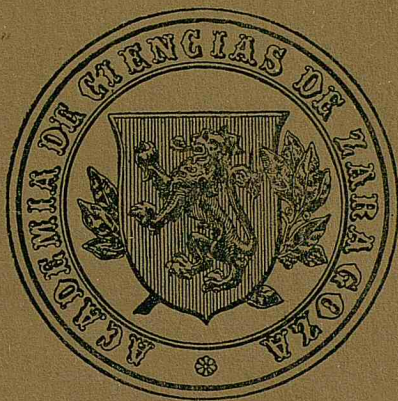


REVISTA
DE LA
ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES

DE
ZARAGOZA



TOMO IX
1 9 2 4

ZARAGOZA
Tip. de F. Gambón.—Canfranc, 3 y Valencia, 2
1925

ÍNDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO

	PÁGS.
I.—Personal de la Academia.	3
II.—Escalafón general por orden de asistencias. . .	8
III.—Protectores de la Academia.	9
IV.—Nota preliminar sobre el yacimiento fosilífero de Nombrevilla (Zaragoza), por <i>D. Pedro Ferrando</i>	10
V.—Sobre pelagra, por <i>D. Gregorio Calmarza</i> . . .	14
VI.—Comunicaciones Entomológicas. 7. Neuróp- teros del Museo de Berlín, por el <i>R. P. Lon- ginos Navás, S. J.</i>	20
VII.—Determinaciones experimentales de la trans- parencia de aerosoles para radiaciones lu- minosas de diferente longitud de onda, por <i>D. Eduardo María Gálvez</i> , Doctor en Cien- cias Físicas y Químicas.	35
VIII.—Las ondas parásitas en radiocomunicación. Dis- curso leído por <i>D. José Romero Ortiz de Villacián</i> en el acto de la recepción como Académico de número el día 9 de Noviem- bre de 1924	95
IX.—Discurso de contestación por el Académico <i>Dr. D. Jerónimo Vecino</i>	139
X.—Sección Bibliográfica	149
XI.—Memoria reglamentaria leída por el Secretario <i>D. Manuel Lorenzo Pardo</i>	151
XII.—Necrología. <i>R. P. Joaquín María de Barnola, S. J.</i> , por el <i>R. P. Longinos Navás, S. J.</i> . .	156

Impreso el día 20 de Octubre de 1925

FIN DEL TOMO IX

PERSONAL DE LA ACADEMIA

A 1 DE ENERO DE 1924

PRESIDENTE HONORARIO. D. Zoel García de Galdeano y Yanguas.

JUNTA DE GOBIERNO

PRESIDENTE. D. Antonio de Gregorio y Rocasolano.

VICEPRESIDENTE. R. P. Longinos Navás, S. J.

TESORERO. D. Adoración Ruiz Tapiador.

BIBLIOTECARIO. D. Jerónimo Vecino.

SECRETARIO PERPETUO. D. Manuel Lorenzo Pardo.

VICESECRETARIO. D. Pedro Ferrando y Más.

ACADÉMICOS NUMERARIOS

SECCIÓN DE EXACTAS

PRESIDENTE. D. Miguel Mantecón.—(Medalla núm. 7).
27 de Marzo de 1916. Coso, 18.

VICEPRESIDENTE. D. José Ríus y Casas.—(Medalla número 13). 27 de Marzo de 1916. Sáinz de Varanda, 10.

SECRETARIO. R. P. Patricio Mozota.—(Medalla núm. 10).
27 de Marzo de 1916. Colegio de las Escuelas Pías.

D. Zoel García de Galdeano y Yanguas.—(Medalla número 1). 27 de Marzo de 1916. Cervantes, 3.

D. Manuel Lorenzo Pardo.—(Medalla núm. 4). 27 de Marzo de 1916. Paseo de la Independencia, 28.

D. Adoración Ruiz Tapiador.—(Medalla núm. 16). 27 de Marzo de 1916. Ponzano, 7.

D. Graciano Silván González.—(Medalla núm. 19). 26 de Marzo de 1916. Sagasta, 7.

- D. **Antonio Lasierra**.—(Medalla núm. 28). 25 de Marzo de 1920. San Andrés, 12.
- D. **Gonzalo González Salazar**.—(Medalla núm. 22). 28 de Noviembre de 1920. D. Alfonso I, núm. 18.
- D. **Juan Pineda**.—Electo el 4 de Noviembre de 1918.

SECCIÓN DE FÍSICO-QUÍMICAS

- PRESIDENTE. D. **Gonzalo Calamita Alvarez**.—(Medalla número 2). 27 de Marzo de 1916.
- VICEPRESIDENTE. D. **Hilarión Gimeno y Fernández Vizarra**.—(Medalla núm. 5). 27 de Marzo de 1916.
- SECRETARIO. D. **Jerónimo Vecino**.—(Medalla núm. 23). 26 de Febrero de 1919. Costa, 4.
- D. **Antonio de Gregorio y Rocasolano**.—(Medalla número 8). Paseo de la Independencia, 6.
- D. **Román P. Marcoláin San Juan**.—(Medalla núm. 11). 27 de Marzo de 1916. Sagasta, 20.
- Ilmo. Sr. D. **Paulino Savirón Caravantes**.—(Medalla número 20). 27 de Marzo de 1916. Paseo de Sagasta, 23.
- D. **Carlos Mendizábal**.—(Medalla núm. 26). 4 de Mayo de 1919. Hernán Cortés, 27.
- D. **Teófilo González Berganza**.—(Medalla núm. 14). 12 de Noviembre de 1922.
- D. **Juan Usandizaga**.—Electo el 4 de Noviembre de 1918.

SECCIÓN DE NATURALES

- PRESIDENTE. D. **Angel Gimeno Conchillos**.—(Medalla número 24). 25 de Marzo de 1917. Sagasta, 19.
- VICEPRESIDENTE. D. **Pedro Ayerbe**.—(Medalla núm. 3). 27 de Marzo de 1916. Sagasta, 15.
- SECRETARIO. D. **José Cruz Lapazarán**.—(Medalla número 30). 26 de Enero de 1919. Paseo de Pamplona, 3.
- D. **Juan Bastero Lerga**.—(Medalla núm. 6). 27 de Marzo de 1916. San Miguel, 6.

- D. **Pedro Ferrando Más.**—(Medalla núm. 12). 27 de Marzo de 1916. Sagasta, 9.
- R. **P. Longinos Navás, S. J.**—(Medalla núm. 15). 26 de Marzo de 1916. Colegio del Salvador.
- D. **Pedro Ramón y Cajal.**—(Medalla núm. 18). 27 de Marzo de 1916. Costa, 10.
- D. **Nicolás Ricardo García Cañada.**—(Medalla núm. 27). 8 de Junio de 1919. Plaza del Pilar, 17, 3.º dcha.
- Rdo. D. **Vicente Bardavíu, Pbro.**—(Medalla núm. 21). 29 de Noviembre de 1922.
- D. **Andrés Giménez Soler.**—(Medalla núm. 24). 16 de Diciembre de 1923.

CORRESPONDIENTES NACIONALES

SECCIÓN DE EXACTAS

- D. **José Gabriel Alvarez Ude.**—3 de Abril de 1916. Fernando VI, 17, Madrid.
- D. **Julio Rey Pastor.**—3 de Abril de 1916. Marqués de Urquijo, 38, Madrid.
- D. **Esteban Terradas e Illa.**—3 de Abril de 1916. Córcega, 331, entrlo., Barcelona.
- Excmo. Sr. D. **Leonardo de Torres Quevedo.**—4 de Noviembre de 1918. Válgame Dios, 3, Madrid.
- Excmo. Sr. D. **Juan Manuel de Zafra.**—7 de Abril de 1919. Escuela de Ingenieros de Caminos, Madrid.
- Excmo. Sr. D. **José Marvá.**—20 de Marzo de 1920. Plaza de Santa Catalina de los Donados, 3, Madrid.

SECCIÓN DE FÍSICO-QUÍMICAS

- D. **Blas Cabrera y Felipe.**—3 de Abril de 1916. General Martínez Campos, 1, Madrid.
- D. **Rafael Luna y Nogueras.**—3 de Abril de 1916. Cate drático, Valladolid.

- D. Manuel Martínez Risco Macías.—4 de Noviembre de 1918. Fuencarral, 22, Madrid.
- D. José María Plans y Freyre.—4 de Noviembre de 1918. Glorieta de Bilbao, 5, Madrid.
- R. P. José A. Pérez del Pulgar, S. J.—4 de Noviembre de 1918. Alberto Aguilera, 25, Madrid.
- D. Felipe Lavilla.—3 de Febrero de 1919. Prim, 9, Madrid.
- Excmo. Sr. D. José María de Madariaga.—7 de Abril de 1919. Valverde, 26, Madrid.
- R. P. Eduardo Vitoria, S. J.—16 de Diciembre de 1923. Colegio de San Ignacio, Sarriá (Barcelona).

SECCIÓN DE NATURALES

- R. P. Joaquín María de Barnola, S. J.—3 de Abril de 1916. Colegio de San Ignacio, Sarriá (Barcelona).
- D. Alfonso Benavent.—3 de Abril de 1916. Obras Públicas, Lérida.
- Excmo. Sr. D. Santiago Ramón y Cajal.—3 de Abril de 1916. Alfonso XII, 74, Madrid.
- D. Jesús María Bellido y Golferich.—4 de Noviembre de 1918. Emancipación, 32, torre, Barcelona.
- D. Cayetano Úbeda Saráchaga.—4 de Noviembre de 1918. Bárbara de Braganza, 10, Madrid.
- Ilmo. y Rdmo. Fr. Zacarías Martínez Núñez.—Obispo de Vitoria. 11 de Marzo de 1921.
- Ilmo. Sr. D. Florentino Azpeitia.—13 de Enero de 1922. Príncipe de Vergara, 23, 1.º, Madrid.
- D. Manuel Aulló y Costilla.—24 de Mayo de 1923. Ferraz, 40, Madrid.

CORRESPONDIENTES EXTRANJEROS

SECCIÓN DE EXACTAS

- M. Jacques Hadamard.—13 de Mayo de 1922.
- Dr. Alberto Einstein.—12 de Marzo de 1923. Berlín.

SECCIÓN DE FÍSICO-QUÍMICAS

- M. Charles Henry.—9 de Enero de 1919. París.
M. Jean Perrín.—20 de Octubre de 1919. París.
M. Paul Sabatier.—13 de Mayo de 1921. Toulouse.
D. Ricardo Zsigmondy.—28 de Octubre de 1922. Gottinga.

SECCIÓN DE NATURALES

- Dr. Geza Horvath.—15 de Mayo de 1922. Musée National
Hongrois, Budapest.
D. Felipe Silvestri.—13 de Marzo de 1922. Laboratorio
de Entomología. Portici (Italia).
-

ESCALAFÓN GENERAL

DE SEÑORES ACADÉMICOS NUMERARIOS, POR ORDEN DE ASISTENCIAS, EN 1 DE ENERO DE 1924

D. Antonio de Gregorio Rocasolano	66
D. Manuel Lorenzo Pardo	63
R. P. Longinos Navás, S. J.	63
D. Angel Gimeno Conchillos	52
D. Pedro Ferrando y Más.	50
D. Pedro Marcoláin San Juan.	49
D. Adoración Ruiz Tapiador	44
D. Pedro Ayerbe	38
R. P. Patricio Mozota.	36
D. José Ríus y Casas.	36
D. Zoel García Galdeano	32
D. Jerónimo Vecino	30
D. Graciano Silván González	27
D. José Cruz Lapazarán.	25
D. Paulino Savirón y Caravantes.	25
D. Ricardo G. Cañada	22
D. Gonzalo Calamita	21
D. Hilarión Gimeno Fernández-Vizarra.	14
D. Miguel Mantecón	13
D. Carlos Mendizábal	13
D. Gonzalo González Salazar	9
D. Juan Bastero Lerga	8
D. Antonio Lasierra	8
Rdo. D. Vicente Bardavíu, Pbro.	7
D. Teófilo González Berganza.	7
D. Pedro Ramón y Cajal	6
D. Andrés Giménez Soler	1

Protectores de la Academia

Casino de Zaragoza

Casino Mercantil

Canal Imperial de Aragón

Facultad de Ciencias de Zaragoza

División Hidrológica del Ebro

Consejo de Agricultura y Ganadería de Zaragoza

Nota preliminar sobre el yacimiento fosilífero de Nombrevilla (Zaragoza)

POR

D. PEDRO FERRANDO

Al propietario de Daroca, D. Nicolás Lorente, debo las primeras noticias que tuve del referido yacimiento, distante unos siete kilómetros próximamente de Daroca (Provincia de Zaragoza). Dicho señor me envió unos hermosos molares de Mastodonte, de *Hipparion* y de *Rhinoceros*, que puso al descubierto la erosión fluvial en la base del monte lindante con un campo de su propiedad, próximo al pueblo de Nombrevilla.

El ilustrado catedrático de Historia Natural del Instituto de Zaragoza, mi querido amigo, D. José López de Zuazo, visitó el referido yacimiento, poco antes que yo fuera acompañado del compañero catedrático de la Facultad de Ciencias y Académico D. José Rius y Casas, y dos días más tarde volví a reconocerle con mayor detenimiento acompañando a D. Francisco Hernández-Pacheco, distinguido geólogo del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, que juntamente con el Sr. Aranegui, vinieron a visitar el referido yacimiento. La importancia del mismo, me estimula a publicar esta breve nota, que comprenderá dos partes: estratigrafía y paleontología del yacimiento.

Estratigrafía.—El pueblo de Nombrevilla está edificado sobre un conglomerado miocénico que constituye la base de la referida formación miocena, la cual descansa en estratificación discordante sobre cuarcitas pizarrosas cámbricas, que

con una inclinación de 40° buzan hacia el oeste. Transcribo estos datos del adjunto corte geológico (fig. 1.^a), hecho por A. Dereims, según la dirección S.O. a N.E., pasando por Villafeliche, pueblo situado en la misma zona geológica que Nombrevilla, al N.O. de este último pueblo. Dicho conglomerado y las arcillas margosas rojas y grises que lo recubren, debió ser considerado como cuaternario por D. Pedro Palacios en su Memoria geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza, pues en el mapa que acompaña a dicha Memoria hace pasar por el referido pueblo de Nombrevilla la separación entre la formación miocena y la cuaternaria diluvial, que supone forma el cauce del río Jiloca en el término de Daroca.

A. Dereims, en su estudio sobre la extremidad meridional de la cordillera Ibérica, lo describe ya como formación miocena, estando situado dicho yacimiento fosilífero en el afloramiento del horizonte margoso o arcilloso superpuesto al conglomerado del borde occidental de la formación miocena, que constituye la planicie del fértil campo de Romanos, que separa los dos flancos, oriental y occidental del anticlinal siluriano de la referida extremidad meridional de la cordillera Ibérica.

Las citadas margas rojas y grises con algunos estratos de arena, en donde se hallan los restos de mamíferos, tienen un espesor de 60 metros aproximadamente. Sobre dichos estratos hay margas, calizas margosas y areniscas calcáreas con *Planorbis Mantelli* de un espesor de 50 metros, y termina la formación en la cumbre por estratos de caliza y areniscas calcíferas de 40 a 45 metros. Vemos, por tanto, que en esta localidad se halla la serie completa de formaciones miocenas, estando además muy bien caracterizadas paleontológicamente por los restos fósiles de mamíferos que vamos a mencionar.

Paleontología.—Hállanse numerosos molares y fragmentos de defensas de *Mastodon angustidens* Cuv., molares e incisivos más abundantes todavía de *Hipparion*, seguramente de la especie *H. gracile* Kaup, y también molares del *Rhino-*

ceros sansaniensis Fillhol (?), y tal vez del *Rhinoceros hispanicus* Dantin. Existen asimismo vértebras y demás restos esqueléticos de dichos mamíferos miocenos. Es un yacimiento enteramente análogo al de Concud y a los que recientemente se han descubierto en Mara y en Cetina.

Los referidos herbívoros, juntamente con ciertos cérvidos, hallados también en Nombrevilla, debieron vivir en la edad *Tortoniense*. Durante ella, por los potentes sedimentos conglomerados y arcillosos depositados en la cuenca limitada por los flancos del anticlinal cámbrico y silúrico, que antes hemos mencionado, dedúcese la existencia de un clima cálido de abundantes lluvias torrenciales, cuyas corrientes depositaron los referidos materiales detríticos en el fondo del lago o pantano que ocupaba las actuales cuencas de los ríos Jiloca y Alfambra, en las provincias de Zaragoza y Teruel. Así se explica también la abundante fauna de herbívoros, proboscidos, paquidermos, rumiantes y solípedos, que debieron existir en aquella época a juzgar por los abundantes fósiles que de los mismos se han encontrado en Nombrevilla, Concud y Caudé.

En la edad siguiente, o sea en la *Sarmantiense*, debió haber una variación climatológica de ambiente seco e intensa evaporación, precipitándose en los referidos pantanos la potente formación de margas yesíferas acompañadas de sal común en la ribera izquierda del pantano del Ebro (Remolinos). Este régimen climatológico persiste durante la primera época del *Pontiense*, efectuándose después otro cambio hacia las condiciones de humedad del *Tortoniense*, aunque con corrientes de agua más tranquilas, como lo prueban las calizas travertínicas superiores de los páramos del Santuario de Misericordia (Borja) y de Libros (Teruel) con la fauna de Batracios y Ofidios de esta última localidad. Los restos animales y vegetales del pantano de Libros originarían la reducción a sulfuros de los sulfatos disueltos en las aguas, determinando la formación del azufre y pizarras bituminosas, que constituyen la riqueza industrial de dicha región.

SOBRE PELAGRA

POR

D. GREGORIO CALMARZA

La circunstancia de haber sido descubierta y descrita esta dolencia por un médico español el año 1735, le hizo merecer cierto atractivo de la clase médica española, destacando en esta condición nuestros antecesores de mediados del siglo pasado, que la discutieron con fervorosa emulación y llegaron a conocerla mejor que lo había sido hasta entonces y quizás algún tiempo después, siendo de ello elocuente testimonio las comisiones científicas que de extraños países vinieron a estudiarla en nuestro suelo, atraídos por tan interesante controversia, en la que a tan gran altura quedaron los apellidos de Del Campo, Lojo, Perrote, Martí, Méndez Alvaro y otros, que dieron el golpe de muerte al *zeismo*. En aquella empeñada polémica tomó parte activa nuestro padre y de ella surgió su libro que la Real Academia de Medicina de Madrid premió en 1867 y publicó después.

A esta época de entusiasmo siguió otra de calma, en la cual, si no se olvidó el asunto, fueron pocos los escritos a él dedicados, mereciendo el honor de ser recordados, por su valía, los del Dr. Roel y, señaladamente, los del ilustre don Francisco de Huertas, tan encariñado con el tema.

Es muy de notar, ciertamente, que después de contras-tadas tantas opiniones, por tanto tiempo y por tan esclarecidos talentos, perduren los defensores del maíz, alterado o no, como causa específica del mal.

Pudo ser admisible esa doctrina mientras era conocido únicamente en aquellas provincias de Asturias y Galicia, donde el mencionado cereal entraba a formar parte de la alimentación diaria en la especie humana; mas debió de paasar a la Histõria tan luego como se comprobó su existencia en regiones donde no se consume ni se cultiva y en algunas donde se conocerá bien poco. Solamente es explicable el hecho por el desconocimiento de la vasta literatura existente respecto del asunto.

Todos los trabajos realizados por concienzudos observadores, para demostrar con abundante material clínico que sólo son pelagrosos los alimentados con productos deficientemente azoados, no han bastado para unificar el criterio etológico de los médicos que de esta enfermedad se han ocupado, y pocas como ella han sido tributarias de las doctrinas reinantes en cada época: merced a esta condición la hemos visto pasar por el grupo nosológico de las intoxicaciones, por el de las afecciones parasitarias y últimamente es incluida por algunos modernos escritores entre las avitaminosis, juicio que nos parece más racional, aunque nos detengamos en aceptarlo como definitivo, mientras no sea bien conocida la verdadera naturaleza de esas presuntas substancias, de la cual distamos aún a juzgar por la diferencia que media entre la hipótesis de Flunk y la de Mendenl y Osborne. El día en que la Química Biológica, con más amplios y acabados estudios, dé por sancionada esta doctrina, habrá de reconocerse que la alimentación de los pelagrosos, deficiente en productos de origen animal, lo es también en vitaminas del grupo lipo-soluble, principalmente.

No puede negarse, sin embargo, la existencia de gran número de clínicos, en mayoría quizás, que reconocen como causa primera de la dolencia la alimentación deficiente en proteínas de origen animal, y remitimos a los reacios en admitir este concepto al estudio que en 1916 hizo de la pelagra una sección del Servicio Público de los Estados Unidos en siete Villas de la Carolina del Sur, bajo la dirección del eminente Dr. Goldberger, citado ya por algunos de nuestros

compatriotas, que recientemente han escrito sobre esta afección.

Para este estudio fueron elegidas poblaciones de escaso vecindario, castigadas por la dolencia, dando principio en la primavera, como estación más propicia para observarse sus manifestaciones, clasificando las familias una por una con arreglo a circunstancias varias, como tiempo de residencia en el país, número de sus individuos por sexos y edades, número de atacados y, muy especialmente, por sus medios de subsistencia y clase y cantidad de alimentos consumidos, cuidando de no computar como pelagrosos, sino los que mostraban bien definida la dermatosis simétrica bilateral, como garantía del mejor éxito del trabajo.

En tablas bien comprensivas, donde van compilados los datos, puede hacerse de ellos un análisis fácil para deducir las consecuencias, y las que saca esta comisión son: Que entre los medios de subsistencia y la pelagra hay una relación inversa; a medida que la situación económica mejora, y por tanto, la alimentación, disminuyen las invasiones y mejoran o se curan los invadidos, y viceversa. Que el factor etiológico esencial es la alimentación deficiente en proteínas de origen animal, y que son excepcionales los casos observados en individuos de buena posición, debiendo buscarse la explicación de éstos en circunstancias de carácter excepcional también.

Solamente recordamos un caso de esta naturaleza en un sujeto que no comía ninguna clase de carne por cierta repugnancia hacia ella, que no pudimos explicarnos de otro modo mejor que por el fastidio que había llegado a determinarle su anterior ocupación de expendedor de dicho artículo.

Si la labor mencionada no pareciera suficientemente demostrativa, puede recomendarse a los obstinados, como contraprueba de ella, otra del mismo infatigable investigador en colaboración con dos dermatólogos, encaminada a la producción experimental de la enfermedad a beneficio de una dieta adecuada, en una penitenciaría del Mississipi.

Del resultado positivo de ella da amplia reseña en una nota de 1920.

Hubiera sido deseable que el concepto etológico formulado y fundamentado en una rigurosa observación de los hechos hubiera tenido la aceptación merecida antes de que los norteamericanos vinieran a confirmarlo; mas no por eso hemos de negar a éstos el mérito contraído aportando a la ciencia, con su afinado espíritu investigador, una prueba, para nosotros concluyente, de la verdadera causa de la pelagra.

Unas décadas de ejercicio profesional, que nos permiten establecer comparación entre épocas distintas, nos dan la sensación de que el número de invasiones disminuye en esta región, lo que, desde nuestro punto de vista etológico, aparece en armonía con la mejora en la situación económica de las clases trabajadoras, aumento en el precio de los jornales y consiguientemente mejor y más variada alimentación. ¿Podrá esto contribuir a que los recién llegados a la profesión necesiten más tiempo para conocerla?

Esta idea nos es sugerida por el hecho de ser considerada esta enfermedad de facilísimo diagnóstico para algunos escritores, y no compartimos la opinión en absoluto.

No negamos la facilidad que para distinguirla dan signos patognomónicos, como el eritema y la cicatriz pelagrosa consiguiente a sucesivas descamaciones; mas las cosas no ocurren siempre de modo tan explícito, y la llamada *pellagra sine pellagra* ha sido motivo de fuertes dudas y discusiones para prácticos de larga experiencia, permitiéndonos opinar que la falta de la dermatosis en esos casos ha hecho que escaparan al diagnóstico alguna vez.

Eso puede ocurrir siempre que sean invadidos individuos preservados de la acción directa de los rayos solares, que son la causa ocasional del eritema y sus consecuencias, razón por la cual solamente se observa esa localización en regiones de la piel puestas al descubierto, y si por alguien fuere reputado como fantasía el caso del albañil, citado por nuestro padre, en que resultó perfecta correspondencia entre una placa eritematosa y un agujero de su camisa, le brin-

damos otro que figura en muchas notas por la particularidad de ostentar la cicatriz pelagrosa en uno solo de sus metacarpos. Nuestra curiosidad por descubrir la razón de aquella extraña circunstancia se vió satisfecha cuando supimos que el sujeto en cuestión, molendero de chocolate, llevaba por costumbre la mano afecta ocupada con el bastón y oculta en el bolsillo la otra, en las horas libres de trabajo que dedicaba a pasear por el campo. Estos hechos pueden ser comprobados por el testimonio de descendientes directos del paciente.

Las dificultades en el diagnóstico pueden todavía subir de punto si a la ausencia de dermatosis se suma alguna otra circunstancia, que puede ser la concomitancia con otra afección con la que se unan signos comunes, como ocurre con el alcoholismo crónico, coincidencia que hemos tenido ocasión de observar más de una vez, y que ha dado lugar a que por algunos médicos se atribuyera al abuso de las bebidas alcohólicas el papel principal en la etología del mal; sin llegar a ese extremo, creemos que no puede negarse su impotencia como factor secundario.

Sobre lo expuesto, trátase de una enfermedad que requiere una observación atenta y continuada por la lentitud en su evolución, por la irregularidad en sus manifestaciones y por la desconfianza que necesariamente han de inspirar los datos suministrados por enfermos a quienes su propia dolencia ha ocasionado quebrantos mentales de consideración, a lo cual se debe que prácticos envejecidos, asistiéndoles, se vieran en el caso de subsanar errores cometidos con la mejor intención.

Después de treinta años de vida profesional, durante los cuales tuvo ocasión de tratar varios centenares de pelagrosos, recibimos de nuestro padre el encargo de rectificar su juicio respecto a la descamación pelagrosa primitiva, síntoma al que asignaba singular importancia en el diagnóstico. Some- tidos los enfermos en que creyó verla a reiterado interrogatorio, por la extrañeza natural de que el fenómeno ocurriera sin alteración previa del dermis, contestaban que no era pre-

cedido ni acompañado de rubicundez alguna, viéndose en el caso de admitir con Shambio como primitiva la descamación.

Observados atentamente los mismos pacientes en años posteriores, pudo descubrir con sorpresa el brote eritematoso de moderada intensidad, y nuevamente preguntados si en los años precedentes había existido o no el brote cutáneo, dieron por fin contestación que siempre había acontecido lo apreciado en aquella época. Fué, pues, sorprendida su buena fe, ya porque pasara desapercibida la erupción a la amortiguada sensibilidad de esos dolientes, ya porque careciera de importancia para ellos, merced a sus reducidas proporciones, ya también porque en su memoria mermada no se conservara la sensación del año anterior.

Estas observaciones le llevaron al convencimiento de que la descamación es siempre consecutiva al exantema, como parece lógico que ocurra, y este encargo quedó cumplido por nosotros en 1881.

Creemos, pues, que no puede menos de admitirse la *pellagra sine pellagra* de los italianos y, si no solamente son pelagrosos los que ostentan la característica cicatriz y entre los síntomas restantes los hay comunes de otras especies patológicas, no debe estimarse cosa rara que surjan perplejidades y dudas en el diagnóstico y que para formularle con alguna seguridad de acierto en estos casos se requiere experiencia que no es dado tener a todos, y menos en regiones en que las ocasiones de observarlos sean poco frecuentes.

Calatayud, Mayo 1924.

Determinaciones experimentales
de la transparencia de aurosoles para radiaciones
luminosas de diferente longitud de onda

POR

DON EDUARDO M. GÁLVEZ

Doctor en Ciencias Físicas y Químicas

La importancia que presenta el estudio de la transparencia de la luz por los coloides ha dado lugar a que se hayan realizado muchos y muy importantes trabajos sobre este asunto, la mayor parte de ellos teóricos y muy pocos experimentales. De este estudio pueden deducirse interesantes consecuencias que sirven para profundizar en el conocimiento de la constitución y propiedades de los coloides y también importantes aplicaciones prácticas. (1) y (2).

Convencidos de la importancia del tema hemos orientado nuestros trabajos en este sentido no con la atrevida pretensión de desenmarañar tan complicado problema, sino sencillamente de aportar un grano de arena en un asunto que consideramos de sumo interés.

Con el fin de formarnos los métodos de trabajo hemos tenido que empezar consultando distintos y muy diversos trabajos que guardan cierta analogía con nuestro objeto, estudiando el modo de adaptarlo a nuestro trabajo y la manera de obtener el mayor rigor posible en nuestras determinaciones.

Hemos tropezado con muchas dificultades que nos han hecho desviar de nuestro camino, y que para mayor claridad expondremos sucintamente,

Pero antes de comenzar será conveniente recordar algunas nociones fundamentales y definir aquellas magnitudes que hemos de emplear con más frecuencia.

Notación.—Llamaremos I_0 a la intensidad de la luz incidente e I a la de luz transmitida. La luz absorbida será $I_0 - I$. Llámase *transparencia* $I : I_0$, y *opacidad*:

$$\frac{I_0 - I}{I_0} = 1 - \frac{I}{I_0},$$

si bien generalmente se da este nombre a la inversa de la transparencia o *coeficiente de reducción* $I_0 : I$, llamando densidad o ennegrecimiento al logaritmo de éste, o sea:

$$\log \frac{I_0}{I}$$

y *contraste* a la diferencia entre dos ennegrecimientos. Se entiende por absorción la opacidad necesaria para igualar dos intensidades.

De este modo definidas estas magnitudes se tiene que la suma de la transparencia y la opacidad es igual a la unidad; del mismo modo que la luz incidente es igual a la luz absorbida más la transmitida.

Tanto la transparencia como la opacidad de un cuerpo en idénticas condiciones son independientes de la intensidad de luz incidente, puesto que lo mismo la intensidad de la luz transmitida que la de la luz absorbida varían proporcionalmente con la intensidad de la luz primitiva.

El color de los coloides

Para tener una idea precisa del color de un cuerpo no será suficiente una primera percepción sensitiva, sino por el

contrario, es necesaria una análisis riguroso. Hay que tener presente además que el color de un cuerpo depende del de la luz con que se observa; así un coloide de oro, que observado a la luz del día presente color violeta o azul, con la luz de una lámpara eléctrica puede aparecer rojo o violeta respectivamente.

Para definir de una manera científica el color de un cuerpo se recurre a determinar la composición cromática de la luz transmitida para un espesor y condiciones determinadas, salvando la influencia que puede tener la composición de la luz incidente, expresando los valores por la absorción correspondiente a las distintas longitudes de onda del espectro.

Vamos a considerar, aunque sea de un modo general, la descomposición de la luz por las suspensiones coloidales, sin entrar en detalles sobre casos particulares ni detenernos en desarrollar expresiones matemáticas.

Pero antes recordaremos, siquiera sea sucintamente, algunas nociones fundamentales de la cromática, imprescindibles para nuestro objeto.

Composición de los colores.—Prescindiendo de las teorías basadas en los hechos de experimentación fisiológica, que tan fructíferas han sido en resultados prácticos, nos limitaremos a recordar los conceptos fundamentales imprescindibles para el estudio aplicado al caso de las soluciones coloidales.

Es necesario distinguir entre colores por adición y colores por sustracción. Dos ejemplos nos servirán para establecer esta diferencia. El color blanco obtenido con el disco de Newton es *color de adición*. La mayor parte de los vidrios amarillos que se encuentran en el comercio presentan este color porque absorben el violado: este color amarillo, bajo este punto de vista considerado, es *color de sustracción*.

Supondremos el espectro dividido en zonas más o menos limitadas, que podemos considerar como colores simples, designándoles con los nombres que se emplean habitualmente.

La mezcla de dos o más colores nos dará un color que evidentemente no estará en el espectro, *pues en el espectro no están mezclados los colores*, pero que puede ser equiva-

lente a alguno de ellos. La mezcla de todos da el blanco y también la unión de dos complementarios, en esta forma :

rojo.....verde
 anaranjado.....azul
 amarillo.....violado (3)

La mezcla de dos colores próximos da un color intermedio y tanto más claro cuanto más alejados estén. El rojo y el violeta dan el púrpura, que mezclado con blanco es llamado por algunos autores rosado. Las mezclas de rojo con azul y anaranjado con violado dan matices que en aplicaciones prácticas se emplean como violado y rojo respectivamente.

Puede resumirse en el siguiente cuadro :

—	Rojo	Anaranjado	Amarillo	Verde
<u>Amarillo</u>	Anaranjado	—	—	—
<u>Verde</u>	Blanco	Amarillo	—	—
<u>Azul</u>	Violado	Blanco	Verde	—
<u>Violado</u>	Púrpura	Rojo	Blanco	Azul
Púrpura + blanco = rosado.				

Los colores por sustracción se deducen fácilmente de lo dicho hasta aquí, y así, por ejemplo, puesto que

$$\text{Azul} + \text{amarillo} = \text{verde}$$

se tiene

$$\text{Verde} - \text{azul} = \text{amarillo.}$$

En la práctica no es tan sencillo precisar el color resultante, puesto que, debido a la distinta absorción en cada caso para los distintos colores, se tiene una compleja mezcla de éstos difícil de definir de una manera cuantitativa; pues si

bien podemos determinar la absorción para cada longitud de onda, según se detalla en otro lugar, se complica de una manera extraordinaria con la dispersión. Además, es necesario tener en cuenta para hacer determinaciones de intensidades fotométricas, cuando se trata de radiaciones de distinta longitud de onda, que las intensidades definidas por las distintas propiedades de las radiaciones que para una misma longitud de onda son proporcionales, cuando se trata de radiaciones distintas no lo son, y la solución, aplicando este método para medir la intensidad fotométrica, no es sencilla.

Absorción de la luz por los medios turbios

Se entiende por absorción la debilitación que sufre la luz al atravesar un cuerpo. (4).

Si suponemos que un haz de rayos luminosos incide sobre un medio homogéneo, parte de la luz será reflejada en la superficie y parte será refractada. De la parte de luz refractada parte será absorbida por extinción y por resonancia, transformándose en calor, y otra parte será transmitida.

Pero si suponemos en suspensión en el medio pequeñas partículas que lo enturbien, una parte de la luz transmitida por el medio de dispersión incidirá sobre estas partículas y habremos de distinguir: una parte de luz, que será difundida por reflexión o difracción en las partículas, y otra parte que, atravesándolas por refracción, podrá ser absorbida por extinción y por resonancia o transmitida por las partículas. Si éstas son conductoras y están cargadas eléctricamente, la luz incidente puede provocar fenómenos de resonancia que den también lugar a absorción de luz.

Como primera aproximación, con lo dicho es suficiente; pero hay que tener presente que no se ha tenido en cuenta la luz que cae sobre las partículas procedente de otras partículas, es decir, la luz difundida; parte de la cual puede, en virtud del mecanismo indicado, emerger en la dirección primitiva.

Influencia del tamaño de las partículas.—Supongamos un medio enturbiado por partículas de pequeñas dimensiones con relación a la longitud de onda de la luz que lo atraviesa. Rayleigh, estudiando el caso del aire para explicar la causa del color azul del cielo, supuso ser debido a la difracción, y dió una expresión para la intensidad de la luz difundida en función de la longitud de onda y del tamaño de los granos. La diferencia de absorción para las distintas longitudes de onda es lo que determina el color de la luz transmitida.

Partiendo de la teoría expuesta por Reyleigh, se puede calcular la influencia que en la cantidad de luz difundida en un medio turbio tiene el número y volumen de las partículas dispersas, y por tanto, la absorción producida por el sistema al ser atravesado por un haz de rayos luminosos, suponiendo que las partículas difractan la luz incidente.

Si suponemos constante el número de partículas y estas partículas varían de tamaño, como es el caso de la formación de un precipitado en el que se va depositando la parte sólida sobre los gérmenes ya existentes en el sistema, la luz difundida será proporcional al cuadrado del volumen de los granos, y por tanto, la opacidad aumenta al aumentar el tamaño de los mismos.

Si permaneciendo constante la concentración, o lo que es igual, el producto del número de granos por su volumen, éstos varían de tamaño, la opacidad es proporcional al volumen; por consiguiente, al conglomerar la materia dispersa la opacidad aumenta; este es el caso de la coagulación de un sistema coloidal.

Esta ley está deducida suponiendo que son muy pequeñas las partículas en suspensión en el medio, y el ampliarla al caso en que éstas son de mayor tamaño presenta un gran interés. Boutaric (6) supone que modificando alguna de las constantes que entran en la fórmula de un modo sencillo, ésta podrá ser válida. Cheneveau y Audubert (7), partiendo de resultados obtenidos para la absorción estudiando suspensiones en que varía el tamaño de los granos, calculan el valor del exponente a que viene elevada la longitud de onda en

la fórmula de Rayleigh y proponen modificarla bajo la forma

$$\frac{I_0 - I}{I_0} = 1 - e^{-k d \lambda^{-n}}$$

en que n , calculado en distintos casos, varía entre 4 y -1 , disminuyendo al aumentar el tamaño de las partículas. Distintos valores encontrados anteriormente por otros investigadores estaban comprendidos entre dichos límites (8). Más tarde, Boutaric y Vuillaume (9) llegan a análogos resultados operando con sales de sulfuro de arsénico.

Tyndall preparó atmósferas artificiales observando que al principio no se ve nada hasta que las partículas, aumentando de tamaño, llegan a hacerse visibles.

Hurion, operando con suspensiones muy finas de cloruro de plata, encontró que al aumentar el tiempo, la absorción de la luz es mayor, de acuerdo con las teorías anteriormente expuestas, puesto que los granos de cloruro de plata aumentan de tamaño con el tiempo.

Repitiendo esta experiencia Boutaric (10) encuentra que pasando más tiempo la absorción llega a disminuir, y explica esta disminución suponiendo que algunos de los granos mayores se depositen.

Nosotros, que hemos tratado de aplicar todas estas conclusiones para estudiar la marcha del ennegrecimiento en las placas fotográficas, hemos de hacer notar que en el caso de la formación de granos de plata por reducción del bromuro en las placas, en que no cabe admitir la disminución de plata reducida por separación, habría que explicar los fenómenos de solarización por variaciones en el tamaño de los granos. Al principio el ennegrecimiento va aumentando (como puede verse en la figura 1.^a); este aumento puede ser debido a que aumenta la plata reducida y además al aumento de tamaño en los granos; pero llega un momento en que el ennegrecimiento disminuye; esto podía explicarse suponiendo que para los granos gruesos el aumento de volumen origina una disminución en la absorción de la luz. Puede parecer paradójico este modo de razonar, pues en el caso de las partículas pe-

queñas con relación a la longitud de onda de la luz que atraviesa el medio, ya hemos visto que para una misma cantidad de materia dispersa, aumenta la absorción con el volumen, por ser mayor la cantidad de luz difundida; pero si

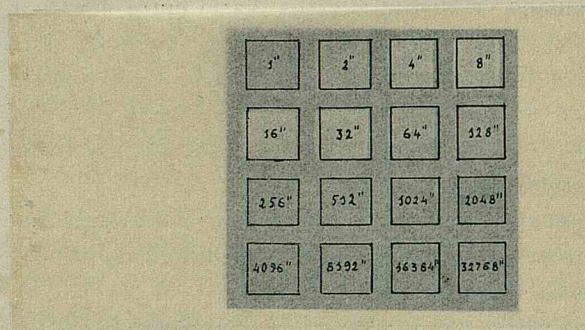


FIG. 1

Variación del ennegrecimiento con la exposición.

las partículas son grandes, es lógico que no suceda así: es el caso de un regimiento que para cubrir más frente despliega a sus compañías en guerrilla, porque desplegando cubre más. Un medio turbio, al aumentar el grado de dispersión absorbe más luz. La absorción debe ser proporcional al cuadrado de los diámetros de los granos.

No sucedería lo mismo si el aumento de volumen de las partículas se verificara sin modificarse su número, pues entonces indudablemente la opacidad será tanto mayor cuanto mayor sea el volumen de las mismas.

Absorción de la luz por los coloides. Absorción selectiva y coloración.—Como consecuencia de todo lo dicho la luz que atraviesa un coloide sufre una absorción selectiva que determina el color de la luz emergente, y de este modo puede explicarse la coloración de algunas suspensiones metálicas (11).

Siendo necesario definir la acción selectiva del medio independientemente de la composición cromática de la luz incidente, se recurre a determinar la curva de absorción para las distintas longitudes de onda del espectro visible.

Cualquiera que sea el tamaño de las partículas la ley de Lambert se cumple, lo mismo para la luz transmitida que para la luz difractada. Supongamos el medio descompuesto en capas normales a la dirección del haz de rayos incidentes e imaginemos cada partícula representada por una pequeña superficie pantalla de area igual a la intensidad de luz absorbida; en el caso de granos gruesos esta superficie puede ser la sección de dichos granos. La opacidad vendrá expresada por el cociente de la suma de las superficies de las pantallas a la superficie total, y la luz transmitida será una función determinada de la luz incidente e independiente de esta intensidad, y como esto sucede en cada capa, puesto que las partículas están colocadas al azar, al extenderlo a todas ellas se deduce inmediatamente dicha ley. (Figura 2.^a)

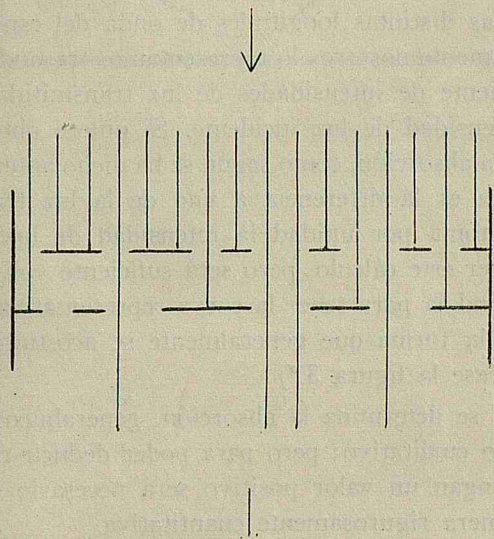


FIG. 2

Un razonamiento análogo hemos empleado para poder aplicar las fórmulas de Fotoquímica al caso de las placas fotográficas para deducir la ley del ennegrecimiento.

Esto nos da dos métodos paralelos para determinar la concentración de un coloide por medio del colorímetro y del nefelómetro para un tamaño de partículas determinado. Cheneveau y Audubert (12) emplean un nefelómetro con un comparador de cuña, demostrando que el desplazamiento es función lineal de la masa.

Intimamente relacionado con todo lo que aquí se cita, tienen los coloides importantes propiedades, como la de polarizar la luz que difractan, que por no entrar de lleno en nuestro objeto no podemos entretenernos en considerar. La parte de luz difundida por las partículas no tiene la misma intensidad en todas direcciones, pero tampoco vamos a insistir en ese punto.

Para definir con precisión el color de un coloide es necesario conocer la absorción por un espesor determinado para la luz de las distintas longitudes de onda del espectro visible. Gráficamente nosotros lo representamos trazando la curva correspondiente de intensidades de luz transmitida por unidad de intensidad de luz incidente. Si quiere obtenerse los valores de la absorción, como según se ha dicho anteriormente, la absorción es la diferencia a uno de la luz transmitida, cuando se toma por unidad la intensidad de luz incidente bastaba hacer este cálculo, pero será suficiente volver la gráfica invirtiéndola para tener la curva representativa de la absorción en la forma que generalmente se acostumbra a expresar. (Véase la figura 3.^a)

Cuando se determina la absorción, generalmente se hace de un modo cualitativo; pero para poder deducir consecuencias que tengan un valor positivo será necesario efectuarlo de una manera rigurosamente cuantitativa.

Método colorimétrico

Descripción de los medios empleados.—Para hacer medidas cuantitativas de absorción

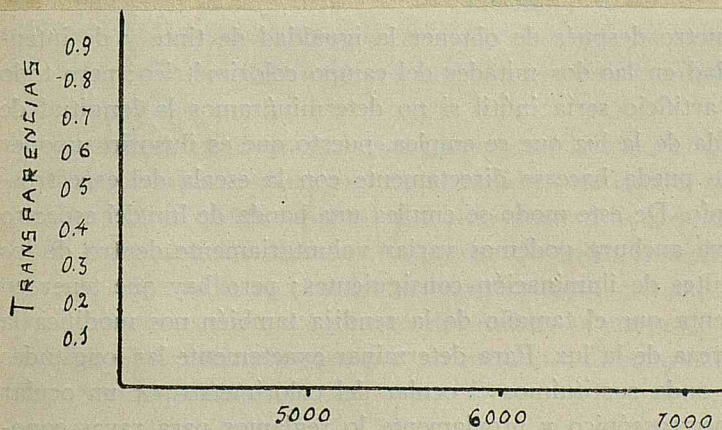
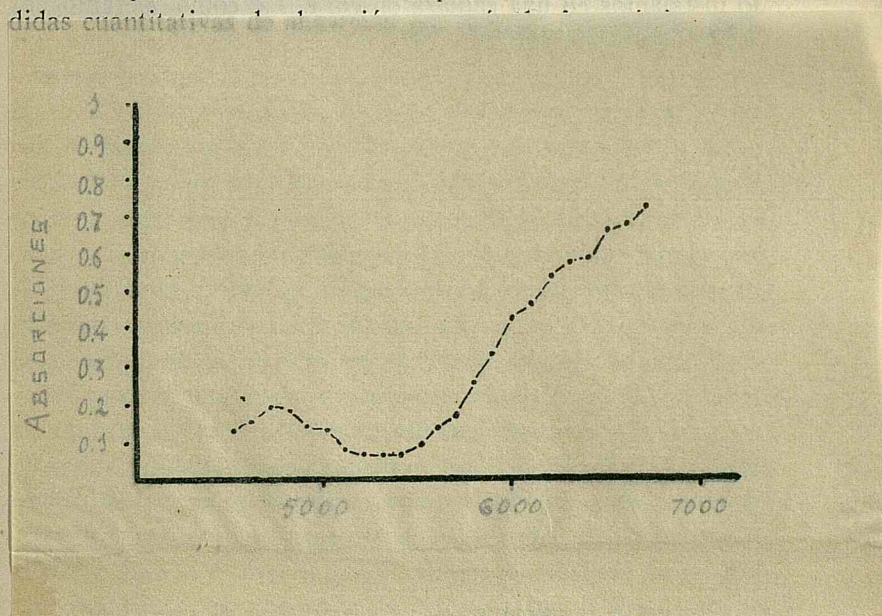


FIG. 3

las distintas longitudes de onda del espectro visible, se emplean los espectrocolorímetros. Para los trabajos que hemos

realizado dispusimos el espectrocolorímetro del modo siguiente: Acoplamos un espectroscopio Hilger con un colorímetro Duboscq, y para evitar la influencia de luz parásita lo instalamos en una cámara oscura. Tal como operamos los resultados obtenidos eran buenos; pero debemos advertir que el manejo de un aparato de esta naturaleza requiere una técnica bastante escrupulosa. Como la imagen obtenida de la rendija del espectroscopio se obtiene vertical, y para la iluminación del colorímetro precisa que sea horizontal, pues el colorímetro no podemos echarlo, hemos tenido que tumbar el espectroscopio buscándole un soporte adecuado. La imagen de rendija ha de tener longitud suficiente para iluminar a la vez y por igual las dos cubetas del colorímetro, y por esto no podemos colocar el espejo de éste en el foco donde se pinta la imagen, sino que hemos de contentarnos iluminándolo en un punto suficientemente alejado del foco para que la apertura numérica del haz luminoso alcance el objeto deseado. Además, para que las medidas colorimétricas de este modo efectuadas sean rigurosas, es necesario operar con luz paralela, cosa fácil de conseguir.

En estas condiciones es necesario fijar el espejo del colorímetro después de obtener la igualdad de tinte y de intensidad en las dos mitades del campo colorimétrico; pero todo el artificio sería inútil si no determináramos la longitud de onda de la luz que se emplea, puesto que es ilusorio suponer que pueda hacerse directamente con la escala del espectroscopio. De este modo se emplea una banda de luz del espectro cuya anchura podemos variar voluntariamente dentro de los límites de iluminación consiguientes; pero hay que tener en cuenta que el tamaño de la rendija también nos modifica la pureza de la luz. Para determinar exactamente las longitudes de onda sustituimos el ocular del colorímetro por un ocular espectroscópico y previamente lo reglamos para rayas conocidas, ya mediante espectros de emisión de sustancias químicas, filtros o sencillamente las rayas de Fraunhofer del espectro solar.

Operando de este modo se pueden obtener solamente va-

lores relativos de la absorción, y para determinar esta magnitud será necesario un elemento de referencia. Hemos intentado el empleo de luz polarizada, pero hemos tenido que proceder con suma cautela. Mediante el empleo de un patrón de opacidad previamente determinada con un fotómetro absoluto para la longitud de onda igual a la de la raya verde del espectro de emisión del mercurio, hemos podido conseguirlo utilizando el siguiente artificio: Intercalamos en una de las ramas del colorímetro un sistema de dos nicoles e igualamos la intensidad para cada longitud de onda, modificando el espesor en la otra rama con un líquido absorbente cualquiera; después interponemos en ésta el patrón de opacidad conocida y debilitamos la luz girando uno de los nicoles hasta igualar las intensidades operando con luz de la longitud de onda para la cual el patrón está valorado. Una vez hecho esto es suficiente sin tocar los nicoles compensar la absorción del patrón para cada longitud de onda con distintos espesores del líquido, con lo cual determinamos la curva de absorción selectiva de éste que nos sirve de término de comparación. Con el empleo de un líquido ópticamente neutro la práctica se simplifica notablemente. Siguiendo las indicaciones de Ostwald (13) hemos empleado en algunos casos una suspensión de leche muy diluída que aproximadamente presenta esta propiedad.

El método más sencillo para determinar la absorción selectiva nos pareció el empleo de un espectrofotómetro compensador en el que se haya determinado la curva de absorción de la cuña para las distintas longitudes de onda. Hemos intentado efectuarlo acoplado un espectroscopio con un microfotómetro; pero no pudiendo determinar la curva de absorción de la cuña más que por un método indirecto, hemos desistido de utilizarlo.

Cálculo e interpretación de los valores obtenidos.—Utilizando el método colorimétrico, tal como nosotros hemos operado la determinación de la intensidad de luz atravesada para un espesor unidad se calcula fácilmente. Sea A el valor de

la transparencia en la cubeta en que se mantiene el espesor constante; tendremos:

$$\log \frac{I}{I_0} = \frac{\log A}{d}$$

puesto que:

$$\frac{I}{I_0} = 10^{-ad} \quad \text{y} \quad a = - \frac{\log A}{d}$$

pues siendo:

$$A = 10^{-a} \quad \log A = -ad$$

Para variar la opacidad en la cubeta de comparación es suficiente modificar el espesor.

El deseo de dejar registradas nuestras medidas y poder continuarlas más allá del espectro visible en la región del ultravioleta nos ha llevado al estudio de los métodos fotográficos de espectrofotometría, cuya aplicación exige cuidados especiales.

Los métodos fotográficos no son los más adecuados para el estudio fotométrico en la región visible; pero tienen la ventaja de dejar impresionada la placa simultáneamente para todas las longitudes de onda. Para que sean aplicables a toda la región visible se requiere el empleo de placas ortocromatizadas. Ultimamente hemos encontrado un sencillo método de ortocromatización, que consideramos adecuado para este empleo.

Método fotográfico

Acción de la luz sobre la placa fotográfica

Vamos a considerar, aunque sea brevemente, con objeto de aplicar sus consecuencias a la espectrofotometría fotográfica, la acción producida por la luz sobre la placa fotográfica, sin entrar en detalles sobre la influencia que puedan tener las circunstancias, puesto que suponemos se efectúa en igualdad de condiciones, a no ser para deducir cuáles sean las más adecuadas. Verdaderamente atrevido es el tocar un asunto tan vasto y tan complejo y que ha dado lugar a tantos y tantos trabajos; pero nosotros nos limitaremos a señalar aquellos puntos que por su conexión sean necesarios a nuestro objeto.

Prescindiendo desde luego de las múltiples teorías ideadas para explicar los procesos que se verifican en la placa al ser impresionada por la luz (14) con que pretende aclararse cuál sea el mecanismo químico, físico o químico-físico que origina la formación de la imagen latente, nos circunscribiremos a estudiar las variaciones que por acción de la luz, suponiendo desde luego idénticas todas las condiciones, se introducen en el ennegrecimiento de las placas. Esto nos servirá para poder deducir las leyes que nos han de servir como fundamento en las determinaciones fotométricas y la forma en que hemos de operar para alcanzar la mayor precisión posible. La experiencia nos señalará los límites dentro de los cuales las leyes así deducidas sean aplicables. Desde luego solamente podremos admitir como una primera aproximación los valores de este modo deducidos, y para obtener medidas más aproximadas será necesario estudiar de un modo gráfico en cada caso particular la marcha del ennegrecimiento.

La fórmula de Harter y Drieffield, que da el ennegrecimiento en función de la cantidad de luz que ilumina la placa fotográfica es únicamente aplicable entre ciertos límites muy

reducidos, esto es en lo que abarca la llamada exposición correcta; pero no se cumple en la región de sobre-exposición ni en la de sub-exposición.

En la región de sub-exposición se puede aplicar la fórmula $E = K i t$, en la que K es una constante. Llámase región de exposición correcta aquella en que la ley de Harter y Drieffield es aplicable, es decir, en que se puede considerar al ennegrecimiento proporcional a la cantidad de luz. En la región de sobre-exposición el ennegrecimiento aumenta más lentamente antes de que lleguen a manifestarse los fenómenos de solarización.

Nosotros hemos creído que una expresión de la forma

$$D = D_{\infty} + (D_0 - D_{\infty}) e^{-IKt}$$

sería aceptable, por cuyo motivo hemos ensayado su aplicación; mas como somos enemigos del empirismo, vamos a exponer el fundamento de tal suposición, procurando no caer en el formulismo matemático.

Para no complicar el cálculo y seguir mejor los razonamientos, supondremos se cumplen algunas condiciones que, aunque en rigor no podamos afirmar verificarse, en realidad nos simplifiquen la comprensión del fenómeno, sin introducirnos causas de error y nos permitan deducir leyes que podamos admitir se cumplen entre ciertos límites fáciles de definir.

Es indudable que por la acción de la luz sobre la placa fotográfica se produce una modificación. Cualquiera que sea esta modificación vamos a suponer que el número de partículas modificadas es proporcional a la intensidad de luz incidente que ha producido el fenómeno. Llamamos partículas a las partes elementales que sufran esta modificación, prescindiendo de si en realidad son moléculas, cristales, micelas, etc., y que en último término podemos considerar como elementos de superficie.

El efecto producido por la luz no podrá ser el mismo en un momento cualquiera, sino que de acuerdo con las leyes fotoquímicas deberá variar con el tiempo con arreglo a la ley de las masas,

Supongamos que en la unidad de superficie de la placa sensible existen m de estas partículas capaces de modificarse, de las cuales dn se modifican por la acción de la luz, cuya intensidad representamos por I en un tiempo dt . Podemos escribir

$$dn = IK (m - n) dt$$

en que K es una constante.

Para obtener el número de partículas modificadas en el tiempo t será suficiente integrar de 0 a t , y tendremos:

$$n = m - (m - a) e^{-IKt}$$

siendo a el valor de n para $t = 0$, que representa el velo.

Acción del revelador.—Por la acción del revelador las partículas modificadas por la luz sufren una reducción, y de un modo análogo podremos suponer que el número de partículas dp , que son reducidas a plata metálica en el tiempo de revelado dt' , viene dado por la expresión $dp = K' (n - p) dt'$ y llamando para $t' = 0$, $p = b$, integrando entre 0 y t' tendremos:

$$p = n - (n - b) e^{-K't'} = m - (m - a) e^{-IKt} - \\ (m - (m - a) e^{-IKt} - b) e^{-K't'}$$

Pero podemos suponer, por el contrario, que el revelador viene a continuar la acción de la luz reduciendo las partículas que no lo han sido durante la exposición. Entonces se tiene:

$$dp = k (m - p) dt'$$

siendo para $t' = 0$;

$$p = m - (m - a) e^{-IKt}$$

y por tanto

$$p = \int_0^{t'} k (m - p) dt' = m - (m - n) e^{-kt'} = m - \\ (m - m + (m - a) e^{-IKt}) e^{-kt'} = m - (m - a) e^{-(IKt + kt')}$$

Según la teoría de los gérmenes, por la acción del revelador se deposita plata metálica sobre aquellos puntos donde hay gérmenes, es decir, donde la luz ha actuado, viniendo a engrosarlos, pero sin variar su número; por consiguiente $p = n$.

Como caso general podemos suponer que el revelador actúa sobre las partículas modificadas por la luz y además sobre aquellas que no lo han sido, y para darle expresión matemática considerar que el revelador actúa proporcionalmente a las modificadas, a la vez que su número varía por la acción del revelador, como si éste continuara la acción de la luz, y entonces

$$dp = K' (n - p) dt'$$

siendo

$$n = m - (m - a) e^{-(Kt + kt')}$$

es decir:

$$dp = K' (m - (m - a) e^{-IKt} \cdot e^{-kt'} - p) dt'$$

o sea:

$$\frac{dp}{dt'} + K'p = K' (m - (m - a) e^{-IKt} \cdot e^{-kt'})$$

que integrando (16), se tiene;

$$\begin{aligned} p &= e^{-K't'} \left[\int K' (m - (m - a) e^{-IKt} \cdot e^{-kt'}) e^{K't'} dt' + c \right] \\ &= e^{-K't'} \left[\int K' m e^{K't'} dt' - \int K' (m - a) e^{-IKt} \cdot e^{-kt'} \cdot e^{K't'} dt' + c \right] \\ &= e^{-K't'} \left[m e^{K't'} - K' (m - a) e^{-IKt} \frac{e^{(K' - k) t'}}{K' - k} + c \right] \\ &= m - K' (m - a) e^{-IKt} \frac{e^{-kt'}}{K' - k} + c e^{-K't'} \end{aligned}$$

para $t' = 0$,

$$p = m - (m - a) e^{-IKt}$$

que identificado con

$$p = m - \frac{K'}{K' - k} (m - a) e^{-IKt} + c$$

se tiene:

$$c = - \frac{k}{K' - k} (m - a) e^{-IKt}$$

y por tanto

$$\begin{aligned} \left[p \right]_0^{t'} &= m - K' (m - a) e^{-IKt} \frac{e^{-kt'}}{K' - k} \\ &\quad - k (m - a) e^{-IKt} \frac{e^{-K't'}}{K' - k} \\ &= m - (m - a) e^{-IKt} \frac{K' e^{-kt'} + k e^{-K't'}}{K' - k} \end{aligned}$$

Expresión que para $t = 0$ toma la forma:

$$p_0 = m - (m - a) \frac{K' e^{-kt'} + k e^{-K't'}}{K' - k}$$

y para $t \rightarrow \infty$

$$p_\infty = m$$

Y por tanto se puede poner:

$$p = p_\infty + (p_0 - p_\infty) e^{-IKt}$$

Si como una primera aproximación admitimos que:

$$\frac{I_0 - I}{I_0} = \frac{p}{P}$$

en que P es la plata depositada para una exposición suficientemente larga. Tendremos:

$$\frac{I_0 - I}{I_0} = \Omega - \Omega_\infty + (\Omega_0 - \Omega_\infty) e^{-IKt}$$

y como el ennegrecimiento:

$$E = \log \frac{I_0}{I} = \log \frac{1}{1 - \Omega} = - \log (1 - \Omega)$$

se tiene:

$$\begin{aligned} E &= - \log [1 - \Omega_\infty - (\Omega_0 - \Omega_\infty) e^{-IKt}] \\ &= - \log [D_\infty + (D_0 - D_\infty) e^{-IKt}] \end{aligned}$$

La intensidad de la luz sobre la placa vendrá dada por la fórmula:

$$I_0 = \frac{1}{Kt} \log \frac{\Omega_\infty - \Omega_0}{\Omega_\infty - \Omega}$$

La absorción, por tanto, será:

$$\frac{I_0 - I}{I_0} = 1 - \frac{\log \frac{\Omega_\infty - \Omega_0}{\Omega_\infty - \Omega'}}{\log \frac{\Omega_\infty - \Omega_0}{\Omega_\infty - \Omega}}$$

de cuya expresión se deduce que para determinar la absorción por este procedimiento hemos de determinar solamente dos constantes dependientes de la placa y la marcha del revelado para cada caso particular, puesto que la constante K de velocidad no influye en las medidas de absorción.

Hemos intentado hallar directamente el valor de estas constantes. Para Ω_0 es suficiente medir la opacidad en una parte de la placa no expuesta a la acción de la luz; pero para la constante Ω_∞ exponiendo una pequeña región de la placa a la acción de la luz un tiempo suficientemente largo para poder suponer la exposición infinitamente grande, los fenómenos de solarización se manifiestan y se traspasa el límite en que es válida esta ley, por cuyo motivo lo que se puede hacer es determinarla aproximadamente midiendo el máximo ennegrecimiento exponiéndola un tiempo grande, interponiendo una cuña ennegrecida.

No obstante, el problema presenta solución, pues haciendo tres observaciones comprendidas entre límites más reducidos en que esta ley sea aplicable, podemos determinar estas constantes, puesto que estando ligadas por ecuaciones de la forma

$$\Omega = \Omega_\infty (1 - e^{-Kt}) + \Omega_0 e^{-Kt}$$

el sistema formado con tres de estas ecuaciones está determinado.

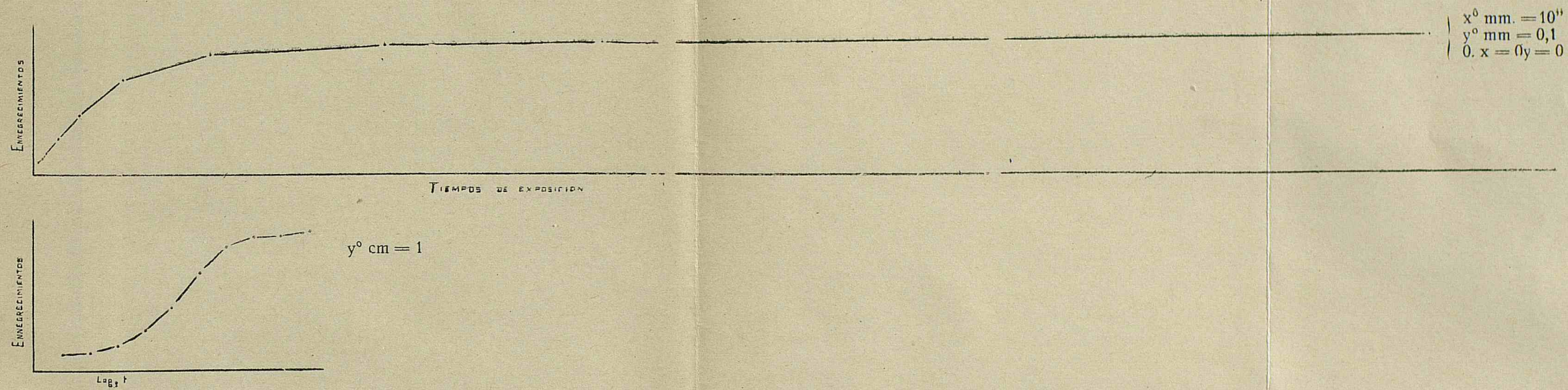


FIG. 4

Variaciones del ennegrecimiento con el tiempo de exposición.

Opacidad de las placas fotográficas

Cuando sobre una placa fotográfica ha actuado la luz durante un cierto tiempo y después de revelada y fijada medimos su opacidad, podemos deducir la intensidad de la luz incidente; pero para ello nos es preciso conocer de antemano las leyes que ligan estas variables con el ennegrecimiento de las placas.

Cuando se quiere conocer la sensibilidad y cualidades de una clase de placas se halla la llamada curva característica. Para ello se hace una serie de ensayos impresionando sobre una placa distintas regiones, variando ya la iluminación, ya la exposición, determinando después con un sensitómetro el ennegrecimiento de la placa en cada una de las regiones después de haberla revelado y fijado en las condiciones que se quiere estudiar. Para constituir la curva característica se toman como abscisas los logaritmos de las intensidades de luz o de los tiempos de exposición, según se impresionen placas con exposiciones constantes o sin variar la iluminación, y como ordenadas los ennegrecimientos correspondientes.

En la curva característica se distinguen tres regiones: la de sub-exposición, en la que los ennegrecimientos varían proporcionalmente a la cantidad de luz; la de exposición correcta, en la que son proporcionales a los logaritmos, y la de sobre-exposición, en que ya no existe esa proporcionalidad por ser más pequeños los incrementos; si se prolongan excesivamente las exposiciones se manifiesta el fenómeno de la inversión. Se fabrican placas en que estas variaciones aparecen exaltadas (Intensive), o atenuadas (Hydra).

La ley de Hurter y Drieffield se aplica a la región de exposición correcta y se expresa en la fórmula

$$E = \gamma (\log It - \log i)$$

en que E es el ennegrecimiento, i una constante que depende de la placa y recibe el nombre de inercia, y γ depende del revelado. Se llama sensibilidad a la inversa de la inercia. Hay que tener en cuenta que la sensibilidad de este modo definida

es función del número que se tome como base de logaritmos, pero acostumbra a tomarse logaritmos vulgares. En la gráfica se ve la marcha del ennegrecimiento con la cantidad de luz.

Datos experimentales.—Exponemos una placa fotográfica en el chasis del espectroscopio e impresionamos diez espectros continuos, empleando como foco luminoso una bom-

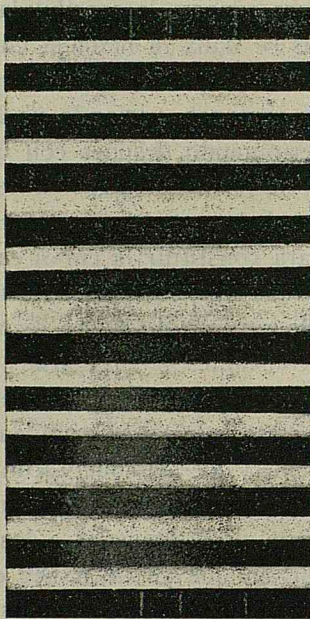


FIG. 5

Variaciones del ennegrecimiento con la cantidad de luz.

billa de filamento metálico, y en la parte superior e inferior de la placa, para poder determinar la longitud de onda y precisar la posición en el microfotómetro, dos espectros discontinuos obtenidos con la lámpara de mercurio.

Los diez espectros están obtenidos en condiciones análogas, variando únicamente el tiempo de exposición, que en cada uno de ellos es doble que en el anterior, empezando en 5".

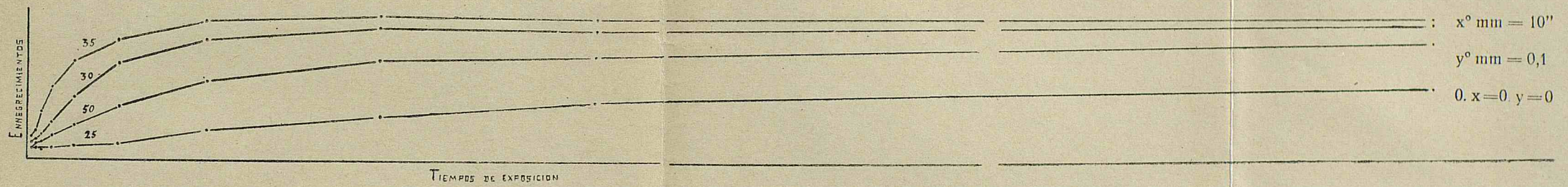


Fig. 6^a.

Fig. 6

Variaciones del ennegrecimiento con la cantidad de luz.

Por medio del microfotómetro determinamos después el ennegrecimiento en distintos puntos de estos espectros de cinco en cinco milímetros, repitiendo las determinaciones para hallar las medias de los resultados obtenidos, cuyos números aparecen en el siguiente cuadro :

Densidades medidas con el microfotómetro

E S C A L A										
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
1	0'25	0'30	0'44	0'33	0'28	0'27	0'26	0'25	0'25	0'24
2	0'23	0'34	0'63	0'47	0'34	0'29	0'26	0'25	0'26	0'26
3	0'20	0'45	0'90	0'67	0'45	0'31	0'28	0'24	0'23	0'27
4	0'26	0'70	1'31	1'11	0'76	0'40	0'32	0'27	0'27	0'27
5	0'27	1'13	1'83	1'56	1'11	0'63	0'37	0'27	0'25	0'27
6	0'33	1'76	2'21	1'97	1'51	0'99	0'53	0'33	0'30	0'28
7	0'57	2'24	2'55	2'35	1'97	1'48	0'91	0'47	0'32	0'29
8	0'82	2'41	2'66	2'56	2'30	1'89	1'28	0'70	0'41	0'32
9	1'11	2'49	2'66	2'56	2'33	1'90	1'46	0'87	0'46	0'33
10	1'36	2'57	2'64	2'54	2'43	2'20	1'80	1'14	0'63	0'34

Resultados obtenidos.—Con los datos numéricos contenidos en el cuadro anterior hemos construído las gráficas correspondientes que, como se ve en la figura 6.^a, señalan muy bien la marcha del fenómeno. Sería interesante estudiar, así como puede afirmarse que para las radiaciones de distinta longitud de onda cuyas intensidades fotoquímicas son iguales, los ennegrecimientos en las regiones de sub-exposición, exposición correcta y sobre-exposición también lo son, si el máximo ennegrecimiento obtenido es independiente o está ligado a la longitud de onda, pues de aquí podían deducirse

consecuencias que vinieran a aclararnos el fenómeno de la solarización y que además podían en algún caso servir para determinar de una manera experimental la constante de ennegrecimiento para una gran exposición, que aparece en la fórmula que hemos obtenido; pero como las medidas fotométricas que efectuamos las hacemos por el método de la escala de comparación, no nos detenemos en este punto. Tampoco nos entretendremos en considerar el efecto que puedan producir el revelado o la calidad de las placas, puesto que tanto el velo como la inercia, que son las magnitudes que nos dan idea de su acción, permanecen constantes en las determinaciones que nosotros efectuamos.

Hemos, por consiguiente, deducido, aplicando las leyes de la fotoquímica y partiendo de un sencillo concepto de opacidad, una fórmula que nos da el ennegrecimiento de la placa fotográfica en función del tiempo de exposición. Análogamente se deduce, suponiendo variable la intensidad de la luz. Esta fórmula, que nos da valores perfectamente admisibles como primera aproximación, nos permite interpretar las regiones llamadas de exposición correcta y sub-exposición y una buena parte de la región de sobre-exposición de la curva característica de las placas; pero tratándose de exposiciones excesivamente grandes que lleguen a manifestarse los fenómenos de solarización, no podemos aplicarla. Probablemente tampoco podrá aplicarse cuando la cantidad de luz incidente sea tan pequeña que se destaquen los fenómenos de inducción fotoquímica, caso que no se da en la práctica.

Nosotros creemos que mediante la teoría de los gérmenes podía modificarse de tal modo que se cumpliera hasta el caso de llegar a obtener la total inversión; pero a la teoría de los gérmenes no se le ha dado expresión matemática. Además hay que tener en cuenta que manifestándose los fenómenos de solarización como periódicos, su interpretación resultaría bastante complicada.

Espectro-fotometría fotográfica

La intensidad de una radiación puede ser determinada por sus efectos luminosos, fotoquímicos o caloríficos. Si se trata de una radiación simple las intensidades así definidas varían proporcionalmente (17).

El método fotográfico encuentra adecuada aplicación en las determinaciones fotométricas que se efectúan con radiaciones de la región ultravioleta del espectro que impresionan fácilmente la placa fotográfica, y que por no ser perceptibles para el ojo nos imposibilitan para seguir los métodos ordinarios; pero también puede emplearse en la región visible y hasta en algunas zonas del infra-rojo, sensibilizando convenientemente para estas radiaciones las placas que se emplean para este objeto.

Fundamento.—Haciendo incidir durante un cierto tiempo sobre una placa fotográfica un haz de rayos que forme con ésta un ángulo conocido, podemos deducir el valor de la intensidad fotoquímica de este haz estudiando su acción sobre la placa fotográfica después de revelada y fijada (Fotometría fotográfica).

Cuando se necesita hacer la medida para las distintas longitudes de onda se emplea un espectroscopio que impresiona en un solo espectro las bandas correspondientes a las distintas radiaciones (Espectrofotometría).

Para estudiar la acción fotoquímica de la luz sobre las placas se mide el ennegrecimiento o densidad de las mismas, es decir, el logaritmo vulgar de su opacidad; entendiéndose por tal la relación de la intensidad de luz incidente a la de luz emergente.

Para medir el ennegrecimiento se emplea un fotómetro comparador en el que se compensa la absorción de luz producida por la placa fotográfica interpuesta en el trayecto de un haz de luz monocromática procedente de un foco luminoso con la de una cuña ennegrecida, cuya densidad está previamente determinada por otro procedimiento fotométrico para

la longitud de onda de la luz con que se hace la medida. Cada medida se hace con el microfotómetro sobre una superficie poco extensa de la placa.

Para deducir el ennegrecimiento producido en la placa, la intensidad de la radiación incidente, será necesario conocer la relación de dependencia entre estas magnitudes, y como los procesos que se verifican no son suficientemente conocidos y las leyes que se aplican no son suficientemente aproximadas, no será lícito su empleo para el cálculo en operaciones que requieran efectuarse con cierta escrupulosidad.

Por consiguiente, el empleo de métodos fotográficos para realizar medidas fotométricas exige que se proceda en condiciones de exactitud tales que nos garanticen la validez de las deducciones, orillando todas las dificultades que puedan presentarse debidas a causas cuya acción no podamos definir con precisión por leyes conocidas. Y por esto solamente podremos por este medio, en igualdad de condiciones, deducir de la igualdad de acción fotoquímica la igualdad de intensidad, y para definir la suma tendremos que recurrir a estudiar en cada caso particular las variaciones que se introducen en las observaciones al modificar la intensidad del haz incidente.

Siendo muy complejos los procesos químicos que se verifican en las placas fotográficas por la acción de la luz, las determinaciones cuantitativas de intensidades luminosas por métodos fotográficos presentan muchas dificultades, porque se exige verificar medidas comparativas en idénticas condiciones, y el número de circunstancias que modifica los resultados es grande, puesto que influye de una manera notable la calidad de las placas, tiempo de exposición, ángulo de iluminación, acción del revelador, etc. Muchos son los trabajos efectuados con objeto de precisar las condiciones operatorias que nos garanticen el rigor necesario en esta clase de medidas, a algunos de los cuales aquí haremos referencia.

Por los métodos fotográficos no podemos determinar la intensidad de una radiación más que por comparación con otra de intensidad conocida.

Como nosotros no nos proponemos más que determinar transparencias, se nos simplifica el problema, puesto que podemos prescindir del empleo de una lámpara patrón, pues para medir la transparencia no es necesario conocer una intensidad, sino una relación de intensidades independientemente de los valores absolutos.

Vamos primero a tratar de la manera de obtener las fotografías en disposición de poder compararlas, exponiendo después la manera de proceder al estudio fotométrico de las mismas.

Obtención de fotografías. Foco luminoso.

Empleamos un espectroscopio iluminado por una bombilla de filamento metálico que nos da un espectro continuo.

La iluminación de este modo presenta el inconveniente de ser irregular, debido a los filamentos de la lámpara, y por este motivo colocamos delante de la rendija del espectroscopio un vidrio deslustrado, cuya opacidad no es muy grande, para evitar que se pierda mucha luz por absorción, pero lo suficiente para obtener un campo uniformemente iluminado. Esto tiene la dificultad de que por causa de las granulaciones del vidrio, cuando la rendija es estrecha, aparecen irregularidades en el espectro, y para evitarlo, a pesar de emplear un vidrio deslustrado de grano muy fino que nosotros nos hemos preparado, tomamos la precaución durante la exposición de moverlo ligeramente, por creer que de esta manera evitamos este defecto, sin introducir nuevos errores.

Para extender las observaciones por toda la región ultravioleta del espectro se puede hacer empleando el espectroscopio de prismas de cuarzo; pero no puede utilizarse una bombilla como foco luminoso ni para obtener la uniformidad en el espectro interponer un vidrio deslustrado. Para conseguir cómodamente un espectro continuo, se recurre al empleo de un arco de aluminio en agua (19). Todas las lentes deberán ser de cuarzo, y para evitar irregularidades en la

iluminación en el centraje, si se carece de un banco óptico, se puede interponer delante de la rendija una lámina de cuarzo deslustrada.

Impresión de la placa.—Después de varios tanteos metódicos llegamos a precisar las condiciones de tiempo y exposición convenientes, que debe ser por lo menos de un minuto, para dar lugar a que se compensen los errores que puedan influir por causa de las fluctuaciones de iluminación en la placa. Debido a las oscilaciones del potencial de la corriente eléctrica la intensidad luminosa de la lámpara varía constantemente y hemos intercalado en serie una resistencia de 16 ohmios con otra lámpara en derivación, que nos permite regularla a la vista de un voltímetro.

Como se trata de medidas comparativas, no es necesario utilizar placas antihalo, si bien será conveniente su empleo para evitar defectos en los espectrogramas, debidos a las irregularidades de la placa. La influencia que pueda tener el astigmatismo, debida a los rayos que no atraviesan el prisma según la dirección de mínima desviación, no puede inducirnos a error si las medidas fotométricas de las placas se hacen a la misma distancia de los bordes del espectro. Se emplean placas planas, que se colocan enfocando el espectro visible con vidrio deslustrado (20).

Revelado.—El revelado de los espectros que han de compararse hay que hacerlo en las mismas condiciones. Conocida es la influencia del tiempo, temperatura, composición química y estado del revelador en el ennegrecimiento de la placa, por lo que es lo más conveniente no sólo verificar a la vez el revelado, sino además, a ser posible, haber impresionado los espectros juntos sobre una misma placa. Naturalmente se procurará no llevar de prisa el revelado para evitar muchos defectos, debidos a la desigualdad de acción del revelador sobre las distintas partes de la placa, para lo cual es suficiente agregar unas gotas de disolución de bromuro potásico, o como propone Maldiney (21), un poco de sacarosa, o más sencillamente emplearlo suficientemente diluído,

No todas las placas presentan la capa de emulsión uniformemente sensible, lo cual es una causa de error no despreciable en estos trabajos (22). Para evitarlo en lo posible se intercalan los espectros para medir con los de la escala de comparación, puesto que en puntos próximos de una misma placa este error es de menos importancia.

Una nueva complicación se presenta y es la inestabilidad de la imagen latente, por cuyo motivo no deberá revelarse la placa inmediatamente después de impresionada para evitar errores groseros, y si se quiere efectuar medidas en distintas épocas, como nosotros hemos tenido que hacerlo para seguir la evolución de los coloides de oro con el tiempo, habrá que emplear una placa para cada observación con una escala de matices distinta.

Medida del ennegrecimiento. Microfotómetro.

Para determinar el ennegrecimiento en las distintas partes de las placas que hemos de estudiar no es suficiente el empleo de un sensitómetro, porque necesitamos operar con un aumento suficientemente grande para poder extender las medidas a zonas muy pequeñas y se emplea un microfotómetro. La luz procedente de un foco luminoso se bifurca, siendo interceptada de una parte por la placa que se quiere estudiar (que se sitúa sobre una plataforma de modo que su posición quede determinada), y de otra parte por una cuña móvil, cuya ley de opacidad es conocida, leyendo el desplazamiento en una escala. Por medio de un doble prisma ambos haces se reúnen atravesando juntos la óptica de un microscopio y aparece el campo dividido en dos partes, cuya intensidad se iguala deslizando la cuña compensadora.

El modelo que nosotros empleamos es el de Fabry y Bouisson (23) y (24), que tiene la ventaja de dar un campo con suficiente aumento sin que las granulaciones de la placa nos dificulten las medidas fotométricas.

Para poder compensar la absorción de luz producida por la placa empleamos una cuña de vidrio ennegrecido, que tiene la ventaja sobre los compensadores obtenidos por métodos fotográficos de que no hay que hallar la curva de opacidad de la cuña por venir dada directamente por la ley de Lambert, siendo, por tanto, suficiente hacerlo para dos puntos distintos para reglar el aparato, lo cual hacemos empleando un patrón de vidrio ennegrecido de opacidad previamente determinada con un fotómetro de polarización (25).

En las medidas que efectuamos utilizamos siempre luz monocromática de la misma longitud de onda con que está determinada la opacidad del patrón, si bien esta precaución será necesaria en las determinaciones de sensitometría y no en las de transparencia, en cuyos valores no influyen los valores absolutos de las opacidades a medir, pero nos garantiza la constante uniformidad de la composición cromática de la luz, con lo que quedamos a salvo de los errores que, debido a contingentes variaciones del foco luminoso, pudieran producirse en el curso de las medidas.

Para valores del ennegrecimiento mayores de dos, colocamos delante de la cuña un patrón de densidad conocida, puesto que la densidad es una propiedad aditiva. Para evitar que en las medidas de pequeñas opacidades moleste a la vista la excesiva luz que atraviesa la placa, se debilita la intensidad del foco luminoso con una pantalla.

Método de la escala de matices.—Como ya hemos indicado anteriormente, la fotometría fotográfica solamente nos permite efectuar medidas comparativas, y como para proceder con rigor en esta clase de determinaciones es necesario (26) operar con fotografías obtenidas en tiempos iguales de exposición y hay que proceder en idénticas condiciones, y como esta identidad es difícil de conseguir por la complejidad de los fenómenos fotográficos, será necesario tener en cada caso particular un elemento de comparación adecuado, o lo que viene a ser lo mismo, definir la marcha del ennegrecimiento, que es en último término la magnitud por nosotros medida. Hemos estudiado la manera de conseguirlo y he-

mos deducido que mientras no se llegue en la exposición a un límite de tiempo, que sería excesivo por manifestarse los fenómenos de solarización en la placa, será suficiente determinar tres opacidades en cada una de ellas para entre ciertos límites definir la ley del ennegrecimiento; pero para obtener mejores resultados será preferible hacer todas las fotografías posibles y más cómodo para calcularlo, hacerlo gráficamente, construyendo para cada longitud de onda la curva característica de la placa e interpolar.

Debilitación de la luz.—Habiendo de verificarse las medidas fotométricas sobre imágenes obtenidas en la placa fotográfica en idénticas condiciones y con la misma intensidad de luz para que podamos inferir válidas consecuencias, será necesario reducir la intensidad del haz incidente hasta conseguir un ennegrecimiento igual al producido en la placa por el haz cuya intensidad queremos determinar, o por lo menos que podamos hacer una interpolación entre dos términos de una serie de comparación que nos permita de este modo calcularla con suficiente aproximación.

La debilitación de la luz en una proporción conocida que a primera vista podrá parecer sencilla, más presenta serias dificultades si ha de verificarse rigurosamente.

El ennegrecimiento producido en una placa fotográfica es función de la cantidad de luz que incide sobre dicha placa. Para estudiar la ley del ennegrecimiento se hace variar éste modificando ya el tiempo de exposición, ya la intensidad.

Método del sector giratorio.—Una manera muy cómoda de modificar la cantidad de luz que incide sobre la placa durante un cierto tiempo en una proporción conocida es el empleo de un sector giratorio análogo a los empleados para obtener en la proyección de cintas cinematográficas, lo cual en último término es lo mismo que disminuir el tiempo de exposición. Este método tiene el grave inconveniente de que la repartición del tiempo de exposición influye en el efecto fotoquímico, según Bouasse ha hecho notar (27), demostrando que el ennegrecimiento producido en una placa foto-

gráfica durante un cierto tiempo de exposición a la luz no es el mismo si la exposición se hace sin interrupción o con intermitencias, es decir, que para una duración total idéntica no es indiferente hacer una exposición única o una sucesión de cortas exposiciones. Por consiguiente, tendremos que desistir de emplearlo mientras no se conozca la influencia introducida al hacer una serie de interrupciones (28).

Variación del tiempo de exposición.—Salvando, pues, el error que al verificarse por intervalos la exposición pueda introducirnos el empleo de un sector giratorio, se puede sencillamente variar el tiempo de exposición. Parece cosa natural que el tiempo de exposición a la luz tenga una influencia sobre el ennegrecimiento de la placa análoga a la de la intensidad y que, por tanto, sea equivalente doblar la intensidad que duplicar el tiempo de exposición, cosa ésta fácil de efectuar y que, por tanto, de esta manera el problema quedaba resuelto. Pero malogrando esta suposición el fenómeno carece de la pretendida sencillez, pues la ley de reciprocidad es inexacta. No por eso hemos de desistir de emplear un método tan cómodo de reducción, puesto que si se tiene una ley que relacione estas magnitudes, podemos hacer las correcciones necesarias. Schwarzschild dió una fórmula que liga para igual ennegrecimiento la intensidad con el tiempo de exposición, que se cumple entre ciertos límites en que entra como exponente una constante variable para cada clase de placas. V. Henry, basándose en esta ley, da un método (29) que todavía se emplea, que consiste en obtener una escala de comparación variando los tiempos de exposición.

La ley de Schwarzschild, que ha sido muy discutida, se cumple bien entre ciertos límites; pero teniendo la calidad de las placas una gran influencia en el ennegrecimiento, sería necesario, operando con cierta escrupulosidad, determinar el exponente para cada una de ellas, puesto que es difícil encontrar aun entre las de la misma marca placas que tengan la misma sensibilidad y el mismo espesor de la capa sensible, ya que aun en una misma es frecuente observar defectos de uniformidad en su constitución; sería, por tanto, arbitrario

suponer constante el exponente. En la imposibilidad, pues, de determinar el valor de dicha constante con exactitud para cada placa, sin complicar el método extraordinariamente, ensayaremos otros métodos de reducción de la intensidad. Hemos visto que los medios empleados para variar la cantidad de luz incidente sobre la placa modificando el tiempo de exposición no son adecuados para determinar intensidades por no estar ligadas estas magnitudes por leyes sencillas de expresar, y ahora vamos a considerar los que tienen como fundamento la reducción de la intensidad.

Reducción por la luz polarizada.—Por medio de la luz polarizada se puede reducir la intensidad luminosa del haz de rayos en una proporción conocida interponiendo en su camino dos nicoles y midiendo el ángulo de giro necesario para llegar a alcanzar la extinción completa. Para determinar la intensidad es suficiente aplicar la ley de Malus. Este método tiene para nosotros la dificultad de absorber mucha luz (basta observar que el máximo de luz será a lo más igual a la mitad de la incidente). El espectrofotómetro de luz polarizada tiene, por el contrario, la ventaja de dar directamente en valor absoluto la reducción de intensidad sin necesidad de recurrir a verificarla por otro método.

Empleo de filtros.—Mediante filtros se obtiene una cómoda reducción de la intensidad luminosa para una longitud de onda, previamente determinada la opacidad de los mismos por otro método, lo cual no podrá hacerse cuando se trate de radiaciones no visibles por métodos fotométricos; y como para las radiaciones ultravioletas no son bastante precisos los métodos térmicos, este método no podrá servir sino después de haber determinado por otro método fotográfico la curva de absorción de la pantalla que se haya de emplear como patrón para las distintas longitudes de onda.

Como pantallas de reducción se podrá emplear un cuerpo absorbente cualquiera si se ha determinado previamente la curva de absorción para las distintas longitudes de onda. Se construyen patrones de vidrio llamado neutro, que es el que

absorbe en igual porción todas las radiaciones del espectro visible: no obstante, los vidrios que con este nombre se encuentran en el comercio distan mucho de tener esta propiedad (24) y será necesario determinar su curva de absorción análogamente. También se emplean filtros de cuarzo deslustrado cuando se trabaja con rayos ultravioletas (31). Nosotros hemos empleado en algunos casos coloides metálicos preparados por el método Bredig con el electrodispersor del Dr. Llanas (32); pero su empleo tiene el inconveniente de la poca estabilidad.

Diafragmentación.—Diafragmentando convenientemente el haz de rayos en su trayecto podremos reducir la cantidad de luz que afluye sobre la placa fotográfica. Para modificar la proporción en que se efectúa esta reducción sería necesario disponer un diafragma variable que fácilmente pudiéramos graduar. Ordinariamente se emplea la rendija de espectroscopio, que se gradúa con el tornillo micrométrico. A este modo de operar, que parece satisfacer a todos los requisitos necesarios, también se han puesto objeciones. Ribaud (28) y (26), después de reconocer que es un método que reúne las condiciones suficientes para ser empleado en las medidas de absorción (naturalmente que por sí solo únicamente puede emplearse para hacer medidas de intensidad comparativas), lo rechaza, porque las variaciones en la intensidad del espectro serán influídas por las irregularidades en la iluminación de la rendija: nosotros creemos obviar este inconveniente colocando delante de ésta un vidrio deslustrado de grano muy fino, que tenemos la precaución de mover cuidadosamente durante la exposición de la placa. Al variar el ancho de la rendija se introducen variaciones en la pureza del espectro, lo cual no alcanza importancia en las determinaciones que se efectúan por dos razones: el foco luminoso que se emplea produce un espectro continuo y en las placas, como son placas ordinarias, aparece una imagen continua, con lo que la curva de opacidades no presenta discontinuidades en los espectros de comparación, como tampoco en los espectros de absorción por nosotros estudiados, pues la pureza del es-

pectro no alcanza a revelarlas; por otra parte, en las medidas que se efectúen con el microfotómetro no podremos alcanzar mayor precisión limitando la superficie de observación de la placa fotográfica que la que nos permita la pureza del espectro. Otra objeción se puede poner al método de diafragmación empleando la rendija del espectroscopio, y es que cuando la longitud de ésta es pequeña, es difícil de medir con precisión; pero el error relativo que se cometa en esta lectura, que no podrá tener mucha importancia si el espectroscopio está bien construído y se coloca el foco luminoso bien situado frente a la rendija (nosotros, además, creemos que con el empleo del vidrio deslustrado se aleja este peligro), disminuye rápidamente al aumentar la magnitud de la misma. Este método tiene la ventaja sobre los demás que, exigiendo un montaje sencillo, hay menos riesgo de arrastrar errores sistemáticos por causa de dificultades al reglarlo.

Modo de operar.—Cuando deseamos conocer la absorción de luz por un líquido lo colocamos en una cubeta de cuarzo detrás de la rendija del espectroscopio y hacemos una fotografía del espectro con la substancia y una serie sin ella, variando la intensidad de la luz en una proporción conocida; si se trata de una disolución, con ésta y el disolvente, y si de una solución coloidal, con el coloide y con el medio de dispersión.

El chasis resbala sobre una corredera que nos permite impresionar en una placa los seis espectros. Nosotros empleamos placas grandes, que partimos en dos mitades, sobre las que podemos fotografiar hasta doce, que luego revelamos simultáneamente; de este modo tenemos cada vez una amplia serie de términos de comparación que nos permite definir en cada caso particular la marcha del ennegrecimiento.

Para definir la longitud de onda impresionamos el espectro de rayas de mercurio y de este modo es suficiente al colocar la placa sobre la platina del microfotómetro leer con qué divisiones de la escala coinciden algunas de las principales rayas del mercurio cuya longitud de onda conocemos, y de este modo construir la curva de dispersión.

Curva de dispersión del espectroscopio y curvas características de las placas.—En las placas que preparamos hemos proyectado el espectro de emisión del mercurio, y de este modo, después de colocadas sobre la plataforma del microfotómetro, leyendo en la escala de éste los valores correspondientes a dichas rayas, podemos construir la gráfica de dispersión del espectrógrafo, mediante la cual, con sólo la lectura de la escala de la plataforma del microfotómetro, obtenemos directamente los valores correspondientes de las longitudes de onda.

La figura 7.^a representa una curva de dispersión construída de este modo: tomando en abscisas los valores léídos directamente en la escala, se tiene en ordenadas las longitudes de onda correspondientes.

Como para la determinación de absorciones no es necesario conocer de un modo absoluto los valores de las intensidades de la luz, tomamos como unidad en cada caso y para cada longitud de onda la intensidad del haz que se emplea; de este modo los valores obtenidos para las intensidades son iguales a la transparencia del cuerpo cuya absorción medimos.

La determinación de las intensidades la hacemos directamente, pues construimos una serie de curvas en las que tomamos para cada longitud, en abscisas, los ennegrecimientos, y en ordenadas, las intensidades. De este modo, determinado con el microfotómetro el ennegrecimiento al debilitar la luz con cuerpo problema y tomando este valor en ordenadas, leemos *directamente* en abscisas el valor de la intensidad, y como hemos tomado por unidad de intensidades el correspondiente a una absorción igual a cero, estos valores son los que expresan la transparencia para aquel color.

Con los valores de este modo obtenidos construimos la curva de intensidades. Para saber la absorción para una longitud de onda cualquiera, es suficiente tener en cuenta que:

$$\text{absorción} + \text{transparencia} = 1$$

y, por tanto,

$$\text{absorción} = 1 - \text{transparencia}$$

con estos valores se puede construir la curva de absorción. Si trazamos la curva de intensidades sobre un cristal y lo vol-

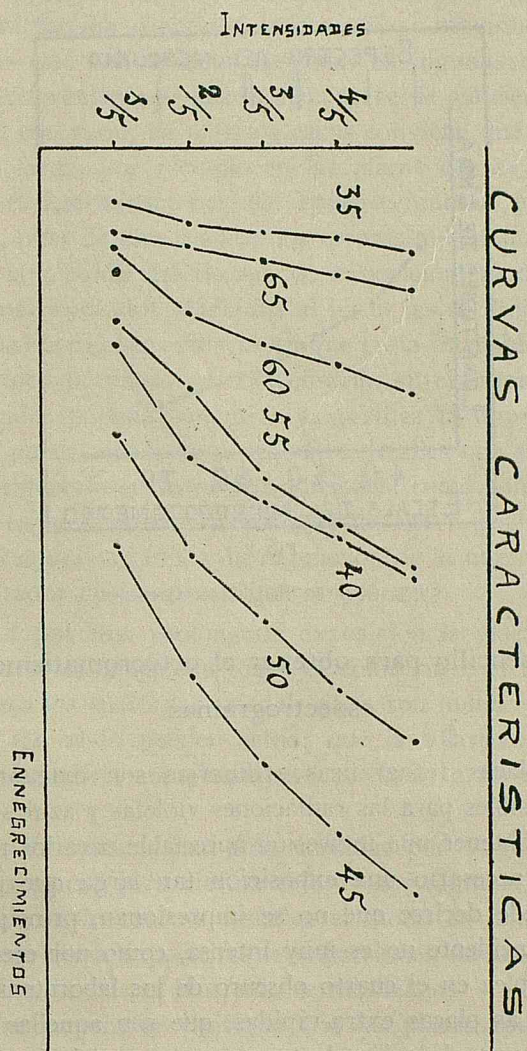


FIG. 7

vemos invirtiéndolo, la misma curva representa las absorciones con sólo tomar sobre el eje de las ordenadas de 0 a 1 las

correspondientes en las intensidades de 1 a 0, según se dijo anteriormente.

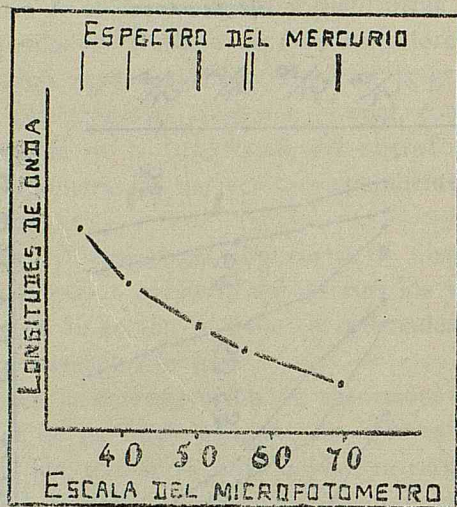


FIG. 8

Curva de dispersión del espectroscopio.

Método sencillo para obtener el ortocromatismo en los espectrogramas

Las placas fotográficas ordinarias son extraordinariamente sensibles para las radiaciones violetas y azules; pero si se quiere obtener una impresión apreciable para los rayos rojos, será necesario una exposición tan larga que prácticamente puede decirse que no se impresionan, principalmente si la luz incidente no es muy intensa, como por ejemplo, la que se emplea en el cuarto oscuro de los laboratorios fotográficos. Las placas extra-rápidas, que son aquellas que sometidas a una elevación de temperatura que da lugar a que los granos de bromuro de plata conglomeren aumentando de tamaño, son mucho más sensibles a todas las radiaciones, y se puede obtener el mismo ennegrecimiento disminuyendo notablemente el tiempo de exposición.

Pero las placas extra-rápidas no son apropiadas para impresionar los rayos rojos, pues a pesar de ser mucho más sensibles requieren exposiciones excesivamente largas. Esto, que no será factible cuando el objeto esté en movimiento o la cámara no esté sólidamente apoyada, en algunas ocasiones no será inconveniente si puede disponerse de suficiente tiempo. Por el contrario, en algunos casos conviene que la exposición sea larga, por ejemplo en las placas que se emplean para hacer determinaciones del ennegrecimiento producido por la luz, pues de esta manera los errores que se puedan cometer en la medida del tiempo de exposición no afectarán tanto en los resultados obtenidos al hacer las medidas que se efectúen, así como las oscilaciones que en la intensidad pueda sufrir el foco luminoso se compensarán en el transcurso de la exposición; además, mientras se verifica la impresión de las placas puede atenderse a pequeños detalles que se requieren para obtenerla en buenas condiciones, como son: la uniformidad en la iluminación mediante un suave deslizamiento de un vidrio deslustrado, y la regulación de la intensidad del foco generador de la luz con que se opera.

Pero si por una prolongada exposición la placa llega a impresionarse notablemente para el color rojo, el azul y el violeta, para los cuales las sales de plata son mucho más sensibles, de tal modo pueden actuar que la solaricen y hasta lleguen a invertirla completamente, es decir, a no impresionarla.

Ambas dificultades han sido vencidas por Vogel sensibilizando las placas para ciertos colores por algunas materias colorantes, con lo cual se resuelve el modo de obtener que durante una cierta exposición se impresionen además por los colores para los cuales han sido sensibilizadas.

De esta manera se consigue que las placas fotográficas sean fácilmente impresionables por todos los colores (ortocromatismo); pero nos resta decir los métodos empleados para obtener el isocromatismo, es decir, que se ennegrezcan por igual para todos ellos.

Dícese que una placa es isocromática cuando se ennegrece

lo mismo para todos los colores; pero esta definición, que a primera vista podrá parecer muy clara, no es precisa. En efecto: ¿Cómo se define la igualdad de intensidad fotométrica de dos radiaciones de distinta longitud de onda? Pues de una manera arbitraria. Se llama isocromáticas a aquellas placas que entre ciertos límites dan una franja de ennegrecimiento aproximadamente uniforme en los espectrogramas producidos por una luz blanca. Pero ¿no será necesario tener en cuenta la dispersión del espectro y la composición cromática de la luz? Evidentemente.

En las placas sensibilizadas por el procedimiento Vogel, combinando convenientemente los sensibilizadores, pueden obtenerse calidades de placas de las llamadas isocromáticas (33).

Las placas ortocromáticas encuentran adecuada aplicación en los procedimientos de fotografía en colores, basados en los métodos de la tricromía, mediante el empleo durante la exposición de filtros convenientes.

La casa Wratten construye vidrios coloreados para distintos usos que sirven muy bien para este objeto.

El empleo de filtros líquidos tiene la ventaja de ser más adaptables para cada caso particular.

Así como combinando convenientemente los sensibilizadores se pueden obtener placas isocromáticas, combinando adecuadamente los filtros se podrá isocromatizar las placas, siendo necesario para cada clase de placas determinadas un filtro apropiado.

Cuando se observan las bandas del espectro de absorción de una disolución, se ven las correspondientes al medio disolvente más otras propias de la disolución. Pero en los puntos donde el disolvente presenta una banda puede haber una absorción por parte del cuerpo disuelto que a simple vista pase desapercibida.

Para presentar de un modo patente las bandas de absorción correspondientes al cuerpo disuelto sin que aparezcan confundidas por las del espectro del disolvente, sería necesario isocromatizar (?) el espectro, no ya para la luz blanca, sino para la transmitida a través del medio.

Esto presenta muchas dificultades, pues tienen una gran influencia, aparte de las características de las placas y la dispersión de los rayos, la composición cromática de la luz y la composición química y espesor del medio.

Si se emplean como filtros vidrios coloreados, el problema es prácticamente insoluble, y empleando disoluciones muy complejo. No obstante, realizando en cada caso particular muchas experiencias de tanteo podía ser resuelto, pero requiere mucho tiempo y no compensa las ventajas obtenidas.

Ultimamente nosotros creemos haber hallado un método para conseguirlo de una manera automática que servirá para resolverlo.

Si varios haces de rayos de luz impresionan distintas regiones de la placa, el obtener un ennegrecimiento igual en cada una no presenta ninguna dificultad, puesto que es suficiente interponer en el trayecto de cada uno una pantalla de opacidad conveniente, fácilmente determinable e independiente de la intensidad del foco luminoso, si se mantiene constante la relación entre las de los haces.

Y como la acción producida por un haz de rayos luminosos sobre la placa fotográfica la podemos considerar como proporcional a la intensidad fotoquímica del haz en la llamada región de sub-exposición, podremos obtener pantallas adecuadas impresionando con el mismo haz una placa fotográfica y revelándola durante un tiempo conveniente.

Cuando se trata de obtener un espectrograma uniforme se puede seguir este procedimiento preparando una placa pantalla. Una serie metódica de tanteos es en muchos casos suficiente para determinar el tiempo y condiciones de revelado que se requiere, para prepararla de modo que se pueda conseguir bastante aproximación.

Con el empleo de pantallas de esta manera preparadas se puede llegar a obtener ennegrecimientos aproximadamente iguales entre ciertos límites; pero si combinadamente se utilizan vidrios o filtros líquidos de modo que se tenga un espectro tal que se aproxime a esta condición y entonces se prepara la placa pantalla, podremos afinar mucho mejor. Este

será el método más racional, si bien tiene el inconveniente de ser necesario un foco luminoso muy potente, porque absorbe mucha luz.

Si quiere obtenerse una gran precisión, teóricamente sólo será posible para dos intensidades, teniendo en cuenta lo dicho en otro lugar; pero si el contraste producido en la placa por los haces primitivos es pequeño, o mediante filtros adecuados se hace que lo sea, se pueden obtener ennegrecimientos

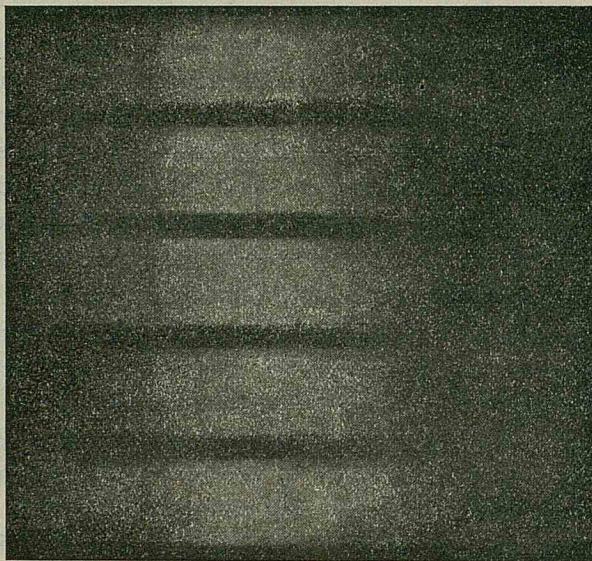


FIG. 9

Ortrocromatización de los espectrogramas: Placa pantalla.

prácticamente iguales. Con todo, si sometemos la placa a la medida de opacidades mediante un microfotómetro, habremos de confesar que por este método no se resuelve fácilmente el problema de una manera cuantitativa, por cuyo motivo, al encabezar esta nota, no hemos puesto método para obtener la isocromatización, aunque creemos que puede conseguirse, sino el ortocromatismo.

Modo de operar.—Para preparar la placa pantalla colocamos en el chasis del espectrógrafo una placa fotográfica, exponiéndola a la luz por la cara brillante e impresionamos seis espectros iguales con el mismo tiempo de exposición y regulando la intensidad del foco luminoso. El tiempo de revelado conveniente se precisa en los ensayos previos.

Después de seca la placa pantalla, que dicho sea de paso, debido a la enorme cantidad de residuo que deja el agua de Zaragoza, conviene terminar lavando con agua destilada, se

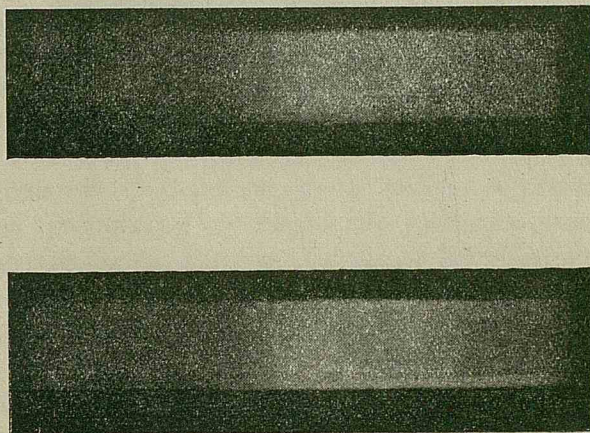


FIG. 10

Ortocrmatización de los espectrogramas: Pantalla y espectro ortocrmatizado.

coloca en el chasis en la misma forma que anteriormente y junto a ella la placa que queremos impresionar, de modo que la cara mate esté en contacto con la de gelatina de la pantalla.

Se impresiona un espectro testigo del disolvente solo, que debe aparecer uniforme si se consigue la isocrmatización.

Nosotros hemos empleado este método para hacer medidas de absorción mediante una escala de comparación obtenida variando la intensidad de la luz durante tiempos de exposición iguales.

Para que la imagen de la rendija sea perpendicular a la dirección del espectro nos hemos servido de una placa velada en la que hemos señalado desde arriba hasta abajo unas cuantas rayas verticales que coinciden con las principales del espectro de emisión del mercurio que nos sirven de guía cuando deslizamos el chasis sobre la corredera del espectroscopio, permitiéndonos el reglaje.

Para determinar en las placas la longitud de onda se toma el espectro de emisión de mercurio. Pero para evitar el tener que emplear repetidas veces la lámpara de cuarzo es mucho más sencillo tener en los bordes de la pantalla dos espectros negativos de emisión del mercurio, y proyectando sobre éstos el espectro continuo aparece en la placa un positivo, cuyas rayas sirven para el objeto deseado.

Estudio de aurosoles

Para estudiar la acción de los iones sobre los coloides de oro será primeramente necesario definir los coloides que se han de emplear. Nosotros empleamos los coloides de oro rojos obtenidos por el método Zsigmondy (34). Para prepararlos calentamos hasta ebullición en un vaso de vidrio Jena perfectamente limpio 120 c. c. de agua bidestilada con 2'5 c. c. de solución al 0'6 % de oro y 3 c. c. de solución de carbonato potásico 0'18 normal, agregando rápidamente 3'5 centímetros cúbicos de disolución al 0'3 % de formaldehído, continuando la ebullición durante diez minutos.

Las variaciones de absorción en estos coloides con el tamaño de las partículas han sido ya estudiadas por Mie (35).

Zsigmondy (36) supone que las micelas de oro rojo son macizas (protonas) y las de oro azul (polionas) constituidas por agrupación de protonas. La acción del electrolito equivale a producir una aglomeración, que puede ser considerada como un principio de coagulación (38) y (39).

El electrolito por nosotros empleado ha sido una disolución al 1 % de cloruro sódico, y la causa de haber elegido esta disolución es el empleo que se hace de la misma en las determinaciones del número de oro (40).

Precauciones indispensables.—En la preparación de losoros hay que tener en cuenta todas las prevenciones que se hacen respecto al modo de preparar los coloides, condiciones del agua, limpieza de los recipientes y calidad del vidrio, cuya técnica no es del caso detallar (41).

No obstante, como la preparación de buenos coloides de oro exige una especial escrupulosidad, describiremos sucintamente las condiciones en que hemos operado.

El material empleado (vasos, pipetas, tubos) es de vidrio Jena, y después de limpiarlo mecánicamente lo lavamos en caliente con agua regia y con mezcla crómica y después con agua destilada y al baño de vapor.

Es necesario extremar la limpieza de los recipientes para conseguir obtener los oros rojos, y hemos podido observar la importancia de que alcance *hasta los bordes*, de tal modo que es suficiente que quede un poco de grasa en una pequeña región de los bordes para que luego se extienda, dando lugar a que se obtenga el coloide en malas condiciones.

El baño de vapor está construído con vidrio Jena, y para lavar los recipientes se soportan también sobre vidrio Jena, pues hemos podido observar que basta estando ya bien limpios apoyarlos sobre un soporte de hierro para que el coloide que luego se obtenga no presente un color rojo puro.

El agua empleada ha sido bidestilada con refrigerante de plata.

No deben emplearse, a no ser revestidos con papel de estaño, tapones de corcho ni de goma, ni mucho menos de vidrio esmerilado. Lo más sencillo es tapar todos los recipientes con un trozo de papel de estaño. Conservando de esta manera un oro rojo preparado en buenas condiciones llega a depositarse sin cambiar de color.

Otro factor que tiene una capital importancia en la preparación de buenos hidrosoles de oro es prolongar la ebullición después de obtenidos durante unos minutos manteniéndola viva. En el siguiente cuadro puede verse la notable diferencia en los valores obtenidos para dos oros rojos distintos obtenidos en forma análoga con formol por el método Zsigmondy, sin más diferencia que no haber prolongado en el primero la ebullición suficiente tiempo:

**Valores de la transparencia para dosoros rojos
Zsimondy**

LONGITUDES DE ONDA	ORO A. —	ORO B. —	LONGITUDES DE ONDA	ORO A. —	ORO B. —
4 500	0.13	0.13	5.500	0.07	0.12
4 600	0.16	0.15	5.600	0.12	0.13
4.700	0.19	0.12	5.700	0.17	0.19
4.800	0.18	0.10	5.800	0.25	0.31
4.900	0.13	0.08	5.900	0.33	0.47
5.000	0.11	0.07	6.000	0.41	0.48
5.100	0.08	0.04	6.100	0.47	0.57
5.200	0.06	0.03	6.200	0.54	0.60
5.300	0.06	0.04	6.300	0.38	0.65
5.400	0.06	0.09	6.400	0.39	0.66

Operando con todas estas precauciones hemos obtenido coloides de oro siempre rojos y hemos tenido ocasión de notar la importancia que en su preparación tiene cada una de las circunstancias que dejamos anotadas.

En las distintas series de experiencias por nosotros realizadas hemos partido de un mismo oro, y como para obtenerlo en buenas condiciones no debe prepararse más de 250 c. c. cada vez, para tener la cantidad necesaria en cada caso lo preparábamos en varias veces, mezclándolo después.

Empleo de estabilizadores

Con objeto de saber hasta qué punto será lícito el empleo de estabilizadores, en estas medidas efectuamos un ensayo previo con una disolución al 3 % de goma, tomando una cantidad excesiva con relación a la ordinariamente empleada.

Utilizamos este estabilizador porque habiendo ensayado el empleo de distintos estabilizadores (gelatina, lysalbinato, protalbinato, etc.) hemos podido apreciar las ventajas que su uso lleva consigo. Ensayamos con un coloide rojo y otro azul, obteniendo en una placa y con las precauciones necesarias juntos dos espectrogramas con y sin estabilizador e impresionando primero el no estabilizado. Para evitar la influencia que, aunque despreciable, en muchos casos pueda tener la dilución del coloide al añadir el estabilizador, se diluye con la misma cantidad de agua de la empleada para preparar la solución estabilizadora, precaución ésta necesaria, puesto que no parece lógico admitir a priori en estas condiciones que en los coloides sea aplicable la ley de Beer (43), presentándose además casos anómalos, como el de la gelatina (44).

Variaciones en la transparencia por acciones iónicas

Una vez definido el modo de operar para obtener las condiciones precisas de exactitud en la determinación cuantitativa de transparencia en los coloides para la luz de las distintas longitudes de onda, vamos a estudiar la influencia que los iones tienen en esta magnitud. El electrolito por nosotros empleado, por los motivos anteriormente expuestos, es una disolución de cloruro sódico al 1 %.

Previamente efectuamos con distintos coloides rojos de oro varios ensayos preliminares con objeto de formarnos una idea aproximada del orden de magnitud de los números que deseamos determinar para poder preparar sucesivas experiencias dentro de límites adecuados.

Con 10 c. c. de coloide apenas se nota variación añadiendo hasta 0'1 c. c. de solución de cloruro sódico; pero a partir de esta cantidad las variaciones se dejan sentir notablemente, de tal modo que para 0'2 c. c. el coloide ha coagulado casi instantáneamente. Sin embargo, no todos los oros son igualmente sensibles a estas variaciones.

Datos experimentales.—De entre las numerosas experiencias que hemos realizado midiendo la transparencia para

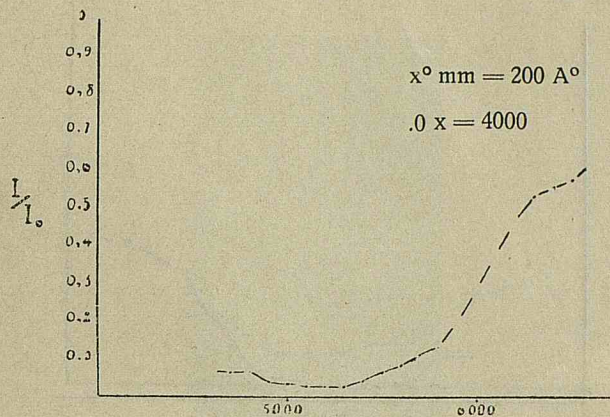


FIG. 11

Hidrosol de oro sin añadir iones.

un espesor unidad de coloide variando sistemáticamente la concentración en cloruro sódico añadido, por métodos foto-

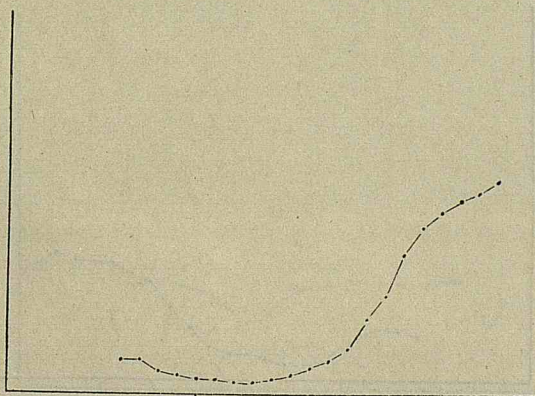


FIG. 12

Hidrosol de oro añadiendo 1% de disolución de cloruro sódico al 1%.

gráficos y fotométricos tomamos una serie de valores que nos sirven para construir las curvas que nos dan idea de la

marcha del fenómeno. Omitimos los datos numéricos por considerarlos innecesarios construyendo las gráficas.

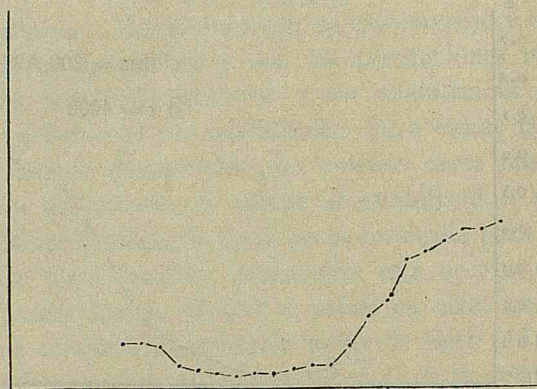


FIG. 13

Hidrosol de oro añadiendo 2 % de disolución de cloruro sódico al 1 %.

En la primera curva aparecen los valores correspondientes al oro sin añadir iones al día siguiente de preparado, y

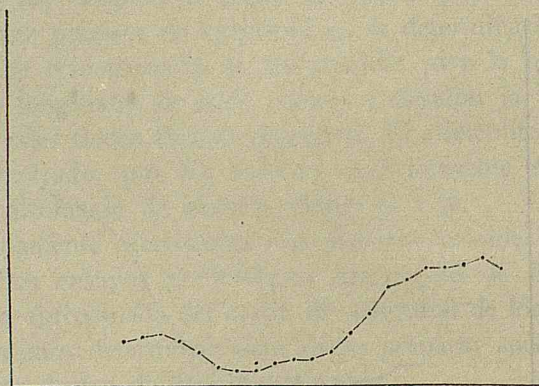


FIG. 14

Hidrosol de oro añadiendo 3 % de disolución de cloruro sódico al 1 %.

entre las curvas siguientes los correspondientes, habiendo añadido 1, 2, 3, 4 y 5 por ciento de disolución de cloruro sódico al 1 % en el orden que aparecen.

Las investigaciones realizadas por método fotométrico exigen la previa estabilización. Cuando se emplean los méto-

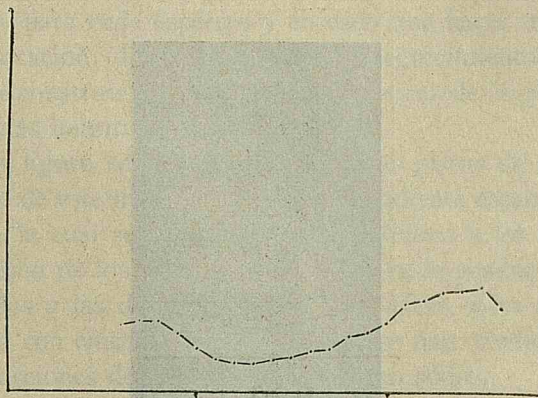


FIG. 15

Hidrosol de oro añadiendo 4% de disolución de cloruro sódico al 1%.

dos fotográficos hay que obtener una escala de comparación, y las medidas no pueden prolongarse por toda la región visi-

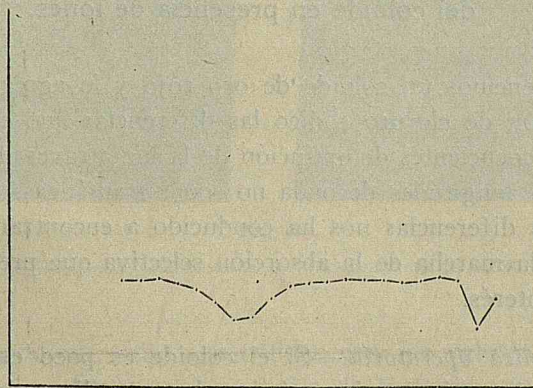


FIG. 16

Hidrosol de oro añadiendo 5% de disolución de cloruro sódico al 1%.

ble si se emplean placas ordinarias, por lo que es necesario simultaneear con el método fotométrico.

En la figura se reproduce el positivo de una placa de las que han servido para estas determinaciones.

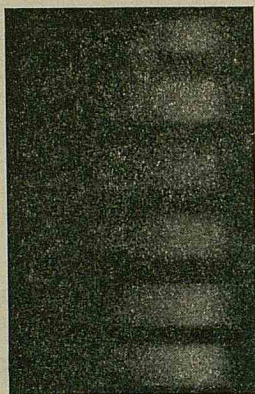


FIG. 17

Variaciones de transparencia al añadir iones.

Variaciones en la transparencia con el envejecimiento del coloide en presencia de iones.

Si tenemos un coloide de oro rojo y le agregamos una disolución de cloruro sódico las diferencias que experimentan los coeficientes de extinción de la luz atravesada para las distintas longitudes de onda no son instantáneas. El estudio de estas diferencias nos ha conducido a encontrar variaciones en la marcha de la absorción selectiva que presentan especial interés.

Técnica operatoria.—Si el coloide es poco estable, empleando los métodos fotométricos hay el peligro de no poder seguir estas variaciones; pero utilizando los métodos fotográficos es mucho más sencillo. De distinto modo habrá que proceder según que el coloide evolucione rápida o lentamente; en el primer caso, sobre una misma placa podrán impresionarse los espectrogramas correspondientes a las distintas épo-

cas de su desarrollo; por el contrario, si es necesario efectuarla con mucho intervalo de tiempo no es riguroso proceder de este modo, y aunque sea más costoso es necesario emplear una placa para cada espectro y en cada una hacer una escala de comparación, determinando los ennegrecimientos necesarios para construir las curvas características de la placa para las distintas longitudes de onda.

En la figura se puede ver una de las placas de una serie efectuada de este modo con su correspondiente escala de comparación, la cual se impresiona muy próxima a los espectros de absorción de los coloides para evitar en lo posible los errores debidos a las desigualdades de las placas. Esta serie está efectuada con cinco coloides, a los que se han añadido distintas proporciones de disolución de cloruro sódico.

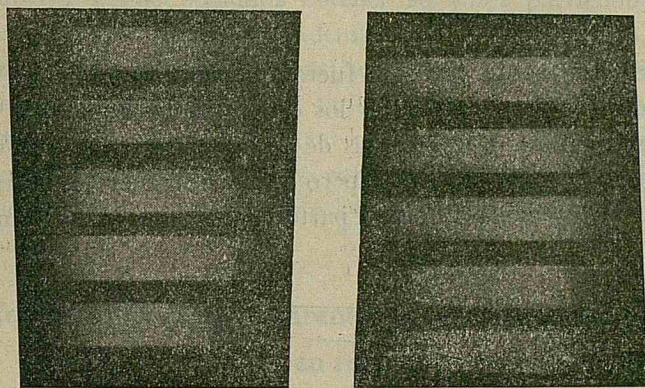


FIG. 18

Variaciones de transparencia por envejecimiento del coloide.

Las gráficas están construídas con los valores entresacados de los datos experimentales de la transparencia para un espesor de un centímetro, para la luz roja y azul relativos a un hidrosol de oro rojo, al que se ha añadido 1 por ciento de disolución de cloruro sódico. Las medidas están hechas en días sucesivos y de ellas se deduce que el color observado por transparencia tiende ligeramente hacia el rojo.

Los coloides de oro violado son el tránsito de los rojos y los azules se obtienen mezclando éstos; mas es necesario hacer notar que este color que presentan observado por transparencia, es un color de sustracción, que no es debido a la preponderancia de los rayos violados del espectro.

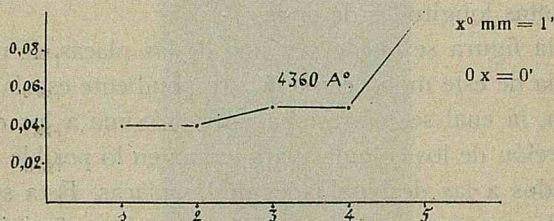


FIG. 19

Variaciones de transparencia en un hidrosol adicionado de iones durante los primeros minutos.

Si el oro rojo y el azul fueran coloides de color bien definido, se podrían considerar los oros violados como una mezcla en distintas proporciones de ambos y definir su color por el método Gillespie (45); pero ¿cómo obtener los tipos de tinte rojo y azul? Por esta parte hemos encontrado solución

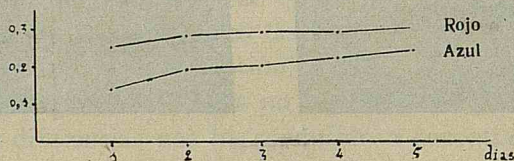


FIG. 20

Variaciones de transparencia en un hidrosol adicionado de iones durante los primeros días.

al problema del modo que vamos a exponer. Cuando se trata de estudiar colorimétricamente el cambio de color en un colorante, se construye generalmente una escala de comparación para definir los distintos matices que presentan; pero si en vez de un cambio de color se tiene uno mismo, siendo la in-

tensidad lo que varía, no es necesario; pues bien, operando con luz monocromática habremos reducido el primer caso al segundo.

Aplicando al caso de los oros que consideramos, nos encontramos que no está revestido de tanta sencillez, puesto que al añadir iones la velocidad de la transformación en el transcurso del tiempo no es función decreciente, según hemos visto. Pero, además, como se verá más adelante, el coloide de oro azul es muy inestable, hasta tal punto que si a un hidrosol rojo se le añaden iones (disolución al uno por ciento de cloruro sódico) vira al violeta, y si se ha operado con la escrupulosidad que debe hacerse no llega a verse el color azul, pues a la vez que va formándose se deposita.

En estas condiciones es ilusorio suponer que para todas las longitudes de onda la absorción de la luz sea una propiedad aditiva y que podamos obtener su valor partiendo de los de dos tipos definidos. Además, según hemos visto, la velocidad con que varía la transparencia no es función constantemente decreciente, y por tanto, para estudiar la transformación del oro rojo en azul no podemos, fundándonos en que sea proporcional al oro rojo que queda por transformar hacerlo colorimétricamente (46).

Diferencias de la transparencia con la altura de un coloide en reposo.

Los resultados obtenidos al estudiar las variaciones en la transparencia a la luz por los coloides de oro con el tiempo nos ha hecho pensar en que para un coloide que haya estado en reposo durante cierto tiempo según su estabilidad, la transparencia para algunos rayos de luz de determinada longitud de onda presentará apreciables diferencias con la altura.

En un tubo de ensayo hemos colocado un coloide violeta de oro y al cabo de un tiempo hemos separado con cuidado el líquido en tres porciones para hacer las correspondientes

medidas en cada una, no pudiendo apreciar variaciones en los coeficientes de extinción para las dos porciones superiores. En la parte inferior del tubo se obtiene un depósito que agitándolo en el seno del líquido da un color azul muy puro, pero inestable.

Un coloide rojo obtenido y conservado en buenas condiciones, mantenido en reposo se deposita muy lentamente sin llegar a cambiar de color, siendo notable que se observa una capa de separación perfectamente definida, por debajo de la cual el líquido se mantiene colorido, apareciendo encima perfectamente incoloro.

Conclusiones

1.^a Se simplifica notablemente el modo de determinar la transparencia selectiva mediante el empleo de patrones de opacidad determinada para las distintas longitudes de onda.

2.^a El ennegrecimiento producido por la luz sobre la placa fotográfica puede expresarse por una fórmula de la forma:

$$E = \log \left(D_{\infty} - (D_0 - D_{\infty}) e^{-IKt} \right)$$

siempre que la cantidad de luz no sea tan grande que se manifiesten en la placa fenómenos de inversión.

3.^a Construyendo las curvas características de una placa fotográfica se deduce directamente de los valores del ennegrecimiento, la transparencia para cada longitud de onda, siendo el espesor la unidad.

4.^a Mediante el empleo de una placa pantalla se obtiene la ortocromatización de las placas extra-rápidas para largas exposiciones, siendo utilísimo en el estudio de la transparencia que efectuamos isocromatizar las placas para la luz que atraviesa el medio.

5.^a Una vez dispuesto el espectroscopio, para trazar la curva de dispersión es suficiente tener un espectro negativo de rayas conocidas en la placa pantalla y proyectarlo sin necesidad de cambiar el foco luminoso.

6.^a En los aurosoles Zsigmondy la transparencia para las radiaciones azules es muy pequeña; si el aurosol está mal preparado la transparencia es mayor, siendo éste un medio de saber si está bien obtenido.

7.^a Por las acciones iónicas los aurosoles modifican su transparencia. El cloruro sódico la aumenta en general para las distintas radiaciones; pero la disminuye para las rojas,

8.^a La velocidad con que varía la transparencia al pasar los hidrosoles de oro del color rojo al azul por acciones iónicas no es al principio función decreciente en el tiempo.

9.^a Operando con oros sin estabilizar obtenidos con las debidas precauciones, al añadir cloruro sódico pasan del rojo al violado, y al pasar al azul coagulan.

10.^a Los oros violados, mezcla de rojo y azul, no pueden considerarse como una mezcla de dos tipos definidos coloriméricamente.

11.^a No se aprecia variación en la transparencia a diferentes alturas de un coloide violado en reposo. El depósito que se obtiene es de un color azul muy puro.

12.^a Al depositarse un coloide rojo se observa una superficie de discontinuidad perfectamente definida.

Bibliografía

- (1) Pöschl-Heymans.—Introduction à la Chimie colloïdale, pág. 78.
- (2) Arndt.—Die Bedeutung der Kolloide für die Technik.
- (3) Chwolson.—Physique, t. II, f. 2.^o, pág. 354.
- (4) Drude.—Optique, t. II, pág. 122 (1912).
- (5) Wiegner.—Boden und Bodenbildung, pág. 62.
- (6) Boutaric.—Annales de Physique, IX, pág. 194.
- (7) Cheneveau y Audubert.—Comptes rendus, 1919, I, págs. 553 y 684.
- (8) Bary.—Les colloïdes, pág. 85 (1921).
- (9) Boutaric y Vuillaume.—Comptes rendus, 1923, II, pág. 259.
- (10) Boutaric.—Annales de Physique, X, pág. 5.
- (11) Bary.—Les colloïdes métalliques, pág. 18 (1920).
- (12) Cheneveu y Audubert.—Comptes rendus, 1919, I, pág. 766, y 1920, I, pág. 728.
- (13) Ostwald.—Kleines practicum der Kolloidchemie, página 44, nota (1922).
- (14) Luppó-Cramer.—Kolloid Zeitschrift, t. VI, pág. 7.
- (15) Freundlich.—Kapillarchemie, pág. 214.
- (16) G. Galdeano.—Teoría de las ecuaciones diferenciales, pág. 13.
- (17) Ollivier.—Physique, t. II, pág. 175.
- (18) Ueber nahme von photometrischen Registrierungen durch das Physikalische Institut der Universität Hamburg.—Zeitschrift für Physikalische Chemie, pág. 323 t. 101.
- (19) Henry.—Etudes de Photochimie, pág. 8.
- (20) Urbain.—Introduction a l'Étude de la Spectrochimie, pág. 49.
- (21) Maldiney.—Comptes rendus, 1915, t. II, pág. 73.
- (22) Baillaud.—Annales de Physique, V, pág. 160.
- (23) Fabry y Boisson.—Comptes rendus, 1913, I, página 389.

- (24) Fabry y Boisson.—Journal de Physique, febrero 1919, pág. 37.
- (25) Drude.—Optique, t. I, pág. 340 (1913).
- (26) Ribaud.—Comptes rendus, 1913, II, pág. 1065.
- (27) Bouasse.—Vision et reproduction des formes et des couleurs, pág. 198.
- (28) Ribaud.—Annales de Physique, t. XII, pág. 139.
- (29) Henry.—Journal de Physique, 1913, pág. 305.
- (30) Ghosh y Bisvas.—Zeitschrift für Elektrochemie und Angewandte Physikalische Chemie, marzo 1924, página 97.
- (31) Cavannes.—Comptes rendus, 1915, I, pág. 62.
- (32) Llanas.—Trabajos del Laboratorio de investigaciones bioquímicas, t. III, pág. 65.
- (33) Vecino.—La fotografía de los colores, pág. 16.
- (34) Zsigmondy.—Kolloidchemie, pág. 149.
- (35) Mie.—Kolloid Zeitschrift, II, pág. 129.
- (36) Zsigmondy.—Revista de la Academia de Ciencias, Zaragoza (1923), pág. 149.
- (37) Malfitano.—Annales de Chimie, t. XXIV, página 534.
- (38) Ostwald-Fischer.—Colloid Chemistry, pág. 13.
- (39) Clavero.—Trabajos de Laboratorio de Investigaciones bioquímicas, t. I, pág. 45.
- (40) Hatscheck.—Laboratory manual of elementary Chemistry, cap. I.
- (41) de Gregorio Rocasolano.—Estudios Químico Físicos sobre la materia viva, pág. 255.
- (42) Scarpa.—Kolloid Zeitschrift, 1907, suplemento II, página I.
- (43) Ostwald-Vellinger.—Chimie colloidale, pág. 56 (1924).
- (44) Clark.—The determination of Hydrogen Ions, pág. 68 (1923).
- (45) Boutaric.—Comptes rendus, 1915, t. I, pág. 717.
-

LAS ONDAS PARÁSITAS EN RADIOCOMUNICACIÓN

DISCURSO LEÍDO POR

D. JOSÉ ROMERO ORTÍZ DE VILLACIÁN

EN EL ACTO DE LA RECEPCIÓN COMO ACADÉMICO DE NÚMERO

EL DÍA 9 DE NOVIEMBRE DE 1924

Señores Académicos, señoras y señores:

Obscuro ingeniero, sólo en contacto con la realidad tangible de las instalaciones industriales, y no con las excelcitudes de la investigación, examino, con imparcialidad, mis hechos y mi vida, y no acierto a explicarme las razones que habéis tenido para trasladarme de mi modesto cuarto de trabajo a este inmerecido lugar, en el que la emoción me desvanece y la gratitud me ciega. Si vuestra benevolencia al juzgarme ha sido tanta, bien sabrá dispensarme que con expresión torpe, pero sentida, me limite, en estos momentos, a saludaros respetuosamente y a presentaros mi agradecimiento por el injustificado galardón que de vosotros recibo.

La unanimidad de vuestros sufragios ha querido agregarme a vuestra obra, que no necesita de encomios, porque viva se halla en los numerosos cursos de conferencias que habéis celebrado y en la copiosa labor de vuestras publicaciones. En espíritu me habéis tenido siempre con vosotros, señores Académicos, pues os habéis impuesto una misión no solamente cultural y científica, sino también patriótica, llegando vuestras enseñanzas a recónditos pueblos, donde se os conoce y donde se os quiere, por vuestra plausible labor divulgadora.

Entro con júbilo tan grande como sincero en vuestra Corporación, para desempeñar a vuestro lado el papel de humilde aprendiz, que os acerque el buril con que grabáis vuestros nombres ilustres en el libro venerable de la Historia de la Ciencia; y recibo con honda satisfacción la medalla que me deparáis, una medalla que viene a mis manos impecable y nueva, dispuesta a dejar sobre mi memoria la estela inolvidable de esta solemnidad, y sobre mi pecho un trazo firme de honor, que me acompañará toda la vida. ¿Tendré la suerte de que mi contacto deje en ella rastro alguno? La duda me asaltaría, si el convencimiento de mí mismo no me rindiese. Yo, con hartó sentimiento, no podré legarle más que el recuerdo de una buena voluntad.

He de embargar vuestra benévola atención hablándoos de acciones electromagnéticas, y para definir concretamente el modo de ver que en tal materia adopto ante una hipótesis que para ellas ha sido fundamental, me es preciso, como a todo el que hoy se ocupa de estas cuestiones, dedicar unas palabras a una previa aclaración.

Decía nuestro llorado Echeagaray y se complacía Mada-riaga repitiéndolo en su cátedra de Electrotecnia, de la que tengo el honor de proceder, que las hipótesis son algo así como los andamios que nos vemos forzados a levantar para la erección de un edificio, modificándolos y renovándolos según las necesidades, hasta que la obra termina, en cuyo caso podemos derribarlos, porque ya han desempeñado su papel.

Esta imagen, elegante y clara, me lleva a pensar en el enorme montón de herrumbre y de escombros que hoy contemplamos al pie del esplendoroso edificio de la Ciencia, por el que asoma un maderamen recio y secular, que expertos obreros tratan de reconstruir. Son las ruínas del *éter*, ante las que yo me descubro con singular respeto, porque entre los puntales caídos me parece adivinar el genio intuitivo de Faraday, el espíritu analítico de Maxwell, la potencia experimental de Thomson, y, en resumidas cuentas, el germen de

la Electrotecnia de la segunda mitad del siglo pasado y de una buena parte de la del presente.

Con razón puede decir el ilustre Dr. Cabrera (1), siguiendo los rumbos de la relatividad, que la idea del éter había nacido en condiciones de cierta endeblez; con razón puede decir el sabio profesor de la Universidad de Madrid, que los clásicos experimentos de Young y de Fresnel sólo hicieron del éter un asiento para la teoría de las ondulaciones, y que, con posterioridad, no se le ha exigido más que servir de soporte a los campos eléctricos y magnéticos, lo que permitió a Lord Kelvin decir que teníamos un conocimiento de su naturaleza más completo que de la materia misma; pero también es innegable que puesto que hoy la Ciencia tiende a colocar todo el mundo de los fenómenos en esos campos electromagnéticos, su papel había ganado en jerarquía, y ha sido tan necesario para la Física, como los conceptos de *espacio* y *tiempo* lo fueron para la Mecánica, aun cuando hoy veamos que eran realmente equivocados.

Del mismo modo que con rara unanimidad confiesa la Mecánica relativista, que en la newtoniana, como de primera intención podía preverse, debía existir un gran fondo de verdad, por cuanto con ella se han explicado, con maravillosa exactitud, los movimientos de los cuerpos celestes, podríamos decir, utilizando aquellas propias palabras, que no menor acomodación a la realidad de los hechos debían contener las ideas de Faraday y de Maxwell, cuando por sí solas se han bastado para descubrir, entre otras cosas, la telegrafía y la telefonía sin hilos, de las que vamos a ocuparnos esta tarde.

El estudio de la propagación de la luz a través de un fluido móvil, ha sido asunto que ha preocupado a los físicos de todos los tiempos. Arago, Fresnel, que interpretó los experimentos de aquél respecto al arrastre de la luz en un cuerpo transparente para un observador dotado de cierta velocidad; Michelson, Morley, Zeeman y Snetalage, han obtenido consecuencias de positivo interés para la noción física del

(1) B. Cabrera.—Principio de relatividad.

éter. La mayor exactitud que caracteriza a las investigaciones modernas, ha conducido a la conclusión de que existe interferencia, como si por parte del fluido hubiera un arrastre parcial de la luz.

Esto quiere decirnos que la propagación de la luz a través de cuerpos en movimiento, se halla en contradicción con el principio de relatividad de la mecánica clásica.

¿Pensaría Bradley al descubrir la aberración, que de su propia investigación dimanaba el curioso deseo de comprobar la existencia del *viento de éter*? No otra cosa han realizado con posterioridad Michelson, Morley, y por último Miller, quienes operando en tales condiciones que podía apreciarse una centésima del efecto producido, han obtenido un resultado negativo, esto es, que la velocidad de la luz es independiente de la dirección en que se determine, no obstante el movimiento de la Tierra; o dicho en otra forma: el éter es arrastrado por la tierra y en general por todos los cuerpos que se muevan en su seno, en contradicción manifiesta con la aberración de la luz y los experimentos de Fizeau y de Wilson. Trouton y Noble, por camino diferente al de la luz, valiéndose de cargas eléctricas, vinieron a confirmar los propios resultados.

La hipótesis del éter al derrumbarse con estrépito, abría grietas en los edificios de la Mecánica y la Física, que había que reparar con urgencia. Stokes viene en ayuda de la aberración, diciendo que el éter se comporta como un fluido sin viscosidad para los movimientos lentos y como un sólido de gran rigidez para las vibraciones muy rápidas, cuya hipótesis impugna Larmor. Boscovich quiere explicar el fenómeno diciendo que la composición de la velocidad de la luz con la de la Tierra, depende del medio en que aquélla se propaga; pero Airy deduce lo contrario, estudiando la aberración de la luz con un antejo lleno de agua. Es el mago de la física moderna, es el genial Lorentz, de quien dice Nordmann que a no ser por él no hubiese existido Einstein, quien a la vista de que sus investigaciones teóricas en electrodinámica y electromagnetismo, cuando intervienen cuerpos en movimiento, conducen a una teoría de los fenómenos electromag-

néticos, que entre sus leyes contiene la de la constancia de la velocidad de propagación de la luz en el vacío, que se hallaba en pugna evidente con el principio restringido de relatividad de la mecánica clásica; lanzó al campo de la ciencia experimental, y al de la especulativa, su magna obra de la teoría relativista para cuerpos animados de movimientos rectilíneos uniformes, con las ecuaciones de transformación que llevan su nombre y que habían de reemplazar a las clásicas de Galileo y Newton; buscando la armonía entre los dos principios que tan en contradicción se hallaban, con sólo un análisis de los conceptos físicos de espacio y tiempo.

A Lorentz se debe la determinación analítica del valor del arrastre de la luz al atravesar un cuerpo transparente, que coincide con el calculado por Fresnel; él fué quien siguiendo un camino puramente electrodinámico y basándose en las hipótesis de Maxwell y en las propias suyas acerca de la estructura electromagnética de la materia, explicó por el acortamiento que sufren los cuerpos en movimiento, de acuerdo, también, con Fitzgerald, la lógica de la experiencia de Michelson y Morley; explicó la polarización que aclara satisfactoriamente el experimento de Wilson; explica, igualmente, la experiencia de Fizeau; y apoyándose sobre las mismas hipótesis formula una teoría satisfactoria del influjo del movimiento de la Tierra sobre la luz que envían las estrellas fijas, que como las anteriores, ha sido objeto de comprobación experimental, después de haberla comprobado el principio de relatividad especial, como todos sabemos.

Tenemos, ciertamente, con las ecuaciones de transformación de Lorentz, un nuevo medio analítico representativo del éter, pero el carácter físico que a éste se había atribuído se pierde en absoluto, pues según la teoría no existe ningún sistema privilegiado que dé lugar a la introducción de tal idea.

Nuevas concepciones acerca de ella nos traen las extensiones propuestas, ante el deseo de generalizar la teoría relativista a toda clase de sistemas, sea cual fuere su movimiento, entre las que figuran, como mejor que yo sabéis, las de Lorentz, Minkowsky, Bohr, Einstein y Weyl, en las que no se sabe qué admirar más, si el genio que nos transporta a

concepciones ignoradas hasta ahora, o las vistosas galas de sus desarrollos analíticos; pues si como decía Échegaray, la Matemática es el sentido común a alta presión, forzoso es reconocer que con ellos se ha llevado la aguja hacia el final de la escala del manómetro.

Algunos proponen que existe una multiplicidad de medios cuyas propiedades son idénticas al éter y que se hallan superpuestos en cada punto del espacio; otros, como Planck y Einstein, prefieren prescindir de él. Nordmann habla de un superéter, y Cabrera dice que en el vacío absoluto de la teoría einsteniana debe quedar alguna realidad física que responda a las ecuaciones del campo gravitatorio, lo que podremos interpretar como la descripción de un éter nuevo, tan alejado del de Lorentz, como éste lo estuvo del de Fresnel; y por último, la generalización de Weyl (1) considerando al electrón y al protón como singularidades del campo electromagnético, se aproxima, mucho más, a la idea física del éter.

De otro modo, ¿cómo podemos representarnos imaginativamente esa *corriente de Maxwell*, que se hace latente en la descarga de un condensador en el vacío, y que, como sabéis, ha sido la base para el descubrimiento de la radiotelegrafía? Las ideas que hoy tenemos de la materia, de la masa y de la energía, que nos llevan a suponer a la primera como constituida por elementos vibrátiles, más o menos complejos, y de naturaleza eléctrica; esta síntesis grandiosa de un magno campo electromagnético que se nos presenta con diversas manifestaciones físicas, químicas y mecánicas; del que conocemos leyes cuya expresión es ciertamente sencilla adoptando como ejes de referencia los que introdujo Minkowski en el principio de relatividad; ha de presentarse, sin embargo, con noción algo obscura si hemos de concebirle sin soporte.

Se ve, pues, que la idea del éter se halla un poco lejos de perderse y se observa cierta lucha para poner en armonía los nuevos progresos con aquella hipótesis, debidamente modificada. Y es natural que así suceda, pues para el matemático y para el metafísico, que pueden concebir las grandes

(1) H. Weyl.—Raum, Zeit, Materie.

abstracciones, les es dable ver en las ecuaciones de transformación de la relatividad especial y de la generalizada, la expresión analítica del éter; pero para muchos físicos, y en particular para los electrotécnicos, acostumbrados a representarse los fenómenos electromagnéticos, al modo de ver de Faraday y Maxwell, y aun del propio Lorentz, queda la visión mental más cumplidamente satisfecha con un carácter objetivo y físico para el medio en que tales fenómenos se desenvuelven; algo que sea para el espíritu del electricista, como lo que las imágenes son para el alma del poeta.

Sobre la corteza terrestre y a través del inmenso cielo azul, tan propicio en todas las edades para la interpretación por el Arte como para la investigación por la Ciencia, se propagan, en radicomunicación, las ondas hertzianas, desde la estación emisora hasta la receptora. Pero también se propagan en el mismo espacio y de idéntica manera las perturbaciones perjudiciales.

Una lógica rudimentaria nos lleva a pensar que las causas perturbadoras de un campo electromagnético, deben ser de índole electromagnética, y la síntesis a que nos conduce la teoría electrónica nos obliga a considerar como tales todos los fenómenos que nuestros sentidos perciben y muchos que sobrepasan este límite de percepción; y hasta nosotros mismos no debemos pertenecer a otra categoría, a la vista de los modernos estudios electrofisiológicos, si bien en nosotros tiene el *quantum* un valor infinito, por llevar sobre sí algo sublime y divino.

A la cabeza de los fenómenos perceptibles figura la luz. De ella conocemos su teoría electromagnética, a la que nos llevan la íntima relación que existe entre el índice de propagación y la constante dieléctrica, de positivo valor para relacionar los fenómenos eléctricos con los luminosos; la casi continuidad del espectro visible con la región infrarroja, los rayos restantes de Rubens y las longitudes de onda que han podido hallarse en los laboratorios al estudiar la telegrafía sin hilos, y por el otro lado en la región ultravioleta con los

rayos X. Hablan, además, en favor de la estrecha dependencia de ambas categorías de fenómenos, los conocidos de electróptica y magnetóptica, contando entre aquéllos la liberación de electrones con la luz ultravioleta, o sea el efecto fotoeléctrico, estudiado analíticamente por Einstein; el fenómeno de Kerr, referente a la doble refracción en un campo eléctrico; la presión que ejerce el campo sobre las partículas dieléctricas esféricas de radio pequeño, esto es, la presión de radiación, estudiada por Debye y Schawartzschild, acción que ha sido admitida y desarrollada por Einstein, con una brillante comprobación en diversos eclipses; la explicación del azul del cielo según la teoría de Rayleigh, nacida de considerar al aire como un medio turbio, en el cual se verifican fenómenos de difracción; la explicación de los colores coloidales considerando la acción de las ondas sobre partículas conductoras; la de la difracción de las ondas hertzianas al considerar la proximidad de cuerpos conductores de grandes dimensiones, como la Tierra, etc., etc. Y en cuanto a la magnetóptica, bastará con recordar los clásicos experimentos de Faraday descubriendo la rotación del plano de polarización de la luz al propagarse en un campo magnético; el efecto Kerr; el efecto Zeeman directo, cuyas anomalías ha tratado de explicar Voigt, llegando a ecuaciones de las que Lorentz ha conseguido, para algunas, una interpretación mecánica, etc.

Es obligado reconocer que la teoría electromagnética de la luz, tal y como fué planteada por Maxwell, no ha podido explicar, por sí, algunos de los fenómenos citados, y ha sido preciso ponerla en armonía con los resultados de las experiencias. Es el mismo proceso por que ha pasado la mecánica de Galileo y Newton, habiéndose distinguido notablemente en la moderna extensión de la teoría de Maxwell, entre otros, Lorentz, Einstein y Bohr.

Pero que una teoría no sea suficiente para explicar un fenómeno, no quiere decir que el hecho real y observable deje de subsistir. La Cosmogonía, para citar una ciencia en la que se involucran las mayores incógnitas, no es, desde Laplace a Belot, más que una serie de rectificaciones, por no poder explicar algunos fenómenos, y no por ello deja de ser

un hecho, que todos admiramos, la existencia del Universo. Fracasan las teorías, fracasan los filósofos que las establecen interpretando el fenómeno, pero éste no fracasa jamás. Y en el caso de la luz, cuanto se ha observado, hasta ahora, le presenta como de naturaleza electromagnética.

No es de extrañar, por tanto, que Marconi pudiera descubrir que la luz producía una perturbación en la propagación de las ondas hertzianas, pues una atmósfera iluminada por el Sol aparecía más opaca a las radiaciones eléctricas, que cuando se hallaba sumida en la obscuridad; hecho que, sin embargo, no cabe atribuir exclusivamente a la luz en sí, pues en él toma parte una otra serie de fenómenos que, como la luz, contribuyen a la ionización de la atmósfera.

Sabemos que la disociación de las moléculas gaseosas con separación de cargas eléctricas, la provocan una temperatura elevada, los rayos ultravioletas que suponemos se desprenden en gran cantidad del hidrógeno inflamado que en masas importantes se halla en el Sol; pero también la producimos en los laboratorios con la descarga eléctrica a través de gases enrarecidos, con las emanaciones radioactivas, y hasta con un campo eléctrico suficientemente intenso; y con todos estos medios cuenta la atmósfera para producir la ionización del aire. Los dos primeros se presentan con toda claridad y en cuanto a la proyección de rayos catódicos por el Sol, encuentra confirmación en la observación del efecto de Zeeman inverso en aquel astro, efecto debido, probablemente, a la circulación en torbellino de electrones. Al borde de las manchas solares, nos dicen los astrónomos que existen fáculas, en las cuales se observan movimientos radiales enormes de masas gaseosas, y a la explosión correspondiente al movimiento de estas masas, puede referirse la producción de los rayos catódicos.

Esta hipótesis, al propio tiempo, aclara el paralelismo existente entre la frecuencia de las manchas solares y de las perturbaciones magnéticas terrestres. Partiendo de ella, Poincaré, Villard, Störmer y Birkeland han estudiado la desviación de los rayos al llegar al campo magnético terrestre, y el último de dichos físicos ha comprobado que lanzando un haz

de rayos catódicos sobre una esfera imantada, se encuentra una distribución de perturbaciones análoga a la que presenta el campo magnético de la Tierra; las partículas catódicas se concentran en los polos y en una faja ecuatorial, a las cuales corresponden las perturbaciones polares y ecuatoriales.

La existencia de los rayos catódicos contribuye a explicar también, la fuerte ionización de las altas capas atmosféricas por choque de las partículas catódicas, haciéndolas conductoras, lo que a su vez da consistencia a la hipótesis de Heaviside, quien admite que se halla situada una capa de esta naturaleza a una altura de 60 u 80 kilómetros y que sirve de reflector a las ondas de las estaciones radiotelegráficas y radiotelefónicas, pues el hecho de que estas ondas se incurven sobre la superficie terrestre de tal modo que permiten la comunicación con los antípodas de la estación emisora, como se ha comprobado haciendo uso de longitudes de onda de 16 kilómetros, no parece lógico atribuirlo, solamente, a fenómenos de difracción, sino a sucesivas reflexiones por medio de una capa conductora que sirve de tornavoz a las radiaciones eléctricas.

Al choque de estas partículas catódicas, verdaderas corrientes eléctricas en las altas capas de la atmósfera, se atribuye la luminosidad de las auroras polares; deben ser las corrientes que perturban el magnetismo terrestre y dan lugar a sus inducidas telúricas; meteoro y perturbación que se hallan, como sabemos, íntimamente ligados a las manchas solares.

Las emanaciones radioactivas procedentes de la tierra, son las que, probablemente, contribuyen en cierta cuantía a la muy débil ionización de las capas atmosféricas que con aquélla se hallan en contacto. En cuanto a la existencia en la atmósfera de campos eléctricos potentes, es innecesario consignar que se halla debidamente justificada; constituyendo el rayo y el relámpago las más evidentes demostraciones.

Los diversos niveles eléctricos de la atmósfera, al menos en sus proximidades a la tierra, los conocemos por la experiencia, siendo el estudio del gradiente o caída de potencial por metro de altura, uno de los más interesantes para el co-

nocimiento de las ondas parásitas atmosféricas, pero del cual poco puede decirse todavía, porque casi están sin explorar las regiones situadas sobre las grandes superficies oceánicas.

Sabemos que cuando el tiempo se muestra sereno y tranquilo, las capas atmosféricas próximas a la tierra se hallan cargadas positivamente, y que su potencial aumenta con la altura. Las superficies equipotenciales que pudiéramos considerar en el aire, conservan cierto paralelismo con la corteza terrestre, sin que en aquéllas se acuse más trastornos que los que pudiéramos prever por las leyes de la electrostática, en relación con las elevaciones y depresiones del terreno, pues tanto en las altas cimas como en las partes salientes, tales como casas, árboles, etc., las superficies equipotenciales experimentan una aproximación, a la que corresponde un aumento en el gradiente o caída de potencial por metro, mientras que en las depresiones sucede, como es lógico, todo lo contrario.

Los aparatos *colectores* puestos en relación con electrómetros registradores, que se han usado en diversos observatorios, y muy principalmente por Exner en Postdam y por Mascart en París, prueban que en las proximidades del suelo, esto es, hasta unos 50 metros de altura, la caída de potenciales es lineal, o sea que el potencial es proporcional a la altura, variando el coeficiente angular de esta recta, según que se trate de una prominencia, de una llanura o de una depresión.

Refiriéndonos siempre a observaciones de buen tiempo, recordaremos que Exner ha encontrado, que sobre una llanura, la caída de potencial por metro es de 68 voltios, como término medio, hallando 1.000 voltios a los 17 metros y 3.500 a los 48. En cambio, ha hallado el mismo observador, que en una montaña de 1.870 metros de altura, a los 3 metros del suelo el potencial valía 1.100 voltios, y a los 30 metros 9.700 voltios, lo que da para valor del gradiente 318 voltios.

La experiencia prueba que el gradiente de buen tiempo sufre, además, variaciones diurnas, mensuales y anuales, que son distintas según los lugares. Respecto al período diurno, las curvas del gradiente eléctrico del aire en Postdam, demuestran que el mínimo tiene lugar hacia las cuatro de la

mañana y el máximo de dos a cuatro de la tarde, siendo la amplitud, generalmente pequeña. En las regiones polares, en el cabo Thordsen, se halló una ola única característica por lo sencilla.

Los períodos dobles diurnos pertenecen, en su mayoría, a las llanuras; los máximos ocurren a la salida y puesta del sol; el mínimo principal a las cuatro de la mañana y el secundario a las primeras horas de la tarde, siendo digno de notar la constancia del mínimo de las cuatro de la mañana, que siempre existe, tanto en el período único como en el doble.

Según Chaveau, el máximo de la oscilación diurna, sucede a una hora aún no determinada, y los segundos máximos y mínimos los atribuye al suelo y al ambiente (proximidades de edificios, árboles, etc.). Lo propio manifiesta Exner, si bien éste atribuye el período doble a una depresión que tiene lugar a mediodía, que se origina en verano y en las regiones cálidas y secas, mediante una capa de polvo de muchos centenares de metros de altura, pues en los meses de invierno hay una tendencia a establecerse un período simple, mientras que en los de verano existe un doble período muy pronunciado.

Estas variaciones se refieren, como hemos dicho, a la electricidad de buen tiempo, pues en cuanto éste se altera, el electrómetro del colector registra movimientos bruscos e intensos alrededor de la posición de equilibrio, ocurriendo las mayores oscilaciones en momentos inmediatamente precursores de tempestad o de precipitaciones atmosféricas, registrándose también cambios de signo.

Los experimentos de Gerdien prueban que los valores del gradiente varían con la naturaleza de las precipitaciones atmosféricas. En la lluvia general y en las nevadas ligeras y persistentes, crece hasta 1.000-2.000 voltios, siendo, generalmente, negativa, y el signo de la carga de la precipitación misma es, con más frecuencia, negativo que positivo. En la lluvia de grano fino y granizo menudo, la caída alcanza valores de 4.000 a 6.000 voltios, siendo al comienzo intensamente positivo, aunque está sin dilucidar si esta propiedad

es general. En la lluvia tempestuosa, acompañada de toda clase de descargas que los sentidos perciben, el gradiente vale, con frecuencia, 10.000 voltios, y las borrascas de nieve van acompañadas también de rápidas e intensas oscilaciones. El régimen tempestuoso actúa sobre el gradiente a distancias considerables, y en todas las precipitaciones mencionadas se observan cambios de signo de la carga de la propia precipitación.

Las nieblas espesas de invierno van acompañadas de alta caída de potencial, siendo más baja la de las que se ciernen sobre el suelo en los días de otoño. Existen, por último, algunas clases de niebla que no ejercen ninguna influencia sobre el gradiente.

El estudio de la dispersión, o mejor, de la *difusión eléctrica*, ha venido a arrojar mucha luz sobre las anomalías observadas en la marcha de la caída del potencial atmosférico. Decía Linss, que el aire mismo obra como conductor, y que la Tierra perdería gradualmente su carga eléctrica en poco más de hora y media, si no recibiera nuevas aportaciones. Pero, todos sabéis, que la energía de su núcleo interno, sea sólido como nos han dicho Reyer, Cortázar, y otros eminentes geólogos; sea líquido, como ha preconizado Arrhenius; sea con un notable predominio de la materia gaseosa, como hoy comienza a admitirse; pero siempre con una energía latente que constituye una pobre herencia de la fuerza cosmogónica que aún no ha muerto, pues los sismógrafos nos acusan a cada momento sus latidos; todos sabéis, repito, que además de esta fuente de energía, que si queréis puede ser pequeña a los efectos que consideramos, tenemos esa otra maravillosa que representa el flujo electrónico que recibimos del Sol; de esa magnífica lámpara Fleming que constituye el sistema Sol-Tierra, que con el manto piadoso de sus rayos, libra a nuestro diminuto planeta de la tremenda catástrofe de perder su carga eléctrica.

Desde las experiencias de Elster y Geitel, realizadas con su dispersómetro, sabemos que la causa principal de que pierdan su electricidad los cuerpos eléctricamente cargados y aislados, estriba en los iones libres que el aire posee, aun en con-

diciones normales; habiéndose podido determinar que la pérdida eléctrica media, en las llanuras, es de 1'3 por 100 de la carga inicial, por minuto; siendo, aproximadamente, la misma para las cargas positivas y negativas. En las alturas se han hallado valores mucho más elevados, y se ha comprobado que la difusión negativa es más rápida. Por ejemplo, en el Mont-Blanc, a una altitud de 4.810 metros, la difusión negativa fué 40 veces la positiva, hecho que demuestra que en los picos elevados el número de iones positivos debe ser extraordinario, lo que se explica por la gran densidad que debe tener la carga negativa a tales alturas, según las leyes de la electrostática.

Reconocieron, además, que la dispersión al aire libre es tanto más pequeña, cuanto menos diáfano y transparente sea aquél, como ocurre con la niebla; hecho que se ha tratado de explicar diciendo que los iones con aire húmedo o polvoriento experimentan un aumento de masa y superficie que rebaja más o menos su velocidad en el campo eléctrico terrestre, por lo que la velocidad de descarga del disperson es más pequeña, explicación que, ciertamente, no deja muy satisfecho al espíritu, pero el hecho en sí se halla comprobado por lo que hemos dicho al hablar de ciertas nieblas que no ejercen ninguna influencia en la caída del potencial atmosférico, y viene a explicarnos la razón de por qué este meteoro no parece tener ninguna importancia en la propagación de las ondas hertzianas usadas en radiocomunicación, ya que no origina perturbaciones que aminoren la distancia de emisión o que requieran un aumento de energía para salvarla.

Con el *aspirador* de Ebert se ha determinado que en nuestras regiones, un metro cúbico de aire posee una carga eléctrica, a causa de los iones, que equivale a media unidad electrostática, lo que da idea de la enorme carga absoluta que reside sobre nuestro planeta.

Observando en los mismos días el curso experimentado por la difusión aeroeléctrica y el del gradiente de potencial atmosférico, se ha comprobado que dichos fenómenos siguen una marcha casi exactamente opuesta, como era lógico prever, pues cuanto mayor es la proporción de iones que el aire

contiene, tanto mayor es su conductibilidad, y por lo tanto, hay que esperar diferencias de potencial más pequeñas, y al contrario. Presenta la difusión un período normal diario y otro anual, que en general, siguen, como decimos, una marcha inversa a la del gradiente. El período anual tiene su máximo en los meses de verano y es mínimo en los de invierno, hecho que nos explica, satisfactoriamente, las anomalías que según las estaciones anuales encontramos para la transmisión y recepción.

En cuanto a la variación diaria, las observaciones realizadas en Innsbruck y Kremsmünster revelan que existe un período doble, teniendo lugar el máximo principal poco después del mediodía y el secundario a las tres de la mañana; las dos mínimas, de la misma intensidad, aproximadamente, ocurren a las siete de la mañana y de la tarde, respectivamente.

Con su aparato registrador obtuvo Lüdeling, en Postdam, valores de la marcha diaria del fenómeno, durante días normales y libres de nubes, que representado gráficamente tiene también dos ondas, cuyo máximo principal sucede en las primeras horas de la tarde y el mínimo de diez a once de la noche. Entre cinco y siete de la mañana, tiene lugar un máximo secundario, y entre ocho y nueve de la misma un mínimo también secundario.

Dentro del reducido marco de las experiencias realizadas, vemos que en términos generales, hacia la salida y la puesta del Sol, se observan en la difusión aeroeléctrica y en el gradiente de potencial, considerables variaciones, y ello es bastante para justificar las perturbaciones, que hacia tales horas se dejan sentir en la transmisión de las señales, por las estaciones de radiocomunicación.

Parece ser que entre la difusión y la presión atmosférica, existe también una estrecha dependencia. Elster y Geitel, entre otros, han demostrado que el aire que sale del suelo está ionizado, hecho que se atribuye a las substancias radioactivas que la corteza terrestre contiene. Dicho aire ionizado, al pa-

sar por los capilares de la tierra, emite, según Ebert (1), descargas negativas que reciben las paredes de éstos, al paso que el aire con iones positivos en exceso, después de emanar de la tierra, sube a las altas capas atmosféricas llevado por el viento y las corrientes ascensionales. De este modo explica el profesor de la Escuela técnica superior de Munich la carga negativa de la tierra y los gradientes dirigidos hacia arriba, que sólo se perturban por las precipitaciones atmosféricas o por circunstancias anormales. También aclara esta hipótesis el paralelismo que existe entre las variaciones de la presión y el fenómeno de la difusión: Cuando baja el barómetro, sale aire del suelo en grandes cantidades, y la difusión aumenta. Cuando aquél desciende, sucede todo lo contrario.

Pero la electricidad de buen tiempo, con una carga negativa para la tierra y con potenciales crecientes con la altura, sujetos a pequeñas variaciones, sería un fenómeno casi estático, sería un mar sin oleaje y estaría en contra de la Vida misma, que no es más que una serie de manifestaciones dinámicas. Son, pues, necesarias las perturbaciones, y de cumplir este noble cometido se encargan también los iones, que a estos efectos son algo así como las vitaminas del mundo biológico, de las que con tanta maestría nos habla nuestro ilustre Presidente, el sabio Dr. Rocasolano.

El primer paso para el desequilibrio eléctrico local y para la posterior perturbación de numerosas estaciones receptoras de ondas hertzianas, le da la formación de una nube. Los experimentos de Wilson y de Thomson para determinar, por primera vez, la carga eléctrica de los iones, no sólo sirvieron para dar consistencia a la hipótesis de la estructura atómica de la electricidad, tan sugestivamente expuesta por el célebre profesor de la Universidad de Cambridge en sus famosas conferencias en la de Yale (2), como confirmación de la teoría de los electrones lanzada poco antes por Lodge (3) y después perfeccionada por Lorentz; sino que constituyeron una evi-

(1) Ebert.—Die anomale Dispersion und ihre Bedeutung für Astronomie.—Leipzig.

(2) J. J. Thomson.—Electricity and Matter (traducida al francés).

(3) Lodge.—On electrons.

dente prueba de cómo en el aire sobresaturado de humedad y sometido a acciones eléctricas, podemos obtener una nube. Aitken ha demostrado que la condensación del vapor de agua es muy difícil de conseguir en aire privado de polvo, y de aquí que se haya apelado al polvo atmosférico y a los vapores nitrosos que la atmósfera contiene, para considerarlos como núcleos de condensación. Pero si existen iones en el aire sin polvo, también se forma una nube alrededor de ellos, aunque la sobresaturación sea mucho menor que la necesaria para producir un efecto apreciable cuando aquéllos no existen. Nos dice, además, la experiencia de Wilson, que los iones negativos se instituyen en núcleos de condensación con un grado de sobresaturación menor que el que requieren los positivos, lo que ya nos explica, si consideramos al aire sobresaturado de humedad en marcha ascendente desde el suelo y a través de la atmósfera, que exista predominio en la carga negativa que la lluvia envía a la tierra, por condensarse el vapor de agua primeramente sobre los iones negativos, con lo cual podría explicarse la carga negativa de aquélla. Nos dice también, que el signo de la precipitación puede cambiar, como en realidad sucede, y por último, nos enseña la posibilidad de tener cargas eléctricas en libertad, con lo cual ocurrirán en la atmósfera fenómenos eléctricos y electromagnéticos en todo semejantes a los que se producen en los laboratorios.

Aparecerá, en seguida, la electrización por influencia, y como la conductibilidad del aire seco, o al estado neutro, es incomparablemente menor que la de las nubes ionizadas, podemos considerar a éstas como semi-conductoras y a aquél como dieléctrico, con lo cual siempre que el aire se interponga entre dos nubes cargadas con distinto signo o entre una nube y la tierra, tendremos un condensador. El aire, en estas condiciones, es el heraldo que anuncia el paso del rey de los meteoros: la chispa eléctrica, que en todos los tiempos ha obligado al hombre a elevar la vista al Cielo para admirar la grandeza de la Creación.

Bastará que el viento aproxime las dos nubes hasta llegar a la distancia explosiva, o que la diferencia de potenciales

entre aquéllas vaya en aumento para salvarla, si se mantienen en reposo, para que salte el relámpago; o el rayo, en el caso de que se considere la tierra y una nube.

Obtenida la separación de las cargas eléctricas por medio de las precipitaciones atmosféricas, el fenómeno de influencia juega tan importante papel, que un cúmulus de 1 kilómetro de radio y a 3 kilómetros de altura sobre la tierra, puede producir en ésta un gradiente de potencial de 11.000 voltios, es decir, el mismo valor que se observa en tiempo tempestuoso.

Me he detenido en estas consideraciones tan elementales, para valerme de ellas a modo de perífrasis, que me permita ahora dedicar unas palabras, a un fenómeno derivado de esas acciones, que tiene una frecuente y peligrosa actuación en nuestro Pirineo oscense, el Pirineo gigante, desde el que aparece Aragón como digno pórtico de España. Me refiero al *choque de retroceso*, que se prepara cuando una nube fuertemente cargada, se aproxima a aquellos escarpados y arrogantes picos, determinando en ellos grandes niveles eléctricos, por el poder de las puntas. Si otra nube, arrastrada impetuosamente por el viento, descarga a la primera, y mejor aún, si la cambia de signo, la carga de la tierra trata de restablecer rápidamente el equilibrio, pero por el fuerte choque de los iones repelidos, o dirigidos bruscamente en el sentido de los potenciales decrecientes, esto no se consigue más que a expensas de un efluvio acompañado del viento eléctrico y de los ruidos característicos. Es el lago, es el gran depósito a quien se le derrumban las paredes y el agua se ve obligada, por esta causa, a saltar en imponentes cascadas. Las piedras, los arbustos y todos los cuerpos puntiagudos son asiento de descargas, que en ocasiones se han hecho visibles, y cuya intensidad ha llegado a ser tal, que han producido la fusión de los clavos del calzado. A este fenómeno atribuyo diversos efectos que se han observado en las Minas de Parzán, situadas en la Montaña Liena, y tal vez puedan referirse a él algunos de los accidentes desgraciados que han sucedido en el Pirineo.

Todavía intervienen, a nuestro juicio, dentro de la actividad eléctrica de la atmósfera, una nueva categoría de fenómenos. Nos referimos al efecto fotoeléctrico y a la electroforesis. Del primero, basta recordar su naturaleza; Cuando una superficie metálica se ilumina con luz ultravioleta, desprende electrones, cuya emisión se facilita cargando el metal a un potencial elevado. El efecto Hollwachs se manifiesta también en ciertos líquidos; el agua es insensible, pero le produce cuando contiene trazas de anilina, habiéndose comprobado que se verifica hasta en el vacío más intenso que ha podido obtenerse. Einstein y Sommerfeld le han estudiado analíticamente, encontrando que el salto de potencial es de 6,3 voltios.

El efecto fotoeléctrico selectivo de Pohl y Pringsheim, se ha observado, como sabéis, en los metales alcalinos y alcalino-térreos, principalmente, habiendo servido a Lindemann, que lo ha teorizado como fenómeno de resonancia, para deducir que los electrones giran alrededor de los átomos, según la tercera ley de Kepler.

Al efecto fotoeléctrico se atribuye hoy la fluorescencia, pero dada la composición mineralógica de la superficie terrestre y la naturaleza de nuestra atmósfera, yo concibo que sea producido sobre los corpúsculos metálicos por las radiaciones ultravioletas del Sol.

Los estudios de electroforesis y en particular las deducciones que pueden obtenerse por la ley de Cotien para los dieléctricos, según la cual en el contacto de dos substancias se carga positivamente la de mayor constante dieléctrica, parece que llevan también a pensar que desde el momento en que en la atmósfera tenemos partículas materiales de diversa naturaleza, agitadas por los vientos, o en condiciones de cierto reposo, según las regiones, y agua procedente de las precipitaciones atmosféricas, sean también posible los fenómenos de anaforesis y cataforesis, de modo análogo a como se producen en los laboratorios, si bien en este sentido nada se ha dicho todavía.

Hemos visto que, por acciones diversas, tenemos en la atmósfera un estado constante de ionización, y ya hemos dicho que el aspirador de iones de Ebert ha valido para determinar la carga eléctrica, a ellos debida, por metro cúbico de aire, debiendo añadir ahora, que sensiblemente tiene el mismo valor al ras de tierra que a una altura de 6.000 metros, según se ha observado con elevaciones en globo, y para electricidad de buen tiempo. Ahora bien, estos iones, sea por la acción de fuerzas eléctricas o magnéticas, sea por la acción de los vientos, se hallan en movimiento, singularmente en régimen tempestuoso. Pero las experiencias de Rowland y de Pender, nos dicen que un cuerpo electrizado en movimiento produce los mismos efectos magnéticos que una corriente. Si se considera una sucesión de cargas iguales desplazándose con un movimiento uniforme, se tiene el equivalente de una corriente continua. Toda aceleración o retardación del movimiento lleva consigo un nuevo fenómeno: la inducción electromagnética y en los momentos de aceleración o de retardación del flujo eléctrico, existe radiación de ondas electromagnéticas que se alejan progresivamente del eje de la perturbación.

Las atracciones y repulsiones de los iones, en virtud de su signo, y hasta las precipitaciones atmosféricas por razón de la gravedad, deben pertenecer, por tanto, a esta categoría de fenómenos y producirán ondas electromagnéticas que influirán en el magnetismo terrestre, con carácter perturbador, así como en las corrientes telúricas y en las estaciones de radiocomunicación.

Ahora bien, por lo que a la lluvia se refiere, las medidas realizadas permiten ver que no se trata más que de débiles corrientes, lo que viene a explicar que este meteoro, cuando se produce sin descargas eléctricas de ruptura, no tiene para la comunicación inalámbrica, un gran papel perturbador; el cálculo arroja que la condensación de la nube en gotas de lluvia puede producirse a unos 1.400 metros, y esta es, realmente una altura pequeña, una pantalla que puede penetrar sin gran difracción la propagación de las ondas industriales.

Mayor importancia pueden tener las corrientes de alta frecuencia en las altas regiones atmosféricas, y las que se produzcan en otras más bajas, aun en tiempo seco y bueno por el polvo cargado, o simplemente por las corrientes de aire con cargas diferentes que varían rapidísimamente de potenciales.

Pero el agente perturbador, por excelencia, le constituye la chispa eléctrica. Si alguna duda hubiéramos tenido de que la descarga afecta la forma oscilante, el aparato de Popoff la hubiese desvanecido, demostrando cómo actuaba sobre el radio-conductor de Branly, por intermedio de las ondas electromagnéticas que ella produce, en todo equiparables a las que podemos obtener con nuestros circuitos oscilantes, llevándonos la gran ventaja de su incomparable intensidad; la eterna ventaja que siempre nos llevan todos los fenómenos que se producen en el magno laboratorio de la Naturaleza, del que los nuestros no son sino una ridícula y mezquina parodia. Por los efectos magnéticos que el rayo produce, se ha venido en deducción de que su intensidad máxima, dando a este concepto el sentido que tiene en el estudio de las corrientes alternas, es decir, el valor del cual dependen, entre otros, los fenómenos magnéticos, es del orden de 10.000 y aun de 20.000 amperios.

Es, pues, la descarga atmosférica una estación emisora de ondas amortiguadas, con la cual no se puede competir. Ha de ser causa constante de perturbación de nuestras pobres estaciones receptoras y nuestros esfuerzos sólo pueden orientarse en el sentido de lograr el medio de que su pernicioso influjo sea lo más pequeño posible, ni más ni menos que como hemos hecho para proteger a las instalaciones eléctricas de baja frecuencia contra las sobretensiones peligrosas, pues para las descargas atmosféricas directas e intensas no podemos hacer más que limitar la zona de avería, y reducir su importancia.

Estando constituida la atmósfera, como hemos visto, por un dieléctrico tan imperfecto como es el aire, dotado de una

cierta conductibilidad, variable de un punto a otro, y de uno a otro momento, y siendo ella un abundante manantial de fenómenos eléctricos, muchos de ellos de índole vibratoria, no es de extrañar que afecten, en la medida que nos dice la experiencia, a las estaciones radioeléctricas. Aparte de las anomalías debidas a un material defectuoso, a un montaje inadecuado, y a una manipulación poco experta, que se dejan sentir, principalmente, en las pequeñas estaciones de aficionados, existen otras, de carácter general, únicas, claro es, que en estos momentos debo considerar.

La intensidad de las señales recibidas de una misma estación radiotelegráfica, por ejemplo, para una determinada potencia emitida por su antena se halla sujeta a considerables variaciones. Suelen ser dobles durante la noche que por el día, o lo que es lo mismo, para una misma estación emisora y una potencia determinada, el alcance o longitud de la emisión es doble durante la noche que por el día; observándose en ocasiones, y singularmente con las ondas cortas, el fenómeno del "fading", el decaimiento o disminución lenta de la señal para subir de nuevo a su valor primitivo, sin razón aparente, sin que nada haya variado ni en la estación emisora ni en la receptora, fenómeno misterioso, que es mucho más acusado en unas regiones que en otras, y del cual no se ha dado ninguna explicación convincente.

A la salida y a la puesta del sol se observan también diferencias en la intensidad de las señales, y lo propio sucede de una a otra época del año, pues en invierno son más intensas que en verano. De aquí se deduce que la comunicación será más variable cuando la estación transmisora y la receptora se hallan en lugares en que los días solares y las estaciones anuales se encuentren muy distanciados entre sí.

La lluvia y la nieve no ejercen ninguna influencia, y en cuanto a la niebla, parece como que facilita la propagación, como ya anteriormente habíamos anunciado.

La naturaleza del suelo también actúa en la variación de la intensidad de las señales. Los edificios, árboles, montañas, etcétera, pueden ser obstáculos para la propagación de las ondas, sobre todo si éstas son de corta longitud, pues aquéllas

se deforman, sufren una difracción, dan lugar al nacimiento de corrientes y se ocasiona una pérdida de energía, variable según la conductibilidad del suelo. Si éste es buen conductor por hallarse húmedo, por ejemplo, o por tratarse de corrientes de agua dulce, o del mar, las ondas se reflejarán de un modo considerable, si su frecuencia lo permite, pero si el suelo es mal conductor, el campo eléctrico a una gran distancia no es normal a la superficie de la Tierra, sino que, según las experiencias de Zenneck, se halla inclinado en la dirección de la propagación, resultando, por tanto, una reducción de la amplitud, que será tanto mayor cuanto más seco o menos conductor sea el suelo y cuanto más pequeña sea la longitud de onda empleada.

La mayor parte de estas anomalías se explican satisfactoriamente, con la hipótesis de la capa de Heaviside y con las ideas que hemos expuesto acerca del gradiente de potencial y de la difusión aeroeléctrica. No creo que haga falta para explicar las variaciones de las señales del día a la noche, por ejemplo, llegar a la hipótesis de Nagaoka, quien supone que durante el día la capa ionizada se hallará a una altura de una centésima del radio terrestre y durante la noche a una altura doble de ésta. Durante el día la influencia de las condiciones meteorológicas provoca pliegues de la capa, dando lugar a difracciones. Durante la noche, los pliegues son menores y, por tanto, aquéllas. Es, sin duda, una hipótesis ingeniosa, pero de la cual creo que puede prescindirse, pues basta con que la capa exista para pensar que tienen que existir difracciones, ya que aquélla no estará, no puede estar, netamente delimitada por su parte inferior, y es suficiente que sepamos que durante el día la atmósfera se halla más ionizada para justificar que la propagación ha de ser peor que durante la noche, en la que aquello no sucede. Este modo de ver justifica de paso el que las parásitas sean más enojosas durante la noche que por el día, puesto que si las ondas útiles se propagan mejor durante la noche, es natural que lo propio les suceda a las vagabundas. Y por último, demuestra la conveniencia de trabajar con ondas largas durante el día, por hallarse menos afectadas por el fenómeno de la difrac-

ción. El espigón de un puerto es opaco a las radiaciones luminosas, pero es salvado, sin dificultad, por las olas marinas, de muchísima mayor longitud de onda; burda analogía que nos da idea del diferente comportamiento de las ondas para salvar los obstáculos que se les presentan.

Se observa, además, que las parásitas son más enojosas en verano que en invierno, en los trópicos que en las regiones templadas, en los países de clima tempestuoso que en los que no lo son; consecuencias obligadas después de lo dicho acerca de la electricidad atmosférica. Las tempestades son más propias del verano que del invierno y de los climas cálidos que de los fríos. El hecho de que sean más molestas en el sentido Europa-América que en el opuesto, según manifiesta M. Reynaud y como pueden comprobarlo todos los experimentadores; hasta el extremo de que un corresponsal francés o español de una estación americana de 200 kw deberá disponer de una potencia de 500, no ha hallado, hasta ahora, explicación convincente.

Por último, son más numerosas y más fuertes, cuanto mayor es la longitud de onda empleada; y se explica que así suceda por cuanto que la frecuencia de las descargas atmosféricas no debe ser exagerada, y por consiguiente, también producirán ondas largas.

Pero a toda otra consideración se ha antepuesto la necesidad de salvar grandes distancias, pues si esto no sucediese la radiocomunicación no tendría razón de existir. Y para conseguir este objeto, nada mejor que hacer uso de las grandes longitudes de onda, que salvan con facilidad, por decirlo así, todos los obstáculos, longitud que en las últimas instalaciones ha llegado a la respetable cifra de 20.000 y 25.000 metros. Esto requiere que el período propio de oscilación de la antena sea muy grande, pues ha de ser del orden de la onda, y para ello se necesita, según la conocida fórmula de Thomson, suponiendo que la resistencia ohmica sea despreciable delante de la de autoinducción:

$$T = 2 \pi \sqrt{L \cdot C}$$

que la antena tenga una considerable autoinducción y una respetable capacidad.

Pero, por otra parte, la fórmula experimental de L. W. Austin-Cohen (1), deducida de una serie de ensayos entre Brant Rock y los acorazados americanos en el Atlántico, para distancias de hasta 1.850 km. y transmisiones sobre el mar, como decimos; de día y con ondas amortiguadas, con antenas en forma de paraguas en Brant Rock y antenas a bordo en T, con intensidades eficaces de emisión que variaban entre 7 y 30 amperios, y, por último, con longitudes de onda variable entre 300 y 3.750 metros, cuya expresión analítica es:

$$I_r = 4,25 I_t \frac{h_1 h_2 e^{-\frac{ad}{V\lambda}}}{\lambda d}$$

en la que

I_r = Intensidad eficaz en la recepción, al pie de la antena, en amperios.

I_t = Intensidad eficaz de la emisión, al pie de la antena, en amperios.

h_1 = Altura de la antena de emisión en kilómetros.

h_2 = Altura de la antena de recepción en kilómetros.

λ = Longitud de onda en kilómetros.

d = Distancia entre las estaciones, en kilómetros.

a = disipación = 0,0015.

(I_r atraviesa una resistencia total de 25 ohmios).

(El factor $\frac{4,25}{d} e^{-\frac{ad}{V\lambda}}$ es el denominado factor de disipación), aunque no comprende todos los casos que se pueden presentar, ni mucho menos, nos sirve de primera aproximación, y es hasta ahora, en este sentido, la fórmula clásica para este género de cálculos. Hay que hacer la salvedad, de que actualmente, con las ondas entretenidas, que permiten emitir señales más intensas, la distancia entre las dos esta-

(1) P.Maurer. Radiotélégraphie et radiotéléphonie.—Paris.

ciones podría ser considerablemente aumentada con el mismo gasto de energía.

Pues bien, como mera aproximación, si así lo deseáis, nos demuestra esta fórmula, que la intensidad de la señal recibida es proporcional al producto de las alturas de las antenas, de manera que si la de la estación receptora fuese geométrica y eléctricamente igual a la de la emisora, sería proporcional al cuadrado de la altura. Esto nos hace ver la necesidad que tenemos de antenas elevadas.

Resumiendo y compaginando las dos fórmulas citadas, vemos que la antena ha de ser alta, ha de tener una gran autoinducción, que no nos conviene, sin embargo, exagerar, aunque venga a aumentar la longitud eléctrica de la antena, porque siempre supone un aumento de resistencia y por el desagrado con que recibe a las corrientes de alta frecuencia; y por último, ha de presentar una notable capacidad. La resistencia óhmica convendrá, evidentemente, que sea la menor posible. La autoinducción la lograremos con resistencias adecuadas, la capacidad la favoreceremos haciendo que la antena sea multifilar, con lo que también disminuimos la resistencia óhmica.

De este modo se ha conseguido que la conocida antena de la Torre de Eiffel, haya pasado a ocupar hoy un lugar muy secundario. El gigante se ha convertido en un enano. ¿Qué representa, en efecto, esta antena formada por seis cables que se reúnen en uno que penetra debajo de los jardines del Campo de Marte, si la comparamos con la de Long Island, soportada por 6 castilletes de 200 metros de altura y con una longitud de 2 km.? Pero también ésta ha quedado desplazada por la de Burdeos, que se halla soportada por 8 torres metálicas de 250 metros de altura y cubriendo una superficie de 45 hectáreas, con una potencia en la antena de 500 kw.

Hace unos 5 años, parecía que con esto se había llegado al límite del sacrificio para una explotación industrial; pero, recientemente, se construye la estación transcontinental de Sainte-Assise, a 40 kilómetros de París, provista de una antena en capa, sostenida por 16 castilletes de hierro laminado de 250 metros de altura, esparcida a lo largo de una zona

de 3 kilómetros de longitud por 400 metros de anchura. ¡120 hectáreas de superficie cubierta por la antena! La cantidad de cables de bronce empleada en ella representa una longitud de 60 kilómetros. La potencia en la antena es de 1.000 kw. y la longitud de onda 20 kilómetros.

Recuerdo estas cifras para venir a una lógica conclusión. Las dificultades de orden técnico para la radiocomunicación, que en fin de cuentas es un radiotransporte de energía, pueden considerarse como resueltas, pues desde el momento en que se construyen alternadores de alta frecuencia de 500 kw. y se está a punto de lanzar al mercado lámparas termiónicas de 1.000 kw. que seguramente competirán, con ventaja, a aquéllos, no existe ninguna limitación técnica para la potencia de la central. Pero el aspecto económico de la cuestión no se presenta tan favorable, pues la construcción de una antena de esta naturaleza asciende a millones de pesetas y esto ha de constituir, de seguir por este camino, un poderoso freno que detenga la marcha acelerada que ha tomado la radiocomunicación en estos últimos años. Sin embargo, no me atrevo a insistir mucho en este punto, porque tal vez el tiempo nos depare nuevas sorpresas.

Por otra parte, la antena es la mano amiga que tendemos a la electricidad atmosférica para pactar con ella un trato de favor; es una elegante cometa de Franklin que elevamos al aire para ser juguete del fenómeno de la influencia, y si el espíritu sentimental del descubridor de la electricidad atmosférica, le hizo derramar unas lágrimas al contemplar la chispa que salía de la llave, seguramente tendría ahora, para nosotros, una irónica sonrisa al escuchar nuestros lamentos, sobre las perturbaciones que las parásitas de la atmósfera introducen en las estaciones de radiocomunicación. La idea de antena, tomada por Marconi del aparato de Popoff, a quien llegó después del proceso evolutivo que tuvo por origen la cometa de Franklin, lleva, por nacimiento, el estigma de la perturbación.

¿Qué son el ya antiguo aparato de Popoff, o el "electroradiógrafo" de Lera, o el "electroradiófono" de Tommasina, utilizados para la previsión del tiempo, más que estaciones

receptoras de los *radiogramas* y *radiofonemas* que la atmósfera nos envía? Y llegado a este punto, resulta curioso oír al propio M. Tommasina su narración de una tempestad observada con el electroradiófono: “El 29 de Septiembre —dice este ilustre inventor—, hasta el mediodía, el tiempo había sido hermoso, pero el electroradiófono, desde la mañana, indicaba por ruidos muy variados y por ligeros choques muy netos, las descargas que se producían, ciertamente, a distancias muy grandes. Hacia las dos, el timbre comenzó a sonar y en el teléfono yo escuchaba ruidos cada vez más enérgicos. Los había que recordaban a ciertos truenos prolongados; eran descargas numerosas muy próximas y de intensidad variable. En seguida, el timbre da señales menos distantes entre sí, y a las tres y media he tenido que dejarle fuera de circuito; no cesaba de sonar. Los relámpagos se hicieron visibles, grandes nubes comenzaron a formarse por casi todas partes, ningún trueno se oía aún, pero en el teléfono los ruidos, cada vez más intensos, se modificaron de golpe; yo oía algo así como una crepitación muy unida, igual y continua; algunos instantes después comienza la lluvia y al mismo tiempo el primer trueno se hizo oír muy enérgicamente. Apenas había quitado las conexiones cuando estalla una tempestad inaudita; trombas de agua barrieron las calles, los relámpagos se suceden sin interrupción y el rayo cae en lugares muy próximos. Más tarde he podido escuchar todavía en mi aparato las últimas descargas muy lejanas hasta su completa desaparición”. Y aparte dice: “Cuando el tiempo cambiaba sin que hubiese tempestad, yo oía siempre, a pesar de ello, la crepitación característica que acabo de mencionar, hecho que he comprobado hasta doce horas antes de la caída de la lluvia”.

Este interesante relato no ha perdido su actualidad, aunque data de unos 20 años, pues ahora, como entonces, las perturbaciones electromagnéticas de la atmósfera siguen siendo el peor enemigo de la radiocomunicación. Con claro conocimiento de la realidad ha dicho recientemente el eminente profesor Fleming, que el problema de la eliminación total de las parásitas, es el más importante de todos los que presenta

la T. S. H. a gran distancia, y yo creo que no hubiese incurrido en exageración, aunque hubiese suprimido estos dos últimos vocablos, pues el problema se plantea por igual a las pequeñas estaciones que reciben de corta distancia, y con mayor razón si efectúan la recepción con antena.

¿De qué medios nos valemos para contrarrestar su pernicioso influjo? La simple enunciación de los propuestos sería suficiente para proporcionaros un cansancio excesivo, y esto no correspondería, cortesmente, a la atención que me dispensáis. Por ello, y a modo de resumen que me permita obtener deducciones de un alto valor en el momento actual de la T. S. H., me limitaré a tender una rápida ojeada sobre los que, singularmente, han merecido la sanción de la práctica.

Por cuestión de principio, se concibe que no han de ser más que un mero paliativo. En efecto; las ondas eléctricas, como las caloríficas, como las luminosas, de las que no se diferencian más que en su frecuencia, y, en general, como todas las que estudiamos en la teoría de los movimientos vibratorios de la Física, se hallan sometidas al fenómeno de la interferencia. Considerando el caso de la composición de las vibraciones armónicas superpuestas, como típicamente elemental, encontraremos que la antena receptora se hallará solicitada a vibrar, no solamente por la onda fundamental de la estación emisora, que nosotros queremos percibir, sino también por las armónicas que aquélla pueda tener; por las ondas que emitan todas las estaciones con sus armónicas correspondientes; y, finalmente, por todas las ondas electromagnéticas que la atmósfera le envíe. Los factores selectivos que integran la estación se encargan de eliminar, en mayor o menor grado, las perturbaciones, considerando como tales a las ondas que no deseamos percibir; pero para que no pudiese llegar a nuestro oído más que la onda útil y fundamental, sería preciso que dispusiésemos de un medio físico que fuese para la eliminación de las ondas perturbadoras algo así como es el teorema de Fourier en el orden analítico, que nos permite descomponer la función periódica compleja en una suma de funciones simples, cada una de las cuales tiene su correspondiente expresión algebraica que la distingue de

todas las demás, y a la cual ya podemos tratar separadamente; en una palabra, algo análogo al vidrio ideal de la óptica, rojo, por ejemplo, que detuviese todas las radiaciones y no dejase pasar más que las rojas.

Esto no quiere decir que los electricistas no dispongan de medios para construir *filtros electromagnéticos*, pues la fórmula de Thomison no es, analíticamente, más que la expresión de uno de estos filtros selectivos, ya que nos dice que para una longitud de onda dada, únicamente habrá resonancia en los circuitos oscilantes, cuya autoinducción y cuya capacidad respondan a la relación que ella expresa. Según esto, la selección y sintonía puede ser perfecta en teoría, pero en la práctica, aunque en las estaciones de recepción perfeccionadas existen diversos órganos de precisión, cuyas regulaciones son extremadamente delicadas, no lo son tanto como para obedecer a una precisión absoluta, y aunque lo fuesen, no responderían perfectamente, porque las hipótesis que formulamos al establecer las teorías, para simplificar sus desarrollos analíticos, no concuerdan siempre con la realidad de los hechos. Por esto resulta extraordinariamente difícil separar, por así decirlo, la onda útil de las que se le aproximan en frecuencia.

Para expresarme con mayor claridad, me referiré a un caso concreto. Si tenemos una estación receptora de pequeña potencia, que constantemente es perturbada por una estación emisora que se halla próxima, dispondremos de un medio sencillo, que se deduce de cuanto acabo de decir, para libranos de su pernicioso influencia. Conocida su longitud de onda, podremos hacerlas resonar en un circuito oscilante derivado de la antena, antes de que *pasen* al detector. Se concibe que por este procedimiento podríamos conducir a tierra, directamente, las corrientes debidas a todas las ondas parásitas. Pero de no hacer uso de un circuito oscilante para cada frecuencia, cosa verdaderamente absurda para las pequeñas estaciones, apenas si conseguiríamos más que una gran complicación y un considerable dispendio económico. Sin embargo, como hemos dicho, el procedimiento es útil para librarse de una emisión determinada y para transmisión por

hilo ha sido aplicado este principio de *cadena filtrante*, hace unos tres años, a algunas líneas de la red Bell de los Estados Unidos, para telefonía de alta frecuencia, en circuitos que transmiten simultáneamente cuatro comunicaciones telefónicas y diez telegráficas duplex. Los circuitos locales de las pequeñas estaciones no obedecen a otro principio.

Hay que contentarse, actualmente, con otros medios de lucha, no tan complicados, pero quizás no más económicos. Cuando la estación emisora lo permite, la solución suele ser la instintiva en todo el que habla y no es oído por su interlocutor: forzar la intensidad, aumentar la potencia en la antena emisora. Esto conduce a aplicar a la antena una energía de 2 hasta 8 veces la normal, existiendo ocasiones en que ni esto basta para vencer a las parásitas, cosa perfectamente lógica, puesto que ya hemos dicho que la intensidad de una descarga eléctrica es de varios miles de amperios, y por mucha que sea la absorción que sus ondas experimenten antes de llegar a la antena que consideramos, se concibe que si su frecuencia es próxima a la de las ondas útiles, la amplitud de estas últimas se hallará sometida a una gran alteración.

Se preconiza desde el comienzo de la radiotelegrafía, como deducción natural de los estudios teóricos, que concuerda perfectamente con lo que anteriormente he dicho, que la recepción será tanto mejor cuanto más puras sean las señales emitidas. Es un consejo leal, pero que no siempre se puede cumplir. Para establecer la teoría, partimos del supuesto que cuando la carga eléctrica vibra por el influjo de acciones exteriores, lo efectúa según un movimiento armónico simple, que se expresa por una sencilla función sinusoidal, y aunque sabemos que esto, generalmente, no sucederá con esta sencillez, podemos pasar adelante porque el teorema de Fourier nos abre hondadosamente el camino y retira todos los obstáculos. Pero en la práctica, nos basta saber que el movimiento es en realidad una función periódica y compleja del tiempo, para que, en virtud del propio teorema de Fourier, pensemos en la existencia de armónicas de la onda fundamental, y ya con esta noción podemos dar por seguro que no sólo existe una pérdida de energía, sino una causa de perturbación.

Argumentaré con un ejemplo sobradamente conocido. En el estudio de las corrientes alternas, consideramos, para dar mayor sencillez a un aparatoso cálculo analítico, que el campo magnético es uniforme en la región donde se mueve la espira, y que la permeabilidad del medio es constante; lo cual nos permite deducir, para expresión de la fuerza electromotriz y de la intensidad de la corriente, una función sencilla sinusoidal del tiempo. Pero si esto en teoría puede considerarse como una primera aproximación, y ella es bastante para los cálculos concernientes a los alternadores industriales, no lo es menos que, en general, la ley de la tensión es más compleja, y que muchos de éstos no dan verdaderas sinusoides, sino curvas periódicas que se aproximan cuanto se quiera a aquéllas, porque para ello multiplicamos las ranuras del núcleo por polo y por fase, y modificamos convenientemente la forma de las piezas polares, o variamos el espesor del entrehierro desde la mitad de éstos hacia sus expansiones, pero que no coinciden exactamente con aquellas sinusoides.

Encariñados con esta representación sinusoidal, que tan dócil es para nuestro tratamiento analítico, no queremos complicar éste ni aun con el teorema de Fourier, y apelamos a reemplazar las curvas periódicas complejas por *sinusoides equivalentes*, que dan los mismos valores eficaces para la fuerza electromotriz y para la intensidad, que para nosotros son los más interesantes en la práctica; pero entonces es preciso recordar que los efectos de histéresis magnética o dieléctrica que dependen de los valores máximos de las curvas, y los efectos electrolíticos que dependen de los valores medios, no deben ser deducidos de las ondas equivalentes.

Consecuencia de no ajustarse los hechos a la hipótesis, es que los alternadores produzcan no solamente la onda fundamental, sino también alguna armónica de orden superior, que sumadas a aquélla dan la función periódica real, distinta de la sinusoide, aunque muy aproximada.

Claro es que en los alternadores, por su propia construcción, quedan excluidas las armónicas de orden par. Las de orden 3 o múltiplo de 3, que podrían desempeñar un papel im-

portante, se anulan, en el caso de corriente trifásica con el montaje en estrella, y en cuanto a las demás se las reduce con los detalles de construcción que he mencionado, demostrándose, además, que cuando la autoinducción de los circuitos eléctricos pueda considerarse como constante, la resistencia aparente que encuentra la armónica, crece rápidamente con su orden, lo que tiende a reducir la influencia de las de orden elevado, extinguiéndolas.

Las armónicas de la corriente no contribuyen más que en una débil proporción a la transmisión de la potencia, a causa de sus diferencias de fases crecientes sobre las fuerzas electromotrices correspondientes, pero ocasionan pérdidas por efecto Joule, y en el caso de los alternadores, en que sólo se trata de armónicas impares, una armónica de la corriente combinada a una onda fundamental de fuerza electromotriz, no da ninguna potencia resultante.

No solamente los aparatos generadores de ondas, sino todo circuito oscilante, como toda cuerda que vibra, si me permitís la analogía con la acústica, puede producir armónicas de la onda fundamental, que hay un gran interés en evitar, pues producida una de ellas, vendrá a perturbar la recepción en las estaciones por ella alcanzada y que estén recibiendo con la sintonía que corresponde a las proximidades de la frecuencia de la armónica, interferirá no solamente con las ondas útiles, sino también con las parásitas de longitud de onda cercana, produciendo variaciones en las amplitudes de estas últimas, ocasionando una mala recepción.

En radiotelegrafía con el sistema de ondas entretenidas, es más fácil poder transmitir ondas puras, porque los trenes de éstas que constituyen las señales se cortan por medio de un manipulador. La recepción también es más pura, porque con las amortiguadas es más difícil la eliminación de otras de frecuencia análoga y existen más perturbaciones de una a otra estación. Por último, las ondas entretenidas permiten el empleo de la heterodina en telegrafía, lo cual ha aumentado mucho el poder selectivo de la recepción; y a ellas se debe la solución y el esplendor actual de la radiotelefonía.

El problema de la transmisión de la palabra por medio de las ondas hertzianas, es en sí muchísimo más complejo que el de la radiotelegrafía. No se trata de emitir ondas de una frecuencia determinada, cuyos trenes, como acabamos de decir, son cortados por un manipulador, sino de propagar la voz en forma tal que sean fielmente reproducidos la intensidad, el tono y el timbre, que caracterizan al sonido, pues hasta debe reconocerse claramente al que habla por su timbre, desapareciendo ese matiz nasal que se observa en la transmisión por el teléfono ordinario.

La modulación de las ondas se efectúa por medio de un micrófono, al cual comunicamos una exigua cantidad de energía. El Dr. Marage (1), a quien tanto debe la acústica fisiológica, ha calculado que la energía gastada por un orador es de unos 180 kilográmetros por hora, de manera que la que puede transmitirse al micrófono por segundo, no será mayor de 0'05 kgm.

Estos estudios de Marage, acerca de la fisiología de la voz, no solamente nos han demostrado las frecuencias de los sonidos vocales determinadas por medio del oscilógrafo, sino que estudiando experimentalmente con el propio aparato, la corriente microfónica, se ha observado que las ondas se transmitían y percibían de un modo perfectamente inteligible, si se conservan las componentes de frecuencia comprendida entre 200 y 2.000. Esto constituye, por tanto, una ineludible necesidad.

Por otra parte, Fracque (2) ha obtenido importantes consecuencias acerca de la distancia salvada y de la acción perturbadora de las emisiones moduladas, habiéndose deducido que para igualdad de energía, la primera es la mitad y frecuentemente la tercera o cuarta parte en telefonía que en telegrafía; y que la segunda es mayor para una estación radiotelefónica que para una radiotelegráfica. De aquí que los reglamentos tengan que fijar cortas longitudes de onda para

(1) Marage.—Manuel de physiologie de la voix a l'usage des chanteurs et des orateurs.

(2) Fracque.—Contribution a l'examen de la question de la classification des ondes.

radiotelefonía y tengan que condicionar más la autorización de sus estaciones emisoras.

En efecto; se demuestra fácilmente (1) que la acción de las ondas componentes esenciales emitidas por la voz, de frecuencias comprendidas entre 200 y 2.000, sobre una onda entretenida portadora de frecuencia dada, 20.000 por ejemplo, se deja sentir sobre toda una banda de frecuencias comprendidas entre $20.000 - 2.000 = 18.000$ y $20.000 + 2.000 = 22.000$, que serían, por tanto, las que afectarían a la antena receptora.

Ahora bien; M. Gutton y algunos ingenieros americanos han probado experimentalmente, que sin distorsión de la voz basta conservar la sintonización con la mitad de esta serie, esto es, con la banda de frecuencias comprendida entre 20.000 y 22.000 (F y $F + 2.000$).

Esto nos demuestra bien claramente que el problema es mucho más delicado que en radiotelegrafía, donde no hubiese sido necesario más que la conservación de la frecuencia única de 20.000, y nos dice también lo más expuesta a perturbaciones que se hallará una estación receptora que tiene que conservar una gama tan dilatada de frecuencias, así como el mayor poder perturbador de una a otra estación. Para evitar la perturbación, las frecuencias portadoras de otras estacio-

(1) Si tenemos una corriente

$$I = I_0 \cos at$$

la acción moduladora del micrófono tendrá por efecto modificar la amplitud, que será:

$$I = I_0 (1 + \varepsilon i_n \cos \alpha_n t)$$

designando por i_n y α_n la amplitud y la pulsación de las corrientes elementales producidas por las vibraciones de las diversas frecuencias de la voz; y el valor de la corriente modulada será:

$$I = I_0 \cos at (1 + \varepsilon i_n \cos \alpha_n t)$$

de donde, por sencillas transformaciones pasamos a

$$I = I_0 \cos at + \frac{1}{2} I_0 \varepsilon i_n \cos (a - \alpha_n) t + \frac{1}{2} I_0 \varepsilon i_n \cos (a + \alpha_n) t$$

que nos demuestra que la antena emite ondas de pulsación a , $a - \alpha_n$, y $a + \alpha_n$ en las que n puede tener todos los valores de 200 a 2.000

Si reemplazamos las pulsaciones por las frecuencias, y si F es la de la emisión portadora entretenida y f_n las de las ondas de la voz, el aparato receptor estará influenciado por ondas de frecuencias $F - f_n$; F y $F + f_n$; de manera que, en definitiva, se hallará influenciado por una gama de frecuencias comprendida entre $F - 2.000$ y $F + 2.000$.

nes emisoras, deberán elegirse de tal modo que no haya ningún recubrimiento entre dichas bandas empleadas. Observemos de paso que las estaciones radiotelefónicas tienen muchas más probabilidades de ser perturbadas por las parásitas atmosféricas que una radiotelegráfica, y prescindiendo del poder selectivo de la heterodina, en igualdad de condiciones la recepción tiene que ser mucho peor.

En el ejemplo que hemos considerado, la longitud de onda de la corriente portadora es de 15.000 metros, y desciende a causa de la modulación hasta 13.636'36 m., debiendo, por tanto, conservar la sintonía para toda esta gama de longitudes de onda. La diferencia, o sea la banda de longitudes de onda de perturbación es, por tanto, de 1.363'64 m.

La zona de frecuencias de perturbación es proporcional al cuadrado de la longitud de onda entretenida principal (1), y de aquí dimana la necesidad, recogida por todos los reglamentos, que ya hemos mencionado, de fijar cortas longitudes de onda para la emisión radiotelefónica, como hemos dicho.

Observaciones experimentales han puesto de manifiesto que para lograr una buena transmisión radiotelefónica, esto es, para que la curva envolvente de las amplitudes producida por la modulación microfónica, reproduzca correctamente las vibraciones de frecuencia 2.000, es necesario que la de la onda portadora sea, por lo menos, de 10.000, lo que corresponde a longitudes de onda menores de 30.000 metros, condición fácil de realizar, puesto que, actualmente, las mayores empleadas en T. S. H. no pasan de 25.000 m. Si consideramos como mínimo admisible 100 m., veremos que para esta longitud de onda la banda de perturbación comprende nada más que 66 mm., mientras que para $\lambda = 20.000$, vale 2.660 metros.

La necesidad de emitir respetando estas bandas de perturbación, para no entorpecer a las demás estaciones, requiere

(1) Si V es la velocidad de la luz y λ, λ' las longitudes de onda extremas de la banda, se tendrá:

$$\lambda = \frac{V}{F} \quad \gg \quad \lambda' = \frac{V}{F + 2000} \quad \gg \quad \lambda - \lambda' = \frac{2000}{V} \lambda^2$$

que se emplee solamente una vez cada banda de frecuencias disponibles entre las longitudes de onda comprendidas entre 100 a 20.000 metros, que hemos considerado como extremos, y ello trae como consecuencia que el máximo de las comunicaciones simultáneas es mucho más reducido de lo que a primera vista podría creerse.

Admitiendo que se empleasen todas las bandas, sin intervalos y sin recubrimientos entre las longitudes de ondas próximas, se deduce fácilmente que para ondas comprendidas entre 100 y 200 metros existen 750 comunicaciones simultáneas posibles, mientras que entre 10.000 y 20.000 no existen más que 7. El número total de comunicaciones posibles, para ondas de 100 a 20.000 metros, es de 1.492.

Suben de punto las dificultades cuando se considera la transmisión de los conciertos vocales e instrumentales, pues si las frecuencias útiles que tenemos que respetar para la palabra son de 200 a 2.000, como hemos dicho, esta serie se presenta mucho más dilatada en los sonidos de un concierto, en el que existen las más variadas intensidades, tonos y timbres, con su gran riqueza de armónicos.

Los sonidos verdaderamente musicales se hallan constituidos por uno fundamental acompañado de armónicos, y sabemos por Helmholtz, que el timbre particular y característico de cada sonido se debe a la serie de armónicos que le acompañan. Considerando el tono, encontramos en la voz de bajo, el *si*, de 61 vibraciones por segundo, y los agudos de varias sopranos y tenores han llegado a las 2.000, cifras todavía muy distantes de las que producen los instrumentos musicales, mucho más ricos en tonos que la voz cantante. Algunos pianos comprenden desde las 25 al *do* de 4.200; la nota más grave del órgano corresponde a 16 y la más aguda de la flauta a 4.700; lo que nos dice que la gama de frecuencias a conservar ha de ser bastante mayor que en radiotelefonía, con los inconvenientes que esto representa.

De aquí dimana una mayor facultad perturbadora, y en la

recepción una mayor facilidad para la perturbación por otras estaciones, radiomusicales, de T. S. H. y por las parásitas atmosféricas. Por el contrario, la recepción en sí es sumamente sencilla, y aunque todavía es preciso escoger convenientemente los instrumentos musicales, porque continúa siendo un problema la transmisión *perfecta* de un concierto a gran orquesta y con masa coral, por la falta de sensibilidad de los micrófonos modulador y receptor, a todas las frecuencias, ha bastado para despertar la afición que presenciamos, debida al fácil manejo de estas pequeñas estaciones.

Es curioso el contraste que se observa entre los extremos en que hoy se desenvuelve la industria de la radiocomunicación y digno de ser señalado. De una parte, las grandes estaciones emisoras de telegrafía, del orden de la de Sainte-Assise; del otro lado, las pequeñas estaciones receptoras de radioconciertos, destinadas a recibir una tan pequeña cantidad de energía que, frecuentemente, es menos de un microwatio, habiéndose perfeccionado tanto que, como sabéis, se pueden percibir señales sobre una sola lámpara termoiónica, que apenas producen una milbillonésima de watio. Esto obliga a una fuerte amplificación, y claro es que se amplifican del mismo modo las parásitas, si la recepción no es bastante pura.

Tengo a esta radiodifusión, que con tanta celeridad se ha desenvuelto en todos los países y comienza a efectuarlo en el nuestro, como una difusión de la Ciencia, y por eso no os extrañe que os la presente con el aspecto que yo mismo la veo. La electricidad se ha valido de este medio fácil y atractivo para poner en manos de cada aficionado una pequeña central radioeléctrica, como la Óptica y la Química pusieron la cámara fotográfica. Por millones se cuentan, actualmente, sus cultivadores, que cada día van en aumento. De cifra tal, puede esperarse que haya un crecido número de experimentadores; y algo nuevo ha de brotar de este campo tan esplendoroso y desinteresado de investigación. La antigua afición a la fotografía, ha traído valiosas aplicaciones a los levantamientos topográficos, y no es un pasatiempo frívolo, sino un valioso auxiliar de la Ciencia en casi todas sus

manifestaciones; y si no tuviese diversos motivos para considerarse de este modo, le bastaría el recuerdo de haber sido la piedra fundamental para el descubrimiento del radio, sobre la cual la Ciencia ha levantado su gigantesca construcción de los tiempos modernos. Lo propio ocurrirá con la radiodifusión, como proceso lógico de estas aficiones, en las que para triunfar no se conoce más entrenamiento que el del estudio.

Como la teoría demuestra que las pequeñas longitudes de onda, que hemos visto son precisas para aminorar las perturbaciones en radiotelefonía, se prestan peor que las ondas largas para salvar grandes distancias, cabía pensar a primera vista que aquellas no tenían porvenir para las relaciones intercontinentales. Los hombres de ciencia pensaban en la fácil orientación y reflexión de las ondas cortas por medio de *espejos parabólicos*, formados por conductores; pero el formidable ejército de aficionados, que según una predicción de Lee de Foret había de contar con 25 millones de soldados en el mundo entero durante el año 1925, cifra que, según las estadísticas, se cree ya rebasada en el año corriente, se ha visto precisado a usar de todas sus iniciativas, de todas sus experiencias, para poder desenvolverse en el reducido campo que para él le asignaba la tiranía de la Ciencia, no concediéndole más que el dominio de las ondas cortas.

Los trabajos del Laboratorio de Estudios de la Radiotelegrafía militar francesa, las investigaciones que actualmente se realizan en los Estados Unidos y en Inglaterra y las recientes experiencias de Marconi, estudios todos basados en la emisión y recepción de ondas de pequeña longitud, no son más que la coronación científica de los ensayos realizados por numerosos aficionados congregados bajo un lema que era considerado como absurdo: "Pocos watios y pocos metros"; pues se hallaba en contradicción manifiesta con el rumbo que la técnica señalaba. Pero entre Sydney y Darwin se habían cambiado señales radiotelegráficas entre estaciones de aficionados, salvando una distancia de 3.400 km. con una potencia de 8,5 watios en la alimentación; los aficionados franceses pudieron cambiar sus saludos con los americanos el año pasado; y actualmente las ondas de cien metros, pro-

cedentes de estaciones americanas de unas centenas de watos, franquean el Atlántico diariamente y son recibidas en los países de Europa, incluso en el nuestro, sin gran dificultad.

Ha sido preciso para ello ir venciendo paulatinamente las dificultades que se presentaban para la sintonía y para la fuerte amplificación necesaria. La resonancia resultaba demasiado aguda y era preciso el empleo de reguladores micrométricos, al propio tiempo que la supresión de las capacidades parásitas, incluso la del propio cuerpo del operador, que enmarañaban, por así decirlo, las señales útiles, hasta el extremo de que pasaban desapercibidas. Los amplificadores generalmente empleados tampoco respondían debidamente para estas frecuencias tan elevadas; y además de la sensibilidad, era preciso contar con un gran poder selectivo para eliminar las señales perturbadoras de longitud de onda próxima. Sucesivamente se han ido modificando e innovando los circuitos en el transcurso de estos últimos años, hasta llegar a los denominados "super-regenerativos" y "superheterodinos", de sobra conocidos por todos, que hacen tan fácil la recepción de las ondas cortas, aunque provengan de estaciones débiles y lejanas.

Dado el gran valor de la amplificación que con tales circuitos puede conseguirse, aun a costa, tal vez, de regulaciones un tanto delicadas, se hace posible la recepción en cuadro de pequeñas o medianas dimensiones, con lo cual se consigue no solamente la selectividad suplementaria del radiogoniómetro, sino también aminorar la influencia perturbadora de las ondas parásitas, mucho más considerable, como es lógico, cuando se recibe con antena aérea.

Además, el principio de la super-reacción lleva consigo una amplificación relativamente más débil de las ondas amortiguadas, y no hay que olvidar que a esta categoría pertenecen las parásitas atmosféricas y las que se producen en las ciudades por el funcionamiento de las máquinas eléctricas (tranvías, motores, etc.). Por último, en la recepción superheterodina se efectúa una transformación de la frecuencia de las señales incidentes, convirtiéndolas en corrientes de más baja frecuencia, o lo que es lo mismo, en otras de ma-

yor longitud de onda, lo que aumenta extraordinariamente el poder selectivo, consiguiéndose en cierto modo una buena eliminación de las parásitas atmosféricas de más alta frecuencia.

Las ondas dirigidas, y en particular un descubrimiento reciente, de singular importancia, coloca hoy a la radiocomunicación en condiciones tales, que si las experiencias tienen el resultado satisfactorio que se espera, la técnica de las instalaciones se orientará por rumbos diametralmente opuestos a los actuales. Me refiero a las antenas enterradas o sumergidas.

Estas antenas reciben, es verdad, menor cantidad de energía que las aéreas, pero las parásitas quedan eliminadas casi totalmente, pues apenas si pueden ejercer sobre ellas influencia. Actualmente, la antena enterrada se orienta en una cierta dirección respecto a la antena emisora y está formada de dos partes simétricas con relación a la montada en el amplificador. El efecto diferencial de las dos semi-antenas, anula las parásitas, mientras que, gracias a la orientación escogida, continúan siendo recibidas las señales útiles.

El hecho experimental de que un submarino sumergido, con una antena forzosamente de escasa longitud y en las peores condiciones posibles, puesto que su coraza forma cámara de Faraday, haya recibido señales de T. S. H. de estaciones costeras de potencia débil, señales poco intensas, claros, que han tenido que sufrir una considerable amplificación, viene a probar que tal vez algún día puedan suprimirse las gigantescas y costosas antenas actuales y las ondas subterráneas o submarinas puedan efectuar la comunicación al abrigo de las parásitas atmosféricas; habiendo calculado De Forest que bastarán dos trozos de cable submarino de 80 kilómetros cada uno y amarrados a la costa en el Atlántico, para ejercer la radiotelegrafía con corrientes intensas de 40 A. a las frecuencias telegráficas ordinarias.

Este meritosísimo inventor ha indicado, también, que los pozos de petróleo abandonados podrán servir para el emplazamiento de antenas subterráneas de emisión y recepción, que darían una excelente transmisión a baja frecuencia. El

sabio que ha aportado a la radiocomunicación la lámpara de su nombre, bien puede dar otra prueba de su excepcional inventiva.

Tanto la antena subterránea como la propagación de las ondas en el interior de la corteza terrestre, presentan, a mi juicio, además del interés general, uno marcadísimo para los que tenemos por misión arañar en ella para despojarla de sus riquezas minerales, interés que esbozado brevemente, y aunque sea una atrevida originalidad, me complazco en someter a vuestra consideración.

Sabemos que los cuerpos conductores son opacos para las ondas hertzianas y que los dieléctricos son transparentes. Sabemos también que cuando las radiaciones luminosas golpean un cuerpo que las intercepta, se comprueba que su absorción lleva consigo un desprendimiento de calor. De análoga manera, los cuerpos conductores que detienen las radiaciones eléctricas, son asiento de corrientes inducidas que se manifiestan a nuestros sentidos por un fenómeno calorífico. Estudiando la propagación de las ondas por el interior de la Tierra, o el modo de comportarse estas corrientes, podríamos darnos cuenta de la conductibilidad de los estratos geológicos, y en fin de cuentas, creo que dispondríamos, para el reconocimiento de las entrañas de la Tierra, de un auxiliar tan valioso como pueden serlo la auscultación o la percusión para el diagnóstico clínico.

Lo poco que hasta hoy se ha hecho para el descubrimiento de yacimientos minerales basándose en observaciones eléctricas, no ha dado ningún resultado positivo y se halla basado en principios totalmente diferentes. La medida del potencial para trazar curvas equipotenciales en el plano, a las que se pueda referir la situación de la capa o del filón, lleva en su origen el defecto grave de que aquéllos varían rápidamente de un momento a otro, pues variables son a cada instante las corrientes telúricas que de la diferencia de aquéllos nacen; no existiendo, por otra parte, la posibilidad de medir el potencial en muchísimos puntos a la vez por la gran extensión que suelen tener los yacimientos minerales, aunque no siempre sean beneficiables.

Estimo que si para establecer la teoría del magnetismo ha sido preciso hacer uso de imanes artificiales de campos más intensos que el terrestre, de análoga manera será preciso un manantial externo de energía, que contrarreste o anule el efecto parasitario de dichas corrientes, y éste puede ser proporcionado por una estación emisora de ondas eléctricas, *en las condiciones más adecuadas a la experimentación*, cuya propagación por los estratos dieléctricos o malos conductores podemos seguir, como si se tratase de ondas luminosas a través de cuerpos transparentes.

Mi impaciencia me sirve de medida para juzgar la vuestra, en el común deseo de escuchar, cuanto antes, la elocuente y reflexiva palabra del ilustre profesor de la Facultad de Ciencias, Dr. D. Jerónimo Vecino, tan competente en estas cuestiones como en otras muy diversas de las que es tan singular cultivador, pues ante la envidiable energía de su poderoso ingenio ceden las dificultades. Su amabilidad me ha deparado el honor de recibir de sus manos el gentil espaldarazo, en esta sesión de la Academia, y ávido estoy de concluir.

Pero antes de hacerlo, concededme un breve momento durante el cual mi alma vibre con los adelantos incesantes de la Ciencia, permitidme unos minutos, no más, en los que mi vista de miope pueda contemplar a través de la mágica lente del Progreso un mundo nuevo, en el que, por virtud de esta manifestación misteriosa de la electricidad, como es la onda hertziana, el hombre pueda ser dueño de las precipitaciones atmosféricas, haciendo que las nubes se condensen, a su antojo, en agua benéfica para la salud y la agricultura; en el que la radiomecánica, de la que ya tenemos una prueba en el "Telekino", debida a esa gran figura de la ingeniería española que Torres Quevedo representa, sea un hecho positivo, en el que los radiotransportes de electricidad puedan efectuarse cómoda y económicamente, con una pérdida que no pasará de 5 por 100, según una previsión del gran Tesla; en el que la luz se transportará sin conductores; y en el que

todo cuanto alcanza la cámara fotográfica, que es bastante más de lo que nuestra vista percibe, podrá sernos fielmente reproducido a distancia por medio de la televisión, que con tanto acierto persigue M. Belin en Francia y otros experimentadores en América.

Pero aún puede haber más, incomparablemente más... Tal vez las ondas hertzianas detengan la bala del cañón, la marcha del barco guerrero y del avión de combate; tal vez la radiocomunicación haga sentir la necesidad de una lengua universal y auxiliar de la propia, como hoy comienza a observarse por estaciones que algunas veces traducen al esperanto, lo que nos permitirá conocer más de cerca a los pensadores, a los sabios, a los artistas de todo el orbe; lo que acarreará, en todas las manifestaciones de la vida un carácter de universalidad. Los pensamientos y las ideas tomarán forma mundial, y será entonces la Electrotecnia quien tenga la excelsa virtud de borrar espiritualmente las fronteras y de hacer que la tierra se convierta en una comunidad de hermanos.

He dicho.

DISCURSO DE CONTESTACIÓN

POR EL ACADÉMICO

DR. D. JERÓNIMO VECINO

SEÑORES ACADÉMICOS:

Por primera vez cumplo la grata tarea de dar la bienvenida a esta casa en nombre de la Corporación a un amigo querido, a un ingeniero ilustre, a uno de los pocos hombres que, en nuestra Patria, saben hermanar el cultivo de la Ciencia con el prosaico ejercicio de la profesión.

Yo agradezco infinito la honra que me dispensa la Academia por conducto de su digno Presidente, pero temo, y muy fundadamente, que mi actuación en este día no sea digna del acto que celebramos; temo que mi palabra no acierte a expresar la satisfacción que hoy experimenta nuestra Corporación al recibir en su seno a persona tan ilustre y de tan altos méritos científicos como el Sr. Romero Ortiz de Villacián.

Conocía de vista al Sr. Romero Ortiz desde hacía ya varios años, pero no tuve el honor de saludarle hasta que recibí el encargo de contestar a su discurso de ingreso en esta Academia. Llamábame grandemente la atención un joven de porte sencillo y distinguido, de rostro inteligente y atractivo, asiduo concurrente a todos los actos de carácter científico que se celebraban en nuestra Facultad, compañero inseparable de otro ingeniero ilustre, miembro de esta Corporación, muy conocedor también de nuestras aulas, pero nunca me fué presentado e ignoraba su nombre. Cuál no fué mi sorpresa al saber que ese joven era nada menos que el Sr. Romero Ortiz, nombre para mí ya muy conocido, no sólo

por sus éxitos profesionales, sino por sus meritísimos trabajos científicos.

Dícese que es difícil conocer a las personas; puede ser ésta una regla general, pero por lo que se refiere a nuestro nuevo compañero me bastó una sola conversación con él para darme cuenta de que se hallaba adornado de esa virtud rara y admirable que se llama desinterés, y que es la virtud característica de los hombres buenos. Y esta virtud, que suele hallarse en aquellos que por vocación han elegido una carrera científica, es todavía más de admirar en los que han logrado una carrera profesional cuyo único fin en la vida parece ser, para la generalidad, el de labrarse una brillante posición económica.

¡El desinterés! En medio de nuestra sociedad venal viene a ser casi un milagro. Hoy la sociedad no comprende que un joven pueda dedicarse a estudios que no tengan otro fin que el cultivo desinteresado de la Ciencia. ¿No sabes, le dicen, que jamás llegarás a disfrutar los goces que el lujo proporciona? Aun triunfando en tu carrera, tu vida no pasará de un modesto bienestar. Y para eso tendrás que luchar con competidores hábiles, de tanto mérito como tú y tan laboriosos como tú. Y si triunfas, pasarás obscuramente la vida en tu laboratorio, sin escuchar más aplausos que el de media docena de chiflados que no han llegado a comprender la realidad. ¡Cuántos jóvenes, al escuchar la engañosa voz de la sirena, han traicionado a su vocación! Pocos son aquellos que, enamorados de la Ciencia, desprecian esas sugestiones del lujo y del dinero y siguen adelante su camino, y estos pocos suelen ser precisamente los pobres.

Este es, por lo menos en España, el estado de nuestra estúpida sociedad. Sí, ¡estúpida! Un joven rico, por poca que fuere su laboriosidad y por mediana que fuese su inteligencia, podría darse el lujo de ser un sabio, es decir, de llevar una vida agradable, y además útil, y además gloriosa. Gozaría de independencia, de la divina independencia, viviría con la esperanza de hacer algún descubrimiento, esperanza que, aun no lograda, viene a ser la felicidad en este mundo. Toda investigación le sería relativamente fácil, pues po-

dría dedicar parte de sus rentas a obras científicas en vez de dedicarlas a cosas que sólo perjuicios pueden acarrear a su salud y ninguna utilidad reportarán a la sociedad.

Pero no piensan así los hijos de nuestros ricos; prefieren la vida absurda y aburrida del casino al divino placer de la investigación.

Perdonad, señores, esta digresión. Si la he hecho ha sido para hacer resaltar más el mérito de nuestro nuevo compañero que, pudiendo dedicarse a obras lucrativas, emplea el tiempo que su cargo oficial le permite al cultivo generoso de la Ciencia. Muy niño empezó el Sr. Romero Ortiz sus estudios, pues obtuvo el grado de Bachiller a los 13 años y el título de Ingeniero de minas a los 22.

Hizo sus primeras armas, durante un año, en una Academia preparatoria para carreras especiales, explicando el curso de Construcción para Ayudantes de Obras públicas. Desde allí pasó al cargo de Ingeniero de la Compañía Madrileña de Urbanización, con servicios de Central eléctrica, ferrocarriles y tranvías, talleres de reparación de locomotoras y coches, líneas de transporte y distribución de energía eléctrica a varios pueblos, etc..., teniendo con ello ocasión de confeccionar y de realizar varios proyectos; cargo que desempeñó hasta Septiembre de 1911.

De dicha empresa pasó a la Siemens-Schuckert-Industria Eléctrica, en la Administración Central de Madrid, donde estuvo seis años, llegando a ser primer ingeniero de la Sección de Proyectos. Como era natural, allí hubo de proyectar instalaciones eléctricas de diversas clases, entre ellas las de la Compañía Aragonesa de Minas; unos proyectos para modernizar las instalaciones de las Eléctricas Reunidas (que no llegaron a ejecutarse como fueron proyectados); la electrificación de las minas de Barruelo, el tranvía de Palma a Soller, los tranvías de Vigo, etc..., además de un buen número de saltos de agua.

Ha emitido también varios informes de minas, entre ellos uno de los carbones de la cuenca de Val de Ariño (Teruel) y dirigido varias empresas mineras, que no enumeraré por no molestar demasiado vuestra atención.

En 22 de Enero de 1918 ingresó al servicio del Estado, siendo destinado al distrito minero de Zaragoza, cargo que desempeña en la actualidad. Sus publicaciones científicas y profesionales son muy numerosas; citaré entre otras las siguientes:

Conveniencia de ensayar la electrosiderurgia en España. Memoria premiada por el Instituto de Ingenieros civiles en el concurso de 1917. Publicada por el Instituto.

La Cuenca lignitifera de Ebro y Segre.—Memoria publicada por la Dirección general de Minas en el *Boletín Oficial de Minas y Metalurgia.*

Los hierros de Tabuenca.—Estudios de estos interesantes yacimientos de la provincia de Zaragoza.

Las sales alcalinas en las provincias de Zaragoza y Huesca.

El carbón pulverizado. Su uso. Sus ventajas. Su implantación en España.—Obra premiada de R. O. con mención honorífica en concurso del año pasado en la Dirección General de Minas, debiendo advertir para hacer resaltar más el mérito del trabajo, que no hubo otra recompensa para ninguna otra Memoria.

Proyecto de un centro de ensayos industriales de destilación de combustibles.—Obra escrita en colaboración con el ingeniero de minas Sr. Torres Solanot y que se halla para su publicación en el Ministerio de Fomento.

Los filones de galena de Bielsa y Parzán (Huesca). Descripción de la formación filoniana y de sus explotaciones mineras, etc.

Ha dado además varias conferencias: una acerca de Sierra Nevada, otra acerca de la comparación de las conmutatrices con los grupos convertidores, y la última, la de nuestra Academia de Ciencias, sobre *Los servicios eléctricos en una población moderna.* Presentó al Congreso Nacional de Ingeniería una comunicación sobre electrosiderurgia; ha perte-

necido a dos congresos extranjeros y ha publicado diversos artículos profesionales en revistas técnicas, como "Electricidad", "Revista Minera" y otras.

Y por último, cosa no muy corriente en nuestro país, ha procurado completar su educación profesional viajando y visitando instalaciones en Francia, Bélgica y Alemania.

Basta lo dicho, señores Académicos, para daros cuenta de los méritos científicos que adornan a mi patrocinado y para hacer resaