrota de las ciencias naturales ó matemáticas, ni de que éstas se hayan detenido en su progreso, sino de la insuficiencia y fracaso de sus leyes y métodos aplicados á otros órdenes de conocimientos: al arte, á la literatura, á la moral, á la política», en una palabra, á todas las manifestaciones de la vida del espíritu. Aquel dogmatismo de ciertos sabios reclamando para la ciencia natural «á la vez la dirección material, la dirección intelectual y la dirección moral de los individuos y de las sociedades» pasó á la Historia. La frase de Berthelot, de quien son las anteriores palabras, pronunciada en ocasión solemne: «para la ciencia no hay misterios en el mundo», ha sido substituída por esta otra más prudente y sensata: «la ciencia no comprende toda la esfera del conocimiento, y no puede ni debe explicar el todo de nada».

(1) *Le libre arbitre*, pág. VIII.

(2) P. Bourget: *Introd. á los límites de la Psicología*, del Dr. Grasset. Versión castellana. Madrid, 1904.

La proclamación de la prioridad de la vida humana sobre la naturaleza, tal es el espíritu que informa á las nuevas filosofías; el antropocentrismo frente al naturalismo. En la síntesis naturalista el hombre ocupa el mismo plano de los seres inferiores; toda su vida, hasta la conciencia intelectual y moral deben explicarse por la naturaleza y resolverse en elementos últimos sometidos á la ley común de una mecánica universal. El nuevo espíritu filosófico reclama la primacía del espíritu sobre la naturaleza, de la libertad sobre la necesidad, de la conciencia subjetiva sobre la realidad objetiva, de la vida moral sobre el medio físico, el cual sólo tiene valor para el hombre y, por tanto, realidad, en cuanto interpretado por el espíritu y utilizado para los fines humanos. La Filosofía y la Ciencia son legítimas únicamente á condición de ser humanas, y solamente son humanas cuando su punto de partida, su centro de gravedad y su finalidad están en la vida del hombre.

En el haber del nuevo espíritu es justo poner en cuenta otros resultados positivos, como la rehabilitación de los valores éticos y religiosos, el restablecimiento de la continuidad entre el pensamiento y la vida, y una concepción más real y viviente de la Psicología.

Hasta aquí el fondo de verdad, las reivindicaciones legítimas contra los excesos intelectualistas. Veamos el reverso de la medalla. El camino elegido para tales reivindicaciones sólo puede conducir á nuevos fracasos, y esto por varias razones: primera, que es vano todo empeño de fundamentar tanto una filosofía teórica, como la dirección y disciplina de la vida práctica fuera de la inteligencia. Si la realidad y la vida son irracionales, no hay que hablar de filosofía ni de ciencia; el conocimiento y la verdad son palabras sin sentido. La vida misma, para tener valor humano, necesita ser pensada reflexivamente y dirigida y disciplinada, y no hay dirección ni disciplina posibles fuera de la razón.

En segundo lugar, las nuevas doctrinas representan el cauce común adonde han enviado sus aguas las filosofías negativas y contradictorias del siglo XIX. El nombre generalmente adoptado de «positivismo idealista» ó «idealismo positivista», cuadra bien á la conjunción de las dos corrientes negativas más caudalosas, y al parecer divergentes, legadas por la época anterior: *empirismo radical*, ó negación absoluta de la inteligencia como instrumento de verdad, y *subjetivismo radical*, ó negación absoluta de lo real transcendente. En cuanto positivismo, es la abdicación de la inteligencia en la irracionalidad de la vida, la consagración del hecho, de la experiencia individual y libre como regla única del pensar y del vivir. El hombre debe limitarse á

vivir sin razonar la vida; no hay derecho sobre el hecho; la última razón de la vida está en ella misma. En cuanto subjetivismo, los nuevos pragmatismos han acentuado el prejuicio idealista, origen principal de las aberraciones del intelectualismo, hasta convertirle en idealismo personal, cuya consecuencia inevitable es el *solipsismo*, posición la más extraña y ridícula que el filósofo puede adoptar. La inmanencia del conocimiento constituye la entraña del pragmatismo. ¿Y no podría ser este «postulado intangible» uno de tantos *ídola theatri* que pesan sobre la conciencia filosófica contemporánea? Es, ciertamente, cosa extraña que á pesar de las presunciones de todo género contra él, de ordinario se le admita aún sin justificarle. Toda la Filosofía contemporánea estriba en él, y esto basta, y si no necesita justificación tampoco hay derecho á discutirle. Sabida es la influencia del éxito sobre los espíritus, tanto como en el orden práctico en el de la especulación; las ideas tienen también sus modas, que se imponen por sugestión á la masa general de las conciencias, siempre irreflexiva y superficial; así se forman los ídolos de que habla Bacon. Pero la moda, la actualidad, el éxito, ¿pueden nunca justificar una doctrina, tomarse como norma de su verdad? ¿Acaso no son muchas veces, quizá las más de las veces, producto de sugestión idolátrica, y no es con frecuencia el éxito de hoy fracaso de mañana?

Según este criterio (y el observador menos avisado podrá advertir que él es, en general, el que determina en las masas la aceptación de unas doctrinas con preferencia á otras), el argumento decisivo contra una doctrina consistiría en hacer ver que ya pasó, que ha perdido el sufragio de las inteligencias. La verdad reside en el momento actual del pensamiento; fué verdadero en su tiempo el intelectualismo realista y objetivo, hoy lo es el idealismo. La verdad de ayer error de hoy, y la verdad de hoy error de mañana; ¿puede pensarse criterio más absurdo?

El subjetivismo, el horror á lo trascendente objetivo, ha creado lo que Windelband llama «timidez metafísica» de los pensadores contemporáneos. Todos piensan y hablan utilizando conceptos de significación metafísica y, sin embargo, sienten invencible repugnancia á admitir el valor objetivo y trascendente de sus pensamientos. Y es que es imposible pensar ni vivir sin presuponer postulados metafísicos; la experiencia y la vida, la Ciencia y la Filosofía, viven necesariamente en un ambiente metafísico, que el filósofo ó el sabio podrán fingir ignorar, pero de que ni uno ni otro pueden prescindir.

Podrían resumirse sumarísimamente las doctrinas más salientes que

integran el sistema nada coherente de las filosofías pragmatistas ó son consecuencia lógica del mismo (Bergson, James, Schiller): El *antropocentrismo*, ó mejor *psicocentrismo*, explica el universo al través y desde el punto de vista de exclusivo de la conciencia, sin recurso á ningún principio transcendente — *inmanentismo* —, la conciencia es la medida de las cosas; el *empirismo radical*: los hechos de experiencia inmediata y personal, en su fluir incesante, constituyen la única realidad en perpetuo *feri-evolucionismo* —; las formas mentales en que el sentido común y la ciencia pretenden representar las cosas fijas y estables son deformaciones ficticias de la realidad — *irracionalismo*, *simbolismo*. En cuanto á la moral, podría darnos de ella una idea aproximada la *Crítica de la razón práctica*, borrando todo elemento *à priori* ó imperativo categórico; la única norma de conducta es la que imponen las tendencias é instintos de la naturaleza psicológica, y sin criterio racional con que discernir entre las legítimas y las que no lo son, puesto que psicológicamente, en cuanto hechos, todos valen lo mismo, ¿cómo distinguir lo justo de lo injusto, el bien del mal?: el *amoralismo*, ó si se quiere el *inmoralismo*, ó mejor la *moral del éxito*, podrían ser consecuencia del sistema. En el orden religioso, una vez negada la transcendencia de un Dios personal que da una finalidad y un sentido claro y preciso á la vida religiosa, queda ésta reducida á un vago misticismo sentimentalista, á merced de todas las aberraciones y extravagancias del criterio individual; tal es el *modernismo religioso*. En sociología las nuevas ideas conducen al *individualismo*, y en última consecuencia al *anarquismo*. Nietzsche podría tenerse como un precursor que avanzó las últimas consecuencias, aunque históricamente no haya relación entre su optimismo y el de las nuevas doctrinas. En este conglomerado de tendencias, que semejan multitud de ríos afluyendo á un cauce común, predomina el *pragmatismo*, el primado de la acción, de la vida, sobre la inteligencia. Pero el pragmatismo, más bien que doctrina, es un método, un instrumento que puede ponerse al servicio de todas las teorías y de todas las creencias, sin ser ninguna. Su objeto, desde el punto de vista intelectual, según los redactores de la revista pragmatista *Leonardo* (muerta por plétora de vida), es conducirnos á donde queremos ir. Nada de verdad objetiva que se imponga al individuo y limite su libertad; la verdad es lo que deseamos que sea; libertad absoluta de creer y de formarse convicciones aun contra la realidad; supresión de toda disciplina considerada como estrechez y tiranía del espíritu; la disolución del pensamiento y de la vida.

Sin embargo, no parece del todo justo juzgar según nuestra lógica

intelectualista y hacer responsables de estas consecuencias á quienes hacen profesión de seguir otra lógica distinta de la intelectual. Y desentendiéndose de aquella lógica, es como se explica la nobleza de ideales prácticos que parecen animar á la mayor parte de los que profesan las nuevas doctrinas; como que para muchos de ellos, el ideal moral-religioso es la llave de la bóveda de la Filosofía, el centro de unidad y de armonía totales á que deben subordinarse el pensamiento y la vida.

Tres siglos de apoteosis de la razón han terminado al alborear el siglo XX, no ya por el reconocimiento de los límites que imponen la sobriedad y la prudencia, sino por negar todo valor representativo á sus construcciones; más aún, por afirmar su incapacidad radical para construir nada positivo y real.

Un siglo de idolatría científica ha terminado, no por corregir pretensiones injustificadas de los sabios, asignando á la ciencia sus verdaderos límites, sino por remover los fundamentos que se tenían por de una solidez inquebrantable, poniendo en tela de juicio la razón de sus métodos y resultados más esenciales, de sus principios, definiciones y postulados, el fundamento de su certidumbre y legitimidad. ¡Ironías de la Historia! Se acusaba al Cristianismo en otros tiempos y á la Filosofía cristiana de pretender humillar á la razón humana con los dogmas impuestos á su creencia; y hoy esta Filosofía cristiana va quedando casi sola en la defensa y sostenimiento, enfrente del escepticismo y del relativismo, del valor integral, del valor metafísico de la razón humana. En épocas recientes de fanatismo científico se rechazaba lo sobrenatural y el misterio á nombre del progreso de las ciencias; al presente, en el decaimiento y desilusión sucedidos al entusiasmo que todo lo creyó posible, sabios sinceros, espíritus convencidos ven los misterios rodeándonos por todas partes, hasta llegar á dudar del valor de la ciencia misma; habiendo necesidad de sostener los legítimos derechos de la razón científica, y de explicar cómo y en qué medida es necesario creer en su valor y en su porvenir (1).

En conclusión: ni pragmatismos irracionales que ciegan las fuentes del conocer, ni intelectualismos escépticos que secan las energías del vivir; el «justo medio» es también virtud de la inteligencia y regla de bien pensar. Una Filosofía de la realidad y de vida construída fuera de la inteligencia no es humana; y los intelectualismos ideados á espaldas de esta realidad y de ésta son construcciones vacías: dos radi-

(1) G. Michelet: *Dieu et l'agnosticisme contemporain*, pág. 10.

calismos igualmente distanciados de la sobriedad intelectual y de las leyes del buen sentido. Y si es cierto que el filósofo no está obligado á poner sobre su cabeza este fondo de bien pensar que llamamos sentido común, tampoco se ve necesidad alguna de que el pensador, para ser tal, haya de volverle siempre la espalda.

Una filosofía integral debe ser teórica y práctica, debe armonizar la razón, la experiencia y la vida, debe responder á las necesidades de verdad de nuestra inteligencia y á las exigencias de la naturaleza de vivir una vida recta, plena y armónica.

SECCIÓN 7.^a, CIENCIAS MÉDICAS

CARACTERÍSTICA DE LA PATOLOGÍA ACTUAL

DISCURSO INAUGURAL

POR

D. ANTONIO SIMONENA

CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL

SEÑORES:

Al levantarme hoy para inaugurar vuestras tareas de esta Sección de Medicina del Congreso Español para el Progreso de las Ciencias, permitidme que os diga cuál es mi estado anímico, á fin de que seáis benévolos en vuestra crítica. Encuéntrome en aquella situación vacilante entre la alegría y el pesar, que tanto daña á la decisión; porque si me es grato volver á hablar en este recinto en que durante trece años he explicado á la juventud estudiosa, ávida de conocer los secretos de la Patología y de adiestrarse en la técnica clínica, ya no lo es hacerlo entre vosotros, á quienes nada puedo enseñar y de quienes, por el contrario, tanto puedo aprender.

Mas, como el compromiso está adquirido, gracias al reiterado y cariñoso requerimiento de compañeros y discípulos de aquellos tiempos, para mí tan gratos; y, por otra parte, no es hora de volverse atrás, espero me perdonaréis mi decisión, efecto más de un móvil afectivo que de un razonamiento.

He creído conveniente en esta ocasión discurrir acerca de la *característica de la Patología actual*, porque siempre es bueno apartarse un poco, de vez en cuando, del trabajo particular en que estamos empeñados y con el que contribuimos á la erección del edificio de la Patología,

para contemplar el golpe de vista que presenta y apreciar las líneas generales de la construcción; á fin de no olvidar su unidad constructiva, cuando engolfados en la investigación de los detalles no tengamos presente más que el órgano ó el aparato, que es el sujeto de nuestros afanes. Además no ha de ser superfluo, para quien no haya pensado ó lo haya hecho superficialmente en esta materia, mostrar los horizontes vastísimos que á la investigación ofrece el campo de la Patología y señalar las tendencias que presenta el estudio de este ramo importante de la Biología.

Entrando en materia, empiezo por sentar la tesis de que la característica de la Patología actual es *lo científico de los métodos, del análisis y de la crítica*, como vamos á probarlo á continuación.

I.

Son métodos científicos los que tienden á la objetivación de cuanto cae bajo su acción.

Cuanto es objeto de análisis en Patología se reduce á dos términos: cuerpos y fenómenos. Los cuerpos están constituidos, en lo que atañe al organismo humano enfermo, por los órganos y tejidos, sus componentes celulares y químicos, las partes de ellos desprendidas y los productos de su elaboración. Los fenómenos son todos los actos que tienen lugar en nuestro cuerpo, así sean visibles como invisibles, lo mismo de orden físico que físico-químico, que químico, que biológico. Sobre unos y otros debe aprestarse nuestra atención con un fin analítico primero y nuestro juicio después, para deducir cuanto sea necesario; pero siempre uno y otro con el mayor rigor y precisión científicos.

Como los cuerpos son, en general, indudablemente más asequibles al análisis que los fenómenos, por lo mismo que son tangibles muchas veces, visibles y demostrables siempre, directa ó indirectamente y más ó menos permanentes y, por tanto, observables reiteradamente; y los fenómenos, por el contrario, menos asequibles por su intangibilidad y fugacidad, ya se comprende que el análisis de los primeros ha de ser más fácil y su demostración más factible que los de los segundos; y que éstos, para poder ser mejor y reiteradamente analizados, deben ser fijados previamente ó, como se dice también, objetivados.

Un ligero bosquejo histórico-crítico de los métodos de análisis pondrá bien patente esta tendencia á la objetivación, así como los resultados observados.

Durante muchos siglos el análisis clínico estuvo limitado á la observación puramente natural, es decir, á la de los hechos que se presentaban espontáneamente y de un modo directo á los sentidos escuetos. Esta observación natural, que puede apellidarse organolépticas inmediata, no podía dar á conocer más que síndromes muy aparentes y muy pocas ideas fisio-patológicas aprovechables en la actualidad. Apenas si existía la Patología, que es preciso reconocer tampoco podía constituirse científicamente con tal método de análisis. Era sencillamente una Patografía, diré mejor, una *Semeiografía*, como puede comprobarse recordando las clasificaciones de Sauvages (1) y de Pinel (2) que marcan el punto culminante de este período.

Pero vino el auxilio instrumental á los sentidos, es decir, la ampliación en superficie y profundidad del campo de observación con los aparatos que permiten extender la vista á partes recónditas como el laringoscopio, spéculum, oftalmoscopio, etc., ó el tacto, mediante el cateterismo, á conductos inaccesibles á los dedos, ó el oído, permitiéndonos escuchar ruidos antes no percibidos, aunque existentes, y otros que se producen por la percusión y nos dan á conocer la densidad de los tejidos y de los órganos, y la Patología salió de su larga infancia para entrar en la juventud. Esta observación natural mediata ó instrumental, permitió ya relacionar los síntomas con las lesiones apreciables por este método de análisis, y se fué formando de hecho la Patología, que pudiéramos llamar anatomoclínica. Y si se recuerda que coincidió, precisamente, con el descubrimiento y uso de estos métodos de examen, la vulgarización de la autopsia-clínica, que dió tan bellos resultados en manos de Morgagni en 1761, pero que se multiplicaron con Ludwig en 1785, Baillie en 1793, Voigtel en 1804, Meckel en 1812, Cruveilhier en 1816, Lobstein y Andral en 1829 y Ribes en 1834, no extrañará el paso de gigante que dió la Patología, que podía ofrecer ya, como resultado de los nuevos métodos de análisis, síndromes relacionados con lesiones manifiestas, apreciables en vida ó en el cadáver; formándose lo que más tarde se llamaron síndro-

(1) Sauvages dividía las enfermedades en diez clases: *vicios externos, fiebres, flegmasías, espasmos, anhelaciones, debilidades, dolores, vesanias, flujos y caquexias*.

(2) Pinel comprendía las cuatro clases siguientes: *fiebres, flegmasías, hemorragias, neurosis y lesiones orgánicas*.

mes anatómo-clínicos. Por ello la Patología, en este período, que empieza en Morgagni y culmina con Nothnagel, bien merece el apelativo de anatómo-clínica. Entonces, y como resultado de este método de examen, aparecen los primeros tratados científicos de las enfermedades de los órganos. Abre, por decirlo así, la marcha Corvisart, en 1806, con su *Essai sur les maladies du cœur*, y le siguen Broussais, en 1808, con su ruidosísima *Histoire des phlegmasies chroniques*, y Bayle, en 1810, con sus *Recherches sur la phthisie pulmonaire*. En 1813 aparece la obra de Petit y Serres, *Traité de la fièvre entero-mesenterique*, y en 1819 publica Laenec su memorable *Traité de l'auscultation mediate, etc.*, aplicando su gran descubrimiento al estudio y caracterización de las enfermedades de los aparatos respiratorio y circulatorio. En 1820 aparecen las *Recherches anatómo-pathologiques sur l'encephale*, de Lallemand, y pocos años después, en 1826, las tres interesantísimas obras que siguen: la de Sahmen, *Die Krankheiten des Gehirns, etc.*; la de Abercrombie, *Path. and pract. Resarch of the Brain*, y la de Bayle, *Traité des maladies du cerveau*; cerrando este brillantísimo período anatómo-patológico Bright con sus importantísimos trabajos sobre la enfermedad que lleva mercedadamente su nombre, expuestos el año 1827 en *Reports of med. cases*.

En el tercer período del progreso del análisis clínico, el espíritu humano no se contenta con observar lo aparente y relacionarlo con la lesión que lo produce, como en la etapa anterior, sino que trata de observar lo oculto, haciéndolo aparente; lo invisible, haciéndolo visible, mediante reacciones químicas y coloraciones; lo transitorio, fijándolo por el método gráfico para mejor estudiarlo, y lo simple, multiplicándolo mediante el cultivo y seleccionándolo, para mejor apreciar sus caracteres.

Este nuevo método de análisis natural é instrumental, pero mediato, que permite estudiar, no sólo la lesión, sino la causa, y además tiende á completar la observación y á objetivar lo observado, contribuyó poderosamente á la fundación de la Patología etiológica, que adquirió por ello carácter más científico que en el período anterior.

A esta época y á este nuevo método de investigar corresponde el conocimiento de las intoxicaciones, principalmente exógenas, que se multiplican con el desarrollo de varias industrias, con el empleo de varias substancias como medicamentos y con el uso sencillamente eufórico de otras, que como el alcohol, tabaco y opio, más se toman por hábito y gusto que por necesidad; así como el de las enfermedades parasitarias que inician prácticamente Davaine y Rager en 1850, descubriendo el *bacillus antracis*, y continúan Pasteur, en 1866, con sus me-

morables trabajos sobre las enfermedades del vino; Rivolta, en 1868, con el descubrimiento del agente de la actinomicosis, y Obermeyer con el de la fiebre recurrente, que no publica hasta en 1873. En este mismo año aparecen los trabajos de Davaine sobre la septicemia, y en 1875 los de Perroncito, confirmatorios y aclaratorios de los de Rivolta. Al siguiente Hansen descubre el bacilo de la lepra, y en 1879 Neiser el gonococo. Eberth da á conocer en 1880 el agente productor de la fiebre tifoidea, y Laveran el del paludismo. En el que sigue descubre d'Ogston el de la erisipela, que se confirma y aclara por los trabajos de Fehleisen, que aparecen un poco más tarde (1883), y Koch, en 1882, da á conocer el agente productor de la tuberculosis, así como Löffler y Schutz el del muermo. Un año más tarde demuestran Fränckel y Talamon la causa de la pulmonía, y Koch la del cólera, y al otro Klebs y Löffler la de la difteria. En 1885 Nicolaier la del tétanos, y el 1887 Bruce la de la fiebre de Malta, y Weichselbaum la de la meningitis cerebro-espinal epidémica. El 93 da Pfeiffer á conocer el bacilo de la gripe, y el 94 Yersing y Kitasato el de la peste. En el 95 da van Ermengen con el bacillus botulinus, y se inicia el siglo actual con los descubrimientos de la causa de la enfermedad del sueño por Castellani y Bruce en 1903, por Laishmann y O'Donovan con la del Kala-azar, curiosa enfermedad que está siendo estudiada con ahinco en España por jóvenes y entusiastas médicos de las costas del Sur, y por Schaudin con la de la sífilis en 1905. Y no digo más de otros descubrimientos recientes por no estar todavía confirmados.

Pero sí quiero señalar, antes de acabar con este párrafo, un hecho curioso, que resalta poderosamente de esta enumeración cronológica de los hechos, y es la influencia poderosa que los métodos investigatorios tienen en el progreso científico y el distinto carácter que imprimen á la ciencia en que se emplean.

Así, en la nuestra, la observación natural instrumental, pero inmediata ó directa, no permitió remontarse más que á la lesión, como lo prueba el recuerdo histórico de la literatura de la primera mitad del siglo XIX, que es cuando dominó tal método analítico, y la Patología fué únicamente anatomo-clínica. En cambio, el nuevo método de observación natural instrumental, pero mediata, ha permitido llegar al conocimiento de las causas, como se ha podido ver. La Patología, en la segunda mitad del siglo anterior, se hizo etiológica gracias al nuevo método de análisis de que disponía.

En el último período del progreso del análisis ó período actual, el afán de conocer no se contenta con analizar lo que se aprecia espon-

táneamente, sino que además y para corroborar las deducciones etiológicas deducidas del empleo de los métodos anteriores inventa un cuarto método, ó sea el experimental, cuyos resultados son verdaderamente incomparables.

Unos cuantos hechos corroborarán esta afirmación:

El empleo de las digestiones artificiales iniciado por Spallanzani en 1780 y facilitado y perfeccionado gracias al descubrimiento de la bomba estomacal de Kusmaul en 1867, que permitió el análisis científico de la digestión gástrica, como el procedimiento experimental de Schmidt, publicado en 1899, nos han hecho conocer la digestión intestinal y sus alteraciones. El uso de la atropina, iniciado por Dehio en 1893, y el del nitrito de amilo, recomendado por Josué y Godlewski en 1913, han permitido diferenciar las bradicardias y asignar á unas un origen nervioso y á otras miocárdico; como la experiencia de Fredericq nos hizo conocer la patogenia de la arritmia respiratoria, la de Müller la del pulso paradójico, la de Lewis la de la taquicardia paroxística y de la arritmia perpetua, y las interesantísimas y elegantes de Hering la del pulso lento permanente.

La provocación de la secreción acuosa, según el método de Schlayer, y la de la concentración urinaria renal, mediante la dieta seca, nos dan á conocer el estado de las dos grandes funciones renales; así como la de la eliminación de determinados productos extraños nos permite conocer la alteración de determinadas funciones especiales del tubo, según los datos experimentales suministrados por la escuela de Karl Peter, y muy especialmente por su discípulo Suzuki.

Y en cuanto al sistema nervioso, desde el análisis del estado de tonicidad del sistema vago-simpático mediante el uso de la atropina, ideado por Dehio en 1893, ó la presión sobre el globo del ojo, según la recomendación de Bernhard Ashner en 1908, hasta la determinación de las zonas excitables de la corteza cerebral humana durante las trepanaciones, y que inició en España el cirujano vascongado Areilza, de Bilbao, la experimentación va dando á conocer múltiples determinismos de fenómenos cuya patogenia nos era antes completamente desconocida.

Y si se recuerda, para terminar, lo que á la experimentación debe la actual hematología, y que la moderna endocrinología casi le debe la existencia, y que sin ella estarían todavía por caracterizarse las especies infecciosas, nadie pondrá en duda las ventajas enormes que este método científico tiene sobre los anteriores.

De esta sucinta exposición se deduce que el espíritu humano, ante el hecho analizable, ha ido cada vez aumentando más su radio de acción analítica y al mismo tiempo ha ido substrayendo los resultados á la apreciación puramente subjetiva del observador, procurando por todos los medios posibles objetivarlos.

Los métodos que se limitan, así en lo anatómico como en lo funcional, á observar directamente sin intentar descubrir lo oculto ó hacer entrar en función lo que está en potencia, mediante excitaciones adecuadas, ni fijar ú objetivar lo observado, para que pueda serlo por cualquiera y cuando quiera, serán todo lo clínicos que se quiera, esto es, todo lo fáciles y cómodos que se desee, pero en rigor no se pueden llamar científicos, ya que la característica de éstos es, no sólo ser completos, sino además objetivantes, pues sólo teniendo estos dos caracteres pueden suministrar las nociones verdaderamente científicas de cantidad, calidad y permanencia.

Interin un fenómeno no se conozca cualitativa y cuantitativamente, ó si se quiere mejor, mientras no se conozcan sus componentes y pueda medirse en el espacio y en el tiempo no se puede decir que se conoce científicamente.

Y porque esta opinión es ya general, obsérvase una tendencia que conviene señalar, y es la de objetivar todo aquéllo que hasta hoy era puramente subjetivo.

Así se fotografía cuanto se puede para fijar una imagen transitoria ó cambiante, con el fin de contemplarla cuando se quiera ó compararla con otra que se fije más tarde (movimientos, actitudes, aspectos de los órganos y de sus superficies). Se trata de convertir la sensación táctil en acústica, como en el resonador vesical, ó en movimiento, como en el busca-balas. Se intenta inscribir las vibraciones vocales y se pretende medir la intensidad de los fenómenos acústicos mediante el estetoscopio diferencial de Bock, ó inscribirlos, como se hace con los ruidos cardíacos. Y es de presumir irá siendo cada vez mayor y hará entrar poco á poco todos los métodos llamados clínicos en la esfera de los científicos, mediante la objetivación de los resultados de los primeros.

II.

La posesión de métodos científicos de análisis ha permitido practicar éste de un modo científico, siendo ésta otra de las características de la Patología actual.

Para que un análisis merezca el apelativo de científico, es necesario que sea completo y exacto, porque sólo cuando nada se deje por escudriñar y además se haga todo con exactitud, es decir, partiendo de términos de comparación previa y exactamente establecidos, estarán los resultados á cubierto de la crítica.

Vamos á ver si el análisis clínico actual reúne estas dos condiciones.

En cuanto á lo completo, se ha de pensar que lo constituyen las dos condiciones de profundidad y extensión.

Que el análisis clínico actual es profundo salta á la vista inmediatamente. El patólogo de hoy no se contenta con examinar superficialmente, sino que, por el contrario, cada vez va más adentro en el análisis de esta maravilla de organización, que se llama cuerpo humano. Así, en lo anatómico y basándose tan sólo en los productos desprendidos ó segregados por los órganos, va penetrando á mayor profundidad en el conocimiento de las lesiones que van sufriendo en vida los órganos profundos inabordables hoy á más directo análisis. Los trabajos citológicos de los líquidos del lavado gástrico, iniciados por Conheim (1) y perfeccionados por Loeper (2), y que nos dan á conocer el estado de la mucosa del estómago, como los de Nothnagel (3), Lynch (4) y Schmidt y Strasburger (5) nos lo dan del intestino; el análisis histológico y químico de la expectoración, según el procedimiento de Besançon y Jong (6), y que tan perfectamente nos da á conocer, no sólo la existencia de una lesión en el aparato respiratorio, sino hasta el sitio en que asienta; la investigación citológica y, sobre todo, la de la grasa lipoide en la orina, según el proceder de Munk (7), y que nos revela, no sólo las alteraciones epiteliales del riñón, sino hasta la naturaleza degenerativa ó inflamatoria del proceso y los entretenidísimos estudios del líquido céfalo-raquídeo, que en sus elementos morfológicos y constitución química nos refleja el estado de las meninges, y hasta del mismo tejido nervioso, son ejemplos bastante demostrativos para que no quede duda de que se trata de pro-

(1) Conheim: *Arch. f. Verdauungskrankheiten*, 1895, pág. 274.

(2) Loeper: *Leçons de Pathologie digestive*, 2.^a serie, pág. 66.

(3) Nothnagel: *Die Erkrankungen des Darms*, 1903.

(4) Ricardo Lynch: *Coprología*, 1896.

(5) Schmidt und Strasburger: *Die Faeces des Menschen*, 1901.

(6) Besançon et Jong: *Traité de l'examen des crachats*, 1912.

(7) Munk: *Zestschrift für Klinische Medizin*, 1913, pág. 1.

fundizar cuanto se puede en el análisis. Y eso, sin traer á cuento el análisis de la sangre, cada vez más minucioso, por lo mismo que por ser común á todos los órganos y tejidos participa más ó menos de las alteraciones de ellos.

Y en lo funcional esta profundidad del análisis se hace patente en todos los campos de la Patología y en todos los órdenes de fenómenos. En lo tocante á movimientos, el patólogo actual no se satisface con examinar los macroscópicos y superficiales, como los de los músculos de la vida de relación, sino que persigue y escudriña los más pequeños, como los de las células (epitelios vibrátiles, corpúsculos de la sangre); los más ocultos, como los del estómago é intestinos, mediante la radioscopia, rectificando muchos conceptos equivocados sobre los mismos, y los más complejos, como los del corazón mediante la electrocardiografía.

En lo tocante á lo químico sorprende los límites á que se llega en el análisis actualmente. Ya no es sólo la existencia de cuerpos definidos, aislables y analizables químicamente, lo que preocupa únicamente al patólogo, sino que tratando de desentrañar la razón de múltiples fenómenos, que no son producidos por aquellas sustancias, inquiere la razón de efectos determinados que observa, apelando á reacciones biológicas de líquidos orgánicos entre sí, deduciendo de la presencia ó ausencia de ciertos efectos la de las sustancias que trate de determinar, dándolos existencia reaccional biológica, ya que no nos la puede dar visible y tangible, como lo demuestra la química de las infecciones, la de las intoxicaciones y la del metabolismo.

Y por lo que respecta á lo biológico, con recordar que cuanto se refiere á la especificidad de las enfermedades en dicho análisis se funda, y que cuanto se relacione con el metabolismo, así como lo referente al aprovechamiento de lo resultante de este metabolismo, formando excitantes de otras funciones ú hormonas, estudio, como se sabe, encomendado á la moderna endocrinología, en este análisis biológico se funda también; basta, digo, lo expuesto para comprender cómo este modo de proceder en la investigación clínica ha ido penetrando poco á poco en el estudio de lo más oculto, más profundo y más difícil del funcionamiento de nuestro sér, permitiendo establecer grupos de enfermedades antes confundidas entre sí ó sólo sindrómica ó parcialmente conocidas, sobre sólidas é inconmovibles bases.

La segunda condición del análisis completo es la de ser extenso.

Hubo una época, la del organicismo, en que toda la atención de los patólogos parecía concentrarse en el estudio anatómico-funcional del órgano enfermo, sin hacer caso ó poco menos de la repercusión de aquellos procesos locales en el organismo. Era como una reacción al exclusivismo anterior, ó sea el de las discrasias, de que tanto se abusaba, y á las que se atribuían casi todas las alteraciones de los órganos. Virchow, con su doctrina del origen local de las discrasias, puso las cosas en el fiel y llamó la atención sobre las relaciones de los órganos con el organismo. Y este concepto de relaciones puramente nutritivas, indicado por Virchow, se completó el día que se conocieron las relaciones funcionales del sistema nervioso con los órganos, principalmente de la vida vegetativa.

El funcionalismo celular acarrea al medio interno una porción de productos nocivos para las células que les dieron origen, pero que son utilizables por otras, siempre que la producción de los mismos se contenga dentro de los límites de lo fisiológico; mas se convierten en nocivos en cuanto se sobrepasan estos límites, bien sea por insuficiencia de los órganos encargados de esta utilización ó de su eliminación ó por exceso de producción. Esta utilización es directa unas veces, como sucede con las secretinas por el páncrea, el ácido carbónico por el centro respiratorio, etc.; y otras indirecta, como el amoníaco y el ácido carbónico por el hígado, para formar urea y excitar la secreción renal, y la hemoglobina, que la misma víscera convierte en materia colorante biliar que se emplea en el intestino, y otros muchos ejemplos que se podrían aducir.

Como, por otra parte, la sensibilidad, después de la nutrición, es la función más difusa del organismo, por ser la más necesaria, no tiene nada de particular que éste tenga á cada momento, por las impresiones que de todas sus partes llegan al sensorio en forma de tono afectivo (*Gefühlston* de los alemanes) unas, ó de simple excitación refleja modular otras, conocimiento de todas las variaciones de orden metabólico que tienen lugar en la economía, y se adapte á las condiciones nuevas creadas por estas variaciones, excitando unas veces las funciones, refrenándolas otras y ordenando y gobernando siempre el complicadísimo y fundamental funcionalismo vegetativo, eliminado afortunadamente á la acción de nuestra voluntad.

El estudio de estas relaciones, que no constituyen otra cosa que el *consensus unus*, *conspiratio una* de los clásicos, olvidado en la época del organicismo y puesto sobre el tapete en los tiempos modernos, y

señalado en su aspecto actual á los médicos españoles en el notable trabajo del Sr. Pi y Suñer (1), ha dado un impulso tan considerable al conocimiento de las sinergias fisiopatológicas y al de las relaciones funcionales de los órganos y aparatos entre sí, que ha transformado por completo la patología de los órganos ampliándola, como no podía menos, así como ha demostrado la hematología; creado casi por completo la *trofología* y endocrinología, y dando á luz lo que pudiéramos llamar neurología visceral ó del sistema vago-simpático.

*
* *

La segunda condición del análisis científico es el ser exacto, y ésta también la posee el análisis actual. Esta cualidad es la resultante del empleo de instrumentos y métodos exactos de análisis y de la posesión de nociones precisas y exactas referentes á la forma, cantidad y tiempo con que las substancias y órganos existen ó las funciones se efectúan.

Respecto del instrumental y métodos exactos, en la parte consagrada á la crítica se citarán algunos hechos elocuentes, que demuestran el anhelo de poseer aquéllos; por lo cual voy ahora á esbozar únicamente las otras circunstancias en que se basa la exactitud del análisis.

Nunca como ahora se ha fijado el patólogo en la forma general del cuerpo humano y en la de sus órganos y partes elementales histológicas componentes: y es que jamás se ha sentido como hoy la necesidad de partir de tipos fijos para poder comparar científicamente y deducir con conocimiento de causa.

Los estudios de Giovani (2) respecto de las proporciones del cuerpo humano y las combinaciones que pueden darse en la práctica, y los de Sigaud, expuestos y ampliados por Chaillou y Mac-Auliffe (3), estableciendo los caracteres morfológicos de los cuatro tipos: respiratorio, digestivo, muscular y cerebral, pueden ser punto de partida de análisis exacto de la forma del cuerpo humano, así como los modernísimos estudios acerca de la forma y tamaño del corazón obtenidos

(1) Pi y Suñer: ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS, *Actas del Congreso de Valencia*, tomo VIII, pág. 55.

(2) Giovani: *Morfología del cuerpo humano*, 1891.

(3) A Chaillou et L. Mac-Auliffe: *Morphologie Medicale*, 1912.

mediante la ortodiagrafia (1) y la röntgencinematografía (2), que sorprende á la viscera en sus diversas fases de movimiento, y la del estómago é intestinos (3) son bastante para demostrar los datos fijos, los puntos de comparación que posee hoy el patólogo para su análisis. Y lo mismo podíamos decir de los demás órganos y del esqueleto. Y con respecto á morfología celular, la actual citología satisface los deseos del más exigente crítico.

La idea de cantidad es realmente hoy una obsesión en análisis clínico, y á ello obedece la aparición diaria, casi, de constantes, índices y coeficientes, que tratan de expresar los límites fisiológicos, así de lo anatómico como de lo fisiológico, y de éste sobre todo. Ciertamente no es oro todo lo que reluce, y bien se echa de ver cuando se observa cómo van cambiando estos términos de comparación, y de qué manera se relegan al olvido todas aquellas determinaciones numéricas, paciente y laboriosamente obtenidas, pero que no han respondido á la realidad de los hechos.

También la idea de tiempo atrae la atención del analista, fascinándole, y sólo así se explican los verdaderos prodigios que en la determinación del tiempo en que tienen lugar los fenómenos ha conseguido el análisis clínico actual. Con citar tan solo el orden cronológico y cronométrico de la revolución cardíaca, y la fijación del tiempo de reacción á las excitaciones de sensibilidad, según la llamada ley de Weber, estudio más brillante que útil, según se ha visto en la práctica, quedará demostrado lo que se afirmó.

Referente al espacio, sabido es cómo el análisis clínico actual trata de fijar, y lo va consiguiendo para muchos órganos, la parte enferma, por mil estratagemas y procedimientos á cual más ingeniosos y científicos, constituyendo todo un cuerpo de doctrina llamado de las localizaciones, y que si empezó siendo de los órganos, es en la actualidad de las parte de éstos y hasta de los tejidos, como lo demostrarán unos cuantos ejemplos. Empezó en los memorables trabajos de Broca (4), empezados en 1861 sobre la localización del lenguaje, y adquirió con los de Charcot y su escuela un desarrollo extraordinario; culminando, por decirlo así, en este terreno del sistema nervioso con los de

(1) Claytor and Merrill: *The Americ. Jour. of the Med. Sciences*, octubre 1909.

(2) Theo u. Franz Groedel: *Deutsches Archiv für Klinische Medizin*, 1912; Band 109, pág. 52.

(3) Berti Gravedoni: *L'Apparato Digerente ai Raggi X*, 1914.

(4) Broca: *Memoires sur l'cerveau de l'home et des primates*, 1888.

Nothnagel (1). El estudio de las células desprendidas del tubo digestivo, así como el del moco, que sale en las heces, y el de la composición química y microscópica de éstas, previa la comida de Schmidt (2) nos permite señalar la parte del tramo digestivo enfermo y hasta si lo está alguna de las glándulas anejas. El de la expectoración, con el método de Besançon y Jong, de que ya hablé, nos indica asimismo qué parte del aparato respiratorio padece, como el del ritmo cardíaco nos permite localizar la lesión fuera ó dentro del corazón y aun la parte de éste; así como el de la orina decir á qué altura del aparato se encuentra la lesión. Y pasando por alto lo referente á localizaciones nerviosas, termino estos ejemplos recordando que el examen citológico de la sangre nos permite señalar también la parte del aparato hematopoyético que padece; como la busca y captura de ciertas substancias circulantes en el medio interno y el examen de ciertas reacciones funcionales provocadas en órganos y sistemas, nos indican el punto de partida de muchos trastornos endocrínicos y tróficos.

No se dirá, pues, que el análisis actual no tiende á fijar en el espacio la lesión ó el trastorno funcional. Así como tampoco después de lo expuesto se atreverá nadie á decir que el análisis actual no es científico.

III.

La tercera característica de la Patología actual es la crítica científica.

Empecemos por afirmar que la crítica es necesaria. Max Simon (3), que dedicó á la crítica en Medicina un capítulo de su hermoso libro, decía á mediados del siglo pasado: «No existe seguramente otra Ciencia en la que este derecho de inspección sobre el pensamiento del hombre se manifieste bajo una forma más legítima y que esté más sólidamente establecido; la inteligencia lo autoriza como una consecuencia legítima de su amor instintivo á la verdad y el interés de la sociedad lo impone como un deber moral».

En nuestros días, un patólogo inteligente y avisado, el Dr. Martinet (4), dice, hablando de ella en uno de sus libros: «Es una ley general y salutífera del espíritu humano. Esta neofobia, instintiva en al-

(1) N. Nothnagel: *Topische Diagnostik der Gehirnkrankheiten*, 1879.

(2) Schmidt: *L'examen fonctionnel de l'intestin*, 1907.

(3) Max Simon: *Deontología Médica*, pág. 193; Madrid, 1852.

(4) Alfred Martinet: *Clinique Therapeutique*, pág. 3.

gunos, estas críticas son condiciones esenciales del progreso. Permiten separar el grano de la cizaña, lo verdadero de lo falso, lo definitivo de lo temporal. Contienen casi siempre algo de verdad y obligan á los innovadores á dar á su técnica mayor precisión, á sus exposiciones más claridad, á evitar los errores é ilusiones y á constreñir más de cerca el fenómeno. Son la piedra de toque científica. Únicamente la verdad resiste. El error puede tener un éxito, aún grande, pero temporal; su reinado es necesariamente transitorio; sólo la verdad se impone y perdura». Así que, sin insistir sobre este tema, veamos cómo se ejerce la crítica moderna en el campo de la Patología, y cuál va siendo, por tanto, su carácter.

Se viene ejerciendo sobre las ideas, sobre los métodos y hasta sobre el instrumental, como no podía menos de ser.

* * *

Desde los conceptos clásicos de multitud de síntomas hasta los más complejos de enfermedades, todo va siendo revisado en la actualidad y concretado á la luz del análisis científico por la moderna crítica.

Desgraciadamente, para mi gusto, no puedo entretenerme en la enumeración de cuanto se ha hecho á este respecto; que ello por sí merecería un libro: así, que se me dispensará que haga tan solo una corta enumeración de conceptos revisados que, por ser de conocimiento más vulgar, habría de parecer acaso á algunos más incommovibles. Así, el de diarrea, gracias á la crítica de Schmidt (1) y de Mathieu (2), se ha desdoblado en dos: verdadera y falsa, dando ello origen á un tratamiento completamente distinto; el del pulso venoso clásico se ha perfeccionado, concretado y ampliado gracias á la crítica gráfica iniciada por Mackenzie (3) y continuada y perfeccionada aún con más exactos medios de análisis por Ohm (4). El concepto de expectoración fibrinosa y el de membrana fibrinosa eliminada por las heces, han variado por completo. La crítica química, aplicada á la dilucidación de este extremo, ha demostrado que no hay tal fibrina, ó la

(1) Schmidt: *Loco citato*.

(2) Mathieu et Roux: *Pathologie gastro-intestinale*, troisième serie, pág. 74, 1911.

(3) J. Mackenzie: *Disiases of the Heart*, pág. 101; 1908.

(4) Ohm: *Zeit. f. experi. Pathol. u. Ther.*, fascículo II, 1912; *Centralblatt f. Herz- u. Gefäs.*, núm. 7, 1913; *Verhandl. d. deutsch. Congres. f. in. Medizin*, 1913.

hay en cantidad tan mínima en la constitución de tales productos, que por lo menos no merecen llamarse fibrinosos.

Y lo mismo podríamos decir de los conceptos de anemia, astenia, ictericia, etc., etc., que ó se han rectificado ó ampliado ó diferenciado de síndromes parecidos, pero distintos.

Además, la crítica moderna ha sometido á su acción destructivo-formadora el concepto de enfermedades, revisando especies, que parecían sólidamente establecidas y á cubierto de los ataques de aquélla. Para no hablar más que de lo que más hondamente ha conmovido al mundo médico, citaré tan sólo dos casos, que demuestran hasta qué punto se ejerce la crítica actual, no respetando ni lo más venerable, y no por cierto por razones de desconsideración á personas, sino por imperativos categóricos de la razón. Clásica, y sobre bases anatomopatológicas seguras se creía establecida la doctrina de la localización del lenguaje de Broca (1), publicada en 1861, de la que fueron citando ejemplos á los diez años siguientes muchos clínicos, pero muy particularmente los franceses Trousseau, Charcot, Duval y Jaccoud, y que se amplió con el descubrimiento de la afasia sensorial, por Wernicke en 1874, que desdobló en sordera y ceguera verbales Kusmaul un poco más tarde, en 1876. Pues bien, en 1906, un genial neurólogo francés, discípulo de Charcot, Pedro Marie (2), en un artículo que conmovió al mundo médico, negó valor al centro de Broca, y explicó los trastornos que presentan los llamados afásicos, por deficiencias mentales y dificultades de articulación (anartria), achacando éstas á la lesión de una zona cerebral, sector medio del hemisferio, que comprende la zona lenticular y la corteza correspondiente. Esta vigorosa acometida de Pedro Marie dió origen á una crítica ceñidísima anatomoclínica, en que tomaron parte patólogos de todos los países (Dejerine, Ladame y Monakow, Liepmann y Quensel, Mahaim, etc.), y que adquirió estado oficial, por decirlo así, en las sesiones de la Sociedad Neurológica de París, dedicadas exclusivamente á la dilucidación del problema planteado por Marie. En ella tomaron parte los más conspicuos neurólogos franceses, y de ella resultó, como dice Dejerine (3), que las conclusiones han sido contrarias á la doctrina de Marie; gracias, añado yo, á la defensa vigorosa que en el terreno anatomopatológico prestó á la doctrina clásica y á las opiniones del actual Catedrático de Neurología de París, su es-

(1) Broca: *Loco citato*.

(2) Pierre Marie: *Semaine Médicale*, 1906, núm. 21.

(3) Dejerine: *Sémiologie des affections du système nerveux*, pág. 72, 1914.

posa, inteligente y cariñosa, rusa de nacimiento y de nombre de pila Klumpke, que con piezas anatómicas en ristre demostró al contradictor de Broca y de su esposo, que formaban parte del célebre cuadrilátero, al que únicamente atribuía la anartria Marie, la cabeza y pie de la circunvolución de Broca; de modo que las lesiones subyacentes á ellos interesan siempre dicha región. A pesar de este resultado no puede considerarse negativa la crítica de Marie, puesto que ha obligado á considerar más de cerca el asunto de la afasia, consiguiéndose con ello perfeccionamientos, así en el análisis clínico de estos enfermos, como en el estudio anatomopatológico de las lesiones.

El otro hecho resonante de crítica científica, que también se ha dado en el terreno de la neuropatología, es la llamada revisión del histerismo. Al morir el célebre Charcot parecía que su concepto de la gran neurosis era una de las adquisiciones más sólidas y reales de la moderna patología nerviosa; y á los pocos años de la muerte del maestro, he aquí que no queda casi nada de su obra sobre el histerismo. Pasaremos por alto la reserva con que ya en vida del gran neurólogo recibieron sus ideas los neuropatólogos ingleses y sobre todo alemanes, en general, por atribuir los resultados consignados por Charcot al medio especial en que hacía sus observaciones; así como también, que por el mismo tiempo (1883), el Dr. Bernheim (1) Catedrático de Nancy, empezó á oponerse al concepto del jefe de la Salpêtrière, llegando á la conclusión «no hay hipnotismo, sino sugestibilidad», para llegar á Babinski (2), discípulo de Charcot, que en 1901 expuso sus nuevas ideas sobre dicha neurosis, á la que denominó con un término nuevo *pitiatismo* (3); suscitando réplicas y contrarréplicas, que obligaron á la Sociedad Neurológica de París á poner sobre el tapete la cuestión del histerismo, como antes había puesto la de la afasia, resultando de la misma que se fué poco á poco diluyendo el concepto clásico de la Salpêtrière, para quedar en el moderno de Babinski (4) expuesto un poco más tarde en una conferencia dada en París. Gracias á la crítica del discípulo, no ha quedado casi nada de la concepción artificial del maestro.

*
* *

-
- (1) Bernheim: *De la suggestion et de ses applications à la Therapeutique*, 1886.
 - (2) Babinski: *Société de Neurologie*, sesión de 7 de Noviembre de 1901.
 - (3) De «πειθω» persuasión y «ιπτος» curable, ó sea curable por la persuasión.
 - (4) Babinski: *La conception de l'Hysterie et de l'Hypnotisme*, 1906.

No es una de las menores ventajas de la crítica moderna que se ejerza en señalar las deficiencias y dificultades de los métodos que se van modernamente proponiendo. Si yo tuviera tiempo, ¡qué datos tan curiosos haría desfilas ante vosotros, espigando un poco en la historia del análisis clínico! Por ellas vendríamos á conocimiento de cómo ha ido perfeccionándose el espíritu crítico hasta adquirir la finura actual, y cómo ha ido purificándose poco á poco de las ideas apriorísticas de que estaba infectado en un principio. Pero ya que no todos los jalones por que ha atravesado esta evolución crítica, permitidme que recuerde los primeros, á fin de que al señalar los últimos, esto es, el carácter actual, cuando se fija en los métodos, se pueda comprender el inmenso camino recorrido y la perfección á que se ha llegado á este respecto.

En la época anterior á la crítica objetiva no se sabía argüir con observaciones, hechos ó experimentos, sino con ideas ó conceptos de enfermedades, resultando de ello que jamás se llegaba á un acuerdo. Refiere Werlhof (1) y también lo transcribe Renouard (2), el siguiente hecho: «El empírico Talbot fué un día llamado para ver un enfermo atacado de una fiebre crónica. Los médicos que cuidaban al enfermo desde mucho tiempo, sin haber obtenido mejoría alguna, no le admitieron sino con mucha repugnancia en consulta, é inmediatamente que se reunieron, dirigieron á Talbot, por boca del decano de ellos, la siguiente pregunta: ¿Qué es la fiebre?, á lo que respondió reverentemente: una enfermedad que no sé definir pero sí curar, á la inversa de vosotros, que la definís, pero no la curáis».

Rist (3), en un interesante trabajo, recuerda que G. L. Bayle, interno de Corvisart en 1803, fué expulsado de la clínica públicamente por su jefe á causa de la importancia que parecía dar á algunos síntomas, tales como el número de pulsaciones y de movimientos respiratorios, y Hufeland (4) en 1836, decía «que los signos suministrados por la auscultación y la percusión son muy falaces y no permiten por sí solos descubrir una pneumonía sin el recurso de otros fenómenos que bastan perfectamente para el diagnóstico».

Afortunadamente, hoy la crítica no es así, por lo general, como lo demostrarán los hechos que voy á citar, sino objetiva, es decir, experimental ó anatomoclínica, abarcando, sin embargo, todos los méto-

(1) Werlhof: *Observationes de febris*, Sectio, VI, § III.

(2) Renouard: *Histoire de la Médecine*, tomo II, pág. 251, 1846.

(3) Rist: *Presse Médicale*, 3 de Mayo y 14 de Julio de 1913.

(4) Citado por Schutzemberg: *Fragments de philosophie médicale*, Paris, 1879.

dos y procedimientos de que se vale el patólogo para analizar los trastornos fisiopatológicos y sus consecuencias.

En lo químico, aunque se refiera á un punto tan limitado como el examen cualitativo de los cuerpos acetónicos en la orina, puede servir de modelo de crítica el concienzudo trabajo de mi discípulo Garmendia (1) reducido á estudiar comparativamente y á la luz de la más rigurosa experimentación los reactivos propuestos hasta ahora, que ascienden al número de doce. En el terreno físico-químico puede también venir como prueba el trabajo de otro inteligentísimo discípulo mío y de esta Escuela, el Dr. Corral (2), que versa sobre la determinación de la reacción actual de la sangre; y en el terreno biológico sirve completamente á mi propósito la crítica experimental llevada á cabo por v. Mering y Minkowski en 1889, con motivo de su doctrina sobre la diabetes pancreática. Extirpan dichos patólogos el páncreas á los perros y observan que aparece un cuadro que reproduce el que se origina espontáneamente en el hombre. Se les objeta que la administración de extractos de páncreas no cura la diabetes pancreática experimental ni la humana, atribuyéndose dicho trastorno diabético al grave traumatismo nervioso sufrido por los animales en el acto de la extirpación, y entonces Minkowski idea y realiza una experiencia, que casi al mismo tiempo ejecuta Hedon, y que consiste en implantar bajo la piel del abdomen de un perro un trozo de páncreas unido á un pedículo vásculo-nervioso; y cuando se repuso del traumatismo el animal y había prendido el injerto, en extirpar el resto del páncreas, que dejó en la primera operación, observando que se reproducía diabetes, con lo cual eliminaba la acción diabetógena del traumatismo supuesta por sus contradictores; y cuando había conseguido por fin, todo esto, extirpa el injerto pancreático y aparece la glucosuria. En el mismo orden biológico, pero en el terreno de las infecciones, la demostración experimental de que la difteria es producida por el bacilo de Klebs-Löffler y que todos los fenómenos no mecánicos son de naturaleza tóxica y dependen de una toxina producida por el bacilo y con la que se obtuvieron todos estos accidentes experimentalmente por Yersin y Roux, está también á cubierto de la crítica y resulta un modelo.

Tampoco dejan de hacerse en nuestros días objeciones á los métodos empleados actualmente, pero no son objeciones apriorísticas

(1) Garmendia: *Los Progresos de la Clínica*, Septiembre 1915.

(2) Dr. Corral (hijo): *La reacción actual de la sangre y su determinación electrométrica*, 1914.

como las que he señalado al principio de este párrafo, sino dificultades de orden práctico generalmente, que van excitando el ingenio de los analistas ideando métodos nuevos y fáciles.

Una de las críticas que se hace con más hincapié es la imposibilidad de realizar análisis químicos de la sangre por la cantidad de ella necesaria para realizarlos: y como en realidad ésta es una objeción de orden práctico, ha surgido un ingeniosísimo método nuevo, el de Bang (1), que permite hacer estos análisis con unas gotas de sangre, por lo cual se le denomina microanálisis.

Otra objeción de orden práctico al empleo de los métodos modernos de análisis es la falta de tiempo. También es atendible y ha sido atendida por el espíritu progresivo actual, implantando lo que se ha llamado el *tailorismo* (2), ó sea la ordenación del trabajo en el sentido de la mayor perfección y rendimiento, buscando el adiestramiento del analista en las técnicas y haciendo los análisis en forma que se hagan en tiempo adecuado, los que sea posible á un tiempo con el mismo instrumental y todo ordenado de manera que no se interfieran unas á otras las investigaciones, ni se pierda tiempo.

*
**

La crítica que se ejerce en el terreno del instrumental de análisis es de lo más sagaz é ingeniosa que se puede pensar.

Lo mismo que en los apartados anteriores, los hechos abundan de tal modo que sería cuento de nunca acabar si se quisiera revisar todo lo que la crítica ha hecho en este terreno, así que me limitaré á exponer dos ó tres ejemplos probatorios.

Desde que Basch ideó su aparato para medir la tensión arterial y se empezaron á conocer las variaciones que sufre y la conveniencia de su determinación numérica ó gráfica, hasta el momento actual, es tan grande el número de instrumentos ideados con este fin, y se ha ejercitado tanto la crítica en la dilucidación de su utilidad y exactitud, que en pocos años se ha llegado á cifra verdaderamente extraordinaria. De Meyer (3) describe nada menos que 21, y aún falta alguno, como el de Rogers, habiéndose llegado á construir alguno como el de Uskoff,

(1) Bang: *Biochem. Zeitschf.*, Band XLIX, pág. 19, 1913.

(2) Martinet: *Clinique thérapeutique circulatoire*, pág. 143, 1914.

(3) De Meyer: *Les methodes modernes d'examen du cœur et de vaisseaux*, página 37, 1914.

que permite inscribir la tensión de un modo práctico, y el de Pachon, que la hace muy aparente mediante las oscilaciones y es de sencillo manejo. Otro tanto se puede decir de la esfigmografía, en la que se ha llegado, gracias á la crítica, á la perfección con el aparato de Ohm, en cuanto á inscripción, pero que es de difícil manejo.

Todo el instrumental diagnóstico está siendo revisado, y gracias á esta crítica, se van perfeccionando en términos que cada día los datos por él recogidos son más exactos y contribuyen cada vez más á dar carácter científico á las investigaciones patológicas y clínicas.

Y he llegado al fin, aunque penosamente, en esta excursión heterogénea por el campo de la Patología y del Análisis.

Y llegado á este punto, aunque no tuviérais necesidad de que os hubiera señalado la característica de la Patología actual, paréceme que no calificaréis de impertinente mi empeño, ya que mi actuación aquí no tiene únicamente por fin entreteneros un rato agradablemente —pues á ser esto sólo, hubiera renunciado á mi trabajo por imposibilidad de conseguir vuestro deseo—, sino vulgarizar, si se puede decir, estos hechos relatados para ilustración de la masa médica, que no está, como quien dice, en la brecha, y necesita un oreo científico de vez en cuando y, sobre todo, para mover á todos á seguir la buena tendencia señalada.

Ya se ha visto cómo son de científicos el análisis, los métodos y la crítica y, por tanto, cuán extemporáneo sería por una parte, y nocivo para el progreso por otra, emplear otros métodos y análisis, así como criticar al estilo de los médicos que citaba Werlhoff. Y es seguro que, cuando estos conocimientos lleguen á toda la clase médica, se habrá herido de muerte á ese análisis deficiente y á esa crítica negativa y personal, carroña de nuestra medicina, y aumentará el trabajo investigador científico, proporcionando á la Patria días de gloria.

HE TERMINADO.

SECCIÓN 8.^a, CIENCIAS DE APLICACIÓN

LA MECÁNICA APLICADA Y CARTIGLIANO

DISCURSO INAUGURAL

POR

D. PEDRO PÉREZ DE LOS COBOS

INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SEÑORES CONGRESISTAS:

Siempre pareció bien la modestia como distintivo que ser suele de varones bien nacidos y discretos. Mas es virtud que por su misma condición exige parquedad extrema y sumo tacto para alegada en favor propio, pues que pelagra aparecer como falaz encubridora de la más refinada vanidad.

Por eso batalla mi ánimo perplejo; que si pequeño me siento al considerar el legítimo lustre que realza los nombres de los portavoces que en este Congreso capitanean las demás secciones, y fuera mi humano deseo manifestarlo así para disculpar anticipadamente la pobreza irremediable del discurso que comienzo; mi razón, impregnada de sincera modestia, me manda callarlo.

Otro motivo hay para ello: el honroso título profesional que ostento, causa única que acredita y justifica mi presencia aquí, impóneme por su dignidad, que estimo en tanto como mi vida, deberes que pugnan con toda extremada expresión de humildad. Nobleza obliga. Y vano sería todo intento de recabar mi personalidad individual para deslindar responsabilidades que realmente á mí solo incumben; mientras aquí permanezca, pese á toda protesta, seré el ingeniero perteneciente á una Corporación que otros supieron hacer gloriosa.

Esos mismos deberes, quizá torpemente entendidos, indujéronme á

ceder ante cariñosas instigaciones para ocupar este sitio. ¿Y cómo un técnico puede dignamente negarse á colaborar en la Sección de «Aplicaciones» de un Congreso que tiene por finalidad impulsar las Ciencias? ¿Cómo un profesional de la construcción, que á diario aplica principios de esas Ciencias, puede excusar su concurso? Inaudita audacia es en mí, sin duda, supuestas mis aptitudes y temperamento; mas con todo lo estimo un deber, razón suprema que tiene profundas raíces en el sentimiento, y lo cumpliré sin jactancia, pero también sin alardes de falsa modestia, cual corresponde al último de los ingenieros que tiene el honor de dirigiros la palabra.

La Sección de «Aplicaciones», sabiamente dispuesta en el lugar postrero, compendia y complementa á las anteriores, sus hermanas en el Congreso. Aún es más. Decir «Aplicaciones de las Ciencias» es integrar en académico concepto la vida entera en toda la complejidad de sus múltiples aspectos: desde la manera industria del hogar hasta la colosal fábrica; desde la construcción rudimentaria hasta la más acabada obra de arte; desde la menuda operación comercial hasta el organismo económico más complicado; la clínica, con cuanto encierran las prácticas de prevenir y curar; la moral y la política, procurando el perfeccionamiento del ciudadano y su buen gobierno; todo, todo son aplicaciones de una Ciencia secular, diversificada, que en forma más ó menos explícita se transmite por herencia natural de padres á hijos, continuamente enriquecida de generación en generación merced al lógico estímulo que le proporciona su misma aplicación.

El hombre, utilizando sus propios medios y los exteriores con que la Naturaleza le brinda, *se ingenia* para dar satisfacción á sus necesidades, mayores cada vez, del modo más completo y más directo. Ese ingenio es facultad de combinar, ordenar, disponer los elementos que la Ciencia ya formada le ofrece, ó que el *genio* pueda sugerirle. ¿Y qué es el genio, sino el beso que en la frente del elegido deja la Ciencia ignota?

Si, pues, todo es Ciencia que la vida material utiliza acomodándola convenientemente á las necesidades, en nuestra Sección de «Aplicaciones» cabe cuanto es vida en sus exteriores manifestaciones. No tiene, sin embargo, tanto alcance. Examinando detenidamente el concedido á las restantes secciones, se advierte que parte de ese gran conjunto se halla en ellas, quedando la nuestra reducida, por exclusión, á casi únicamente lo que pudiérase llamar «Ciencia de la ingeniería».

Una es siempre la verdad; pero considerada desde puntos de vista distantes por unos y por otros, ofrece modalidades diversas, aspectos

distintos, que la presentan como múltiple y varia. El sabio, cediendo á nobles impulsos del alma humana, que tiende hacia lo desconocido, persigue la verdad por ella misma, único medio de conseguirla tal cual es, sin mácula interesada que la impurifique. El técnico la recibe de manos del sabio y la moldea con su experiencia, procurando aplicarla á cuanto pueda ser útil á la sociedad; así la humaniza y gana en realismo cuanto pierde en pureza. El sabio se eleva hasta el medio en que mora el fin á que aspira; parece desprenderse de su envoltura mortal; se diviniza y crea; el técnico, hombre positivo, esfuerzase en que la huella del barro que lo compone quede impresa en cuanto toca, único modo de conseguir la utilidad que persigue. La verdad del sabio es ideal, grande, pura, pero inútil por sí misma; la del técnico es real, práctica, utilizable en grado sumo, pero impura y, por tanto, menos verdad.

Y así, del ayuntamiento de la verdad con la experiencia, nace la Ciencia del ingeniero. La sangre bastarda que de lo experimental recibe es, sin embargo, la razón de su fuerza. No hallaréis en ella la exactitud de que blasonan las matemáticas puras; pero esa falta, que el tiempo con su continua labor de perfeccionamiento tiende á redimir, es hoy la causa permisora de que el avión mecánico cruce los aires, el barco los mares, la locomotora los continentes, el automóvil los valles y montañas; de que pueda aprovecharse la energía del agua en las corrientes, en las mareas y en las olas; la del astro que nos ilumina; la del viento; la oculta en las entrañas de la tierra; la eléctrica diseminada en el ambiente, y, en una palabra, es el fundamento sólido del progreso material, hermano gemelo del espiritual, aunque menos bello, constituyendo ambos de consuno el hermoso espectáculo que ofrecería la civilización en el siglo XX, si la destructora mano de la actual guerra, sublime cual ninguna pasada en lógica relación, no impusiera un *ricтус* doloroso, que anubla momentáneamente su soberbia grandeza, nunca igualada.

Existe una manifestación de vida, á la vez fuente de ella inagotable, que, por su excepcional importancia, merece mención especial. Me refiero á la Agricultura, madre de todas las industrias. Muéveme, además, á ello la circunstancia de celebrarse este Congreso en Valladolid, centro el más populoso de la región castellana, que lucha denodadamente en la actualidad por forzar su producción agraria, á despecho de la falta de primordiales condiciones: suelo y clima.

Acaso el camino que para conseguirlo han emprendido los castellanos sea erróneo; acaso la visión de un inmenso pinar salpicado de

raras manchas de cereales en sitios bien elegidos, y con importantes regadíos en las vegas, marcando ricos oasis que rompan la monotonía del conjunto, sea el porvenir de esta meseta central de nuestra España. El tiempo lo dirá. Mientras tanto, el colosal esfuerzo no es perdido; crea vida, temple los caracteres, y enriquece con sus conclusiones esa gran Ciencia de Aplicación, general resumen de todas, que denominamos «Ciencia Agrícola», contribuyendo así al acervo común de la humanidad. Adelante, pues, y reciba Castilla entera, y en particular Valladolid, el testimonio de admiración y respeto que siente mi alma, por su varonil entereza de luchador que despierta, por su hidalga hospitalidad y por su nobleza jamás desmentida, virtudes todas que rememoran su grande historia.

Pero basta de generalidades. De algo concreto he de hablar para corresponder debidamente al alto honor que este sitio presta. De algo que encaje en la finalidad del Congreso dentro de los límites de la sección de «Aplicaciones», y que por virtud propia encubra á guisa de manto protector mi desnudez. Y discurriendo sobre ello, dí en el tema «La Mecánica Aplicada y Cartigliano», asunto fecundo, propio de la ingeniería constructora, que me permite á la par, colmando así mis deseos, glorificar la memoria del sabio ingeniero italiano, y rendir pleitesía á un compatriota eminente, el General de Ingenieros D. José Marvá, autor de un tratado de Mecánica aplicada, notable por su claridad y extensión, y digno de lugar preferente en la biblioteca de todo constructor.

No miréis el tema dicho como anuncio de un profundo juicio crítico, fuente de luminosas conclusiones; tampoco como amplio campo de investigación en el cual sólo es lícito que espiguen las autoridades acreditadas; pretendo únicamente difundir en breve y clara disertación, el método general de cálculo de estructuras, que el genio de Alberto Cartigliano concibió; proclamar sus excelencias y contribuir de este modo á la propaganda científica, que es uno de los fines de nuestra Asociación.

Y es, por cierto, bien necesaria al objeto que persigo. Inexplicable parece que habiendo publicado el ingeniero italiano en 1879 su «Teoría del equilibrio de los sistemas elásticos», detallada exposición de su procedimiento, que redactó en francés, sea hoy conocido solamente por una exigua minoría de los técnicos españoles. Para muchos, el célebre teorema del menor trabajo es prurito de mera erudición. Cúlpese á nuestra dependencia de Francia en lo científico; y más, á la natural resistencia que todo molde nuevo encuentra para

imponerse; razón ésta de extraordinario peso en el caso, si se considera que los métodos clásicos á derrocar cuentan más de un siglo de brillante historia sancionada por numerosas obras maestras, orgullo del progreso mundial. En Alemania, muy en boga actualmente merced al empleo científico del hormigón armado, no adquirió auge hasta entrado este siglo, á pesar de que un prestigio, tan notorio como Muller-Breslau, se puso á la cabeza del movimiento.

Entre nosotros es paladín de la idea el eximio ingeniero D. Juan Manuel de Zafra, actual profesor de la Escuela de Caminos, quien en una serie de artículos publicados en 1913 en la *Revista de Obras públicas*, expuso magistralmente cuanto es necesario y suficiente para el manejo de los principios del trabajo elástico. Que estas pobres palabras mías, que á menudo glosarán ese notable estudio, sean la esquila que convoca al creyente é invita al incrédulo.

Añeja murmuración es entre ingenieros que la Mecánica clásica es deficiente; y si por tal Mecánica se entiende la estática que D'Alembert, con su inmortal principio, generalizó al caso dinámico, ella no lo negará, que no se oculta al buscar en las deformaciones elásticas las ecuaciones que en sí no halla cuando le son necesarias para fijar las indeterminadas. Mas motéjasela por acudir á sofisterías de *feliz idea*, y por contestar con frecuencia á lo que honradamente se le demanda, imponiendo condiciones no siempre admisibles, ó dificultando el problema en tales términos que más valiera callara. Y en verdad que no es calumnia. Contados serán los ingenieros que ante la obligación de proyectar una obra importante no se han visto perplejos al tratar de establecer el concepto mecánico de la futura construcción; y no ciertamente porque á su inteligencia faltase claridad para ver el caso, sino porque en el catalogado casillero de la Ciencia clásica suele no existir casilla en donde encaje con precisión. Y vienen las claudicaciones, las analogías rebuscadas, y llega al fin á establecerse aquel concepto, porque la obra ha de ejecutarse, en forma que sólo es un grosero remedo de lo que debiera ser. Consecuencias: una desacertada distribución de material; una ciega reducción, que se titula prudente, de los coeficientes de trabajo, ocasionando sobrecoste importante; y con todo, un posible fracaso técnico.

Ejemplo práctico: Puente de un solo tramo de mucha luz, para un ferrocarril de cremallera de fuerte pendiente. Las condiciones locales recomiendan el empleo del hormigón armado. Se impone el estudio de un arco empotrado, disimétrico, y con sección variable según una ley complicada, puesto que es lógico aprovechar los tímpanos

como elemento resistente á trueque de no perder las ventajas que ofrece la clase de fábrica adoptada. Brindo el problema al más aguerido defensor del clasicismo. Ya está planteado, se dirá, é inmediatamente consultará cuantas mecánicas se han escrito, las de Bresse, Resal, Koeclin, Marv y Granda entre ellas, y cuantos estudios especiales sobre arcos se han publicado en las revistas técnicas, por Collignon, Belliard, Pigeaud y otros; hallar ecuaciones complicadas, integrales imposibles, tablas facilitadoras para casos más sencillos; y tras mproba labor, habrá de confesarse que el problema es prácticamente insoluble. Procura entonces asimilarlo al arco simétrico,  la viga empotrada de altura variable  constante, y no será extraño que, llevado de su natural desconcierto, termine por estimarlo como viga recta simplemente apoyada. A este extremo llegó la casa Hermebique para determinar el esfuerzo cortante y el momento flector en el cculo del puente de Soissons, compuesto de arcos de 24 m. de luz rebajados al décimo.

Pero el problema del arco, se objetará, debe considerarse como excepcional en la Mecánica. Descendiendo de tan complicadas elevaciones  lo corriente,  lo que pudirse llamar de uso diario, se hallan también deficiencias que no pueden satisfacer  un espíritu escrupuloso. Una viga metálica compuesta, tipo Warren  Howe,  en general, una viga en celos de líneas superfluas, se calcula suponiéndola formada por yuxtaposición de otras varias estrictamente indeformables desde el punto de vista geométrico, entre las cuales se distribuyen las cargas de manera más ó menos ingeniosa.  Hay quien afirme que la construcción ha de comportarse, en todos y cada uno de sus elementos, con arreglo al supuesto en que fué calculada?

Las bóvedas de fábrica circulares y simétricas estdianse por medio del polígono de presiones, que se determina de ordinario recurriendo  la regla empírica de Méry. Su sencillez, y el ser aplicable, en general,  los puentes que se construyen para carreteras, por ser las sobrecargas pequeñas relativamente  la carga permanente, explica la universal aceptación que tiene entre los ingenieros esta regla verdaderamente notable, si se tiene en cuenta que en ella interpret su autor cuidadosas experiencias de Boistard, cuando la resistencia de materiales era casi desconocida como Ciencia. Pero siempre es un empirismo que armoniza mal con la corrección matemática del resto del cculo. Así piensa la técnica, y prueba elocuente es la tendencia á fijar, mediante articulaciones, los puntos de paso de las reacciones.

Otros muchos casos semejantes podrian hallarse registrando la

usual compilación teórico-práctica del constructor, verdadero recetario que pone de manifiesto la escasa generalidad de sus procedimientos científicos. Cada problema conocido tiene allí su solución sancionada por la experiencia. Si la receta falta, como acontece frecuentemente, habrá de suplirla el ingenio, eludiendo maliciosamente la dificultad ó abordándola con los medios teóricos de que dispone, no tan propicios como deseara y parecen brindársele.

El técnico véese así empujado á prescindir repetidas veces del cálculo, y puesto en tan cómodo camino, que fáciles éxitos le allanan, tiende á formarse un criterio personal basado en prácticas rutinarias, muy distinto del legítimo que su ciencia, en relación con su experiencia, debieran proporcionarle. Este peligro no es el mayor daño que el descrédito del cálculo lleva consigo, si lógicamente se circunscribe á una parte de los ingenieros de espíritu analista que llegan por sí mismos á formarse aquel criterio más ó menos erróneo; es de mayor importancia el hecho de que dicho descrédito sea pregonado por los menos y aceptado por los más, sin el detenido examen previo que tan primordial y delicada cuestión requiere. Así se explica lo muy extendido que se halla el inconcebible radicalismo en favor de la práctica y en mengua de la teoría, como si contrapuestos fuesen por esencia dos conceptos complementarios, que podrán aisladamente engendrar rutinarios constructores y sabios investigadores, pero que forzosamente juntos y en justa ponderación han de contribuir á la formación de un ingeniero.

Precisa, para evitar este mal, robustecer los métodos de cálculo, dotándolos del prestigio de que hoy carecen. Y esto es posible merced á Cartigliano.

Es falso el criterio fundamental que informa la Mecánica clásica. El equilibrio que establece entre unas fuerzas que amenazan y una estructura de figura geométrica supuesta rígida, dista del que la realidad nos presenta como final de un proceso entre unas causas que actúan y una construcción por ellas deformada. Se considera el problema como estático, siendo esencialmente dinámico. Se manejan fuerzas, entes de razón intangibles, y se prescinde de los recorridos que con ellas originan la energía, único agente real, activo, capaz de producir efectos materiales.

Esta es la característica de la escuela estática, de la Mecánica antigua.

La escuela dinámica, basada en la teoría de Cartigliano y preconizada por el modernismo, en lugar de fuerzas dadas y de las que aviva la deformación, iguala trabajos que unas y otras producen. Las accio-

nes exteriores, fuerzas y reacciones, al moverse trabajan y dan lugar á que se deforme la construcción, despertando su energía interna, producto de fuerzas interiores por recorridos, que ella almacena en forma potencial, para devolverla íntegra en virtud de universal principio mecánico al cesar las causas. Éstas, rompiendo un equilibrio inicial, imponen otro necesario mientras actúan y, al desaparecer, la construcción recupera el primitivo, siempre que las deformaciones se realicen dentro del período de elasticidad perfecta, supuesto que subsistirá en cuanto he de decir.

Indicaré en pocas palabras la teoría de Cartigliano y el método general de cálculo correspondiente, siguiendo con preferencia los ya citados artículos del Sr. Zafra, que, más modernos, suponen un progreso. Mi objetivo no es precisar un procedimiento imposible de encajar en los límites de un discurso, tanto por su extensión, habida cuenta de los distingos y aclaraciones que necesita, cuanto por su forma, que requiere adecuados medios de expresión tan sólo compatibles con la pizarra y la tiza, compañeras inseparables del estudiante de Matemáticas; intento únicamente marcar solícito la orientación, destellar claridad suficiente para que vislumbre luz quien se crea ciego por hallarse á oscuras, acuciando sus sentidos á fin de conseguir un inmediato estudio que perfeccione el conocimiento entrevisto y le permita utilizarlo con fruto después en la práctica profesional.

Operando sobre los sistemas articulares, establece Cartigliano las relaciones fundamentales que ligan el trabajo elástico desarrollado por la deformación con las fuerzas exteriores, y las extiende luego á los cuerpos sólidos en general, por virtud del concepto molecular físico-mecánico admitido para la composición interna de éstos, que los hace asimilables á los primeros.

Considerando un sistema elástico sometido á fuerzas gradualmente crecientes, demuestra que el trabajo de deformación es independiente de la ley de variación de aquéllas, é igual á la semisuma de los productos que se obtienen multiplicando los valores finales de cada fuerza exterior por su recorrido respectivo, proyectado en la dirección de la fuerza.

Supongamos una pieza prismática sometida á una serie de fuerzas, acciones y reacciones, representadas por sus valores finales, único aspecto que en la práctica corriente se aprecia, aunque para llegar al equilibrio la construcción las haya soportado como si fueran crecientes desde cero hasta la definitiva magnitud. Según su manera de obrar, definida por su dirección y la posición relativa del punto de aplicación,

los trabajos desarrollados por ellas durante ese crecimiento han producido efectos diversos en la pieza sobre la cual actúan, que pueden clasificarse en cuatro grupos: compresión ó extensión longitudinal, transversal ó cortante, flexión y torsión. Lo más frecuente es que esté último falte, por encontrarse las fuerzas todas en un plano principal de la construcción; pero en el caso más general cabe considerarlo. Los esfuerzos exteriores correspondientes á estos efectos pueden agruparse del mismo modo, y se hallan así condicionados por la forma del recorrido que originan, lineal en unos y angular en otros, recorridos que la teoría general de la elasticidad, de todos conocida, define en función de la acción, fuerza ó momento, y de ciertos elementos dependientes, ya de la naturaleza del material que compone la pieza supuesta, ya de su forma geométrica: coeficientes de elasticidad, longitud, sección y momentos de inercia. Si suponemos ahora á estos elementos variables con la longitud contada á partir de uno de los extremos de la pieza prismática, quedará ésta substituída por una estructura cualquiera que generaliza el problema. Sumando los semiproductos de las cuatro series de esfuerzos dichos, por los recorridos definidos por la teoría general de la elasticidad, se obtendrá la expresión general del trabajo elástico gradualmente desarrollado, en función de una variable fundamental, la longitud de los elementos característicos de la estructura dependientes á su vez de dicha variable y de las fuerzas exteriores, acciones ó reacciones, conocidas ó incógnitas.

Pues bien; si derivamos parcialmente tal expresión con respecto á una acción cualquiera exterior de las que actúan en la construcción considerada, sea fuerza ó momento, conocida ó no, se obtiene el recorrido de su punto de aplicación. Esta verdad, que se siente discutiendo sobre el concepto de la derivada, que hasta se palpa á la vista de la expresión del trabajo elástico que la origina, constituye el primer teorema de Cartigliano, que su autor llama *de las derivadas del trabajo*, fundamento sólido de toda la teoría y fuente directa y fecunda de las más importantes aplicaciones.

Consecuencia de él es otro de universal renombre, llamado *del menor trabajo*, que se enuncia así: Las fuerzas elásticas que se desarrollan en el interior de un sólido, al pasar de un estado de equilibrio á otro, son en cada punto tales, que hacen mínimo el trabajo total de deformación elástica dentro de las condiciones de sustentación.

No es, en realidad, otra cosa que la aplicación á la teoría elástica del principio natural de la mínima acción. Un cuerpo que cae sigue siempre la dirección de la línea recta que lo une al centro de la tierra, por

ser el camino más corto; un hilo, una varilla sometida á tensión creciente, se rompe por el punto de menor sección; un fluido cualquiera, y el sonido, el calor, la electricidad, etc., se extienden ó propagan prefiriendo las líneas de menor resistencia, es decir, economizando trabajo. Pues del mismo modo lo economiza el sólido al deformarse por imposición de agentes exteriores.

Este importante teorema fué ya presentado muchos años antes de que Cartigliano lo demostrase. M. Véne, capitán de Ingenieros francés, enunció en 1818 un principio que, á pesar de ser erróneo, sirvió más tarde para descubrir el del menor trabajo. Cournot, Paganí, Mossotti, Dorna, y principalmente Ménabréa, lo estudiaron, llegando el último á dar en 1868 una demostración que no satisfizo por falta de rigor. Cabe á Cartigliano el honor de su descubrimiento. En 1873, al revalidar en Turín su título de ingeniero, lo demostró por vez primera con independencia del teorema de las derivadas del trabajo; y nuevamente después, en 1879, como consecuencia de él, en la obra titulada *Teoría del equilibrio de los sistemas elásticos*, fruto unificado de sus estudios.

Poco resta que decir. Establecidos los dos teoremas del trabajo de la deformación, se reduce en los demás la teoría á desarrollar en su vista la mayor parte de los problemas generales de que trata la resistencia de materiales, determinando las particularidades que ofrece en cada caso para facilitar las aplicaciones.

El procedimiento general de cálculo á seguir en la práctica puede sintetizarse en contadas palabras. Formúlese el trabajo total elástico gradualmente desarrollado en función de las acciones y reacciones que actúan sobre la estructura objeto del cálculo, y de los coeficientes y elementos que caracterizan su forma geométrica y la naturaleza de los materiales que la componen. Si, como es lo frecuente, se estiman las sustentaciones suficientemente rígidas y resistentes para que puedan suponerse prácticamente fijas, igualando separadamente á cero los recorridos de los puntos de aplicación de las reacciones correspondientes, que se obtienen derivando con respecto á ellas la expresión del trabajo total elástico, se tendrán tantas ecuaciones como reacciones incógnitas haya. Si no pudiera admitirse tal supuesto, como ocurre, por ejemplo, cuando un apoyo está constituido por una columna, ó pie derecho, de madera, el recorrido puede entonces expresarse, por un lado, en función de la reacción y de las características del soporte y, por otro, como derivada del trabajo de la estructura soportada, que igualadas proporcionan la deseada ecuación.

ción. Cuando los cambios de temperatura en relación con la forma de sustentaciones den origen á nuevas reacciones, introducidos sus valores incógnitos como variables en nueva fórmula del trabajo elástico consiguiente á nuevo equilibrio, se operará como en el caso general, condicionando los recorridos como las sustentaciones exijan.

Si por convenir al cálculo se estimasen como incógnitas algunas fuerzas interiores, normales, cortantes, ó momentos, expresado el trabajo elástico total en función de ellas, bastaría igualar á cero las derivadas parciales de tal expresión con relación á cada una de las incógnitas, puesto que los valores de éstas han de hacer mínimo aquel trabajo para obtener cuantas ecuaciones sean necesarias.

La generalidad del procedimiento es absoluta, trátase de estructuras isostáticas ó hiperestáticas; pero en la práctica conviene recurrir, en tanto como posible sea, á las ecuaciones de la estática, que son más sencillas.

Con las reacciones y las fuerzas dadas quedan conocidas todas las acciones exteriores, y entonces se pueden determinar las deformaciones en cada punto ó sección, utilizando el teorema de las derivadas del trabajo, siendo incógnitas los recorridos. Si en el punto ó sección considerados no actúa fuerza con respecto á la cual pueda efectuarse la derivación, se recurre á introducir la acción unidad, que permite en el equilibrio que produce determinar directamente los elementos de cálculo que entran en la derivada, según demuestra la teoría.

El procedimiento, además de general, ventaja que por sí sola lo justifica, es breve y sencillo en las aplicaciones prácticas. Pruébanlo la multitud de ejemplos en su mayoría considerados como complicados, que Cartigliano y Zafra presentan, siendo el más notable para mí, quizá por el contraste favorable que ofrece con cuanto sobre él se ha escrito, el problema formidable del arco empotrado, disimétrico y con sección variable según una ley cualquiera, que el último de los dos citados ingenieros resuelve por un método exclusivamente suyo, basado en la teoría del primero. Este caso, considerado prácticamente insoluble por la Mecánica clásica, si se acomete de frente, es el reclamo más grande y legítimo que puede hacerse del nuevo sistema.

Sus más importantes ventajas para el técnico pueden resumirse diciendo que permite resolver todas las cuestiones sobre el equilibrio de las estructuras elásticas, sin necesidad de recurrir á hipótesis enojosas y admitiendo, en cambio, todas las circunstancias que en cada caso puedan ocasionar variaciones en las fuerzas que actúan. Es consecuencia lógica de semejantes ventajas una mayor exactitud en el

cálculo, que autoriza á forzar los coeficientes de trabajo, hasta hoy limitados en parte por la imperfección de los procedimientos empleados para valorar las fuerzas elásticas, abaratando así la construcción.

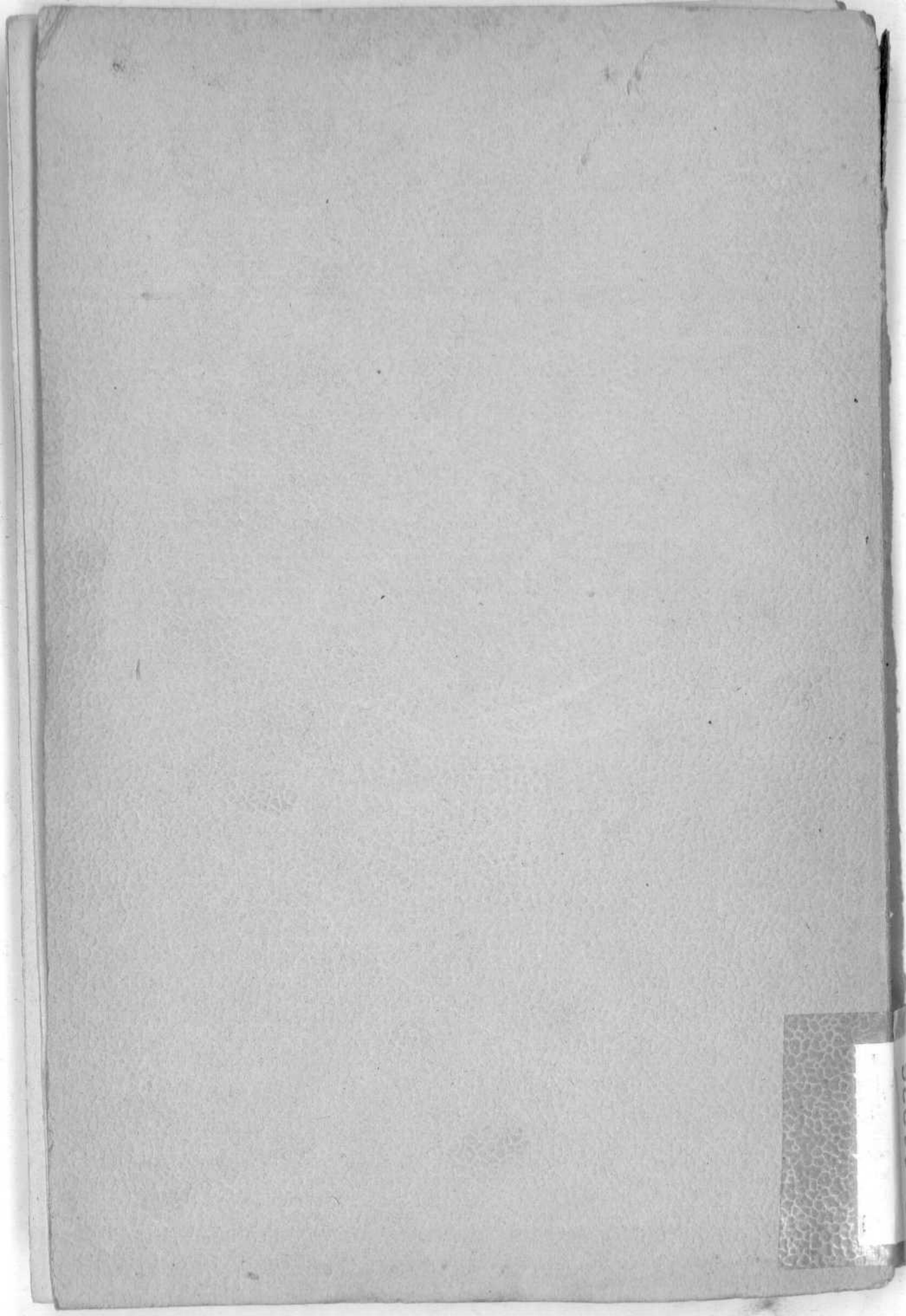
Yo me atrevo á recomendar á todos los ingenieros que lo estudien con interés, á conciencia de que presto un señalado servicio á mi patria y á ellos. No cejen ante las dificultades que el saber de Cartigliano, profundo matemático, les presente. La inteligencia del hombre es campo cultivado, en el cual el arado tiende á marchar siempre por los mismos surcos, oponiendo resistencia á todo intento de abrir otros nuevos ó ya abandonados. Acaso crea obedecer con ello al teorema del menor trabajo. ¡Lamentable error! Desgraciados de nosotros si no caminamos al compás que marca el progreso, aun á despecho de nuestras miserables fuerzas.

Y termino. La amplitud del tema es tal, que su completo desarrollo llenaría las páginas de un voluminoso libro. Yo temo excederme, fatigando vuestra atención, harto deferente ya para mí. Perdonad, y ayudadme á gravar en la Historia de la Ciencia, con indelebles letras de oro, el nombre inmortal de Alberto Cartigliano.

HE DICHO.

ÍNDICE

	Páginas.
II.—DISCURSOS DE INAUGURACIÓN DE LAS SECCIONES.	
Sección 1. ^a , Ciencias Matemáticas.—Discurso inaugural, por don Julio Rey Pastor, Catedrático de la Universidad de Madrid.*... 7	7
Sección 2. ^a , Astronomía y Física del Globo.—Discurso inaugural, por D. Victoriano F. Ascarza, Doctor en Ciencias y Astrónomo del Observatorio de Madrid..... 27	27
X Sección 3. ^a , Ciencias Físico-Químicas.—Los complejos minerales. Discurso inaugural, por D. José Rodríguez Mourelo, Catedrático de las Escuelas de Artes é Industrias; de la Real Academia de Ciencias..... 87	87
X Sección 4. ^a , Ciencias Naturales.—Estado actual de las investigaciones en España respecto á Paleontología y Prehistoria. Discurso inaugural, por D. Eduardo Hernández-Pacheco..... 117	117
Sección 6. ^a , Ciencias Históricas, Filosóficas y Filológicas.—Pensamiento y vida: La crisis del intelectualismo. Discurso inaugural, por el P. Marcelino Arnáiz (Agustino), Doctor en Filosofía y Letras, Director de estudios en el Real Monasterio de El Escorial..... 177	177
Sección 7. ^a , Ciencias Médicas.—Característica de la Patología actual. Discurso inaugural, por D. Antonio Simonena, Catedrático de la Universidad de Madrid..... 205	205
Sección 8. ^a , Ciencias de Aplicación.—La Mecánica aplicada y Cartigliano. Discurso inaugural, por D. Pedro Pérez de los Cobos, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos..... 225	225



G-112226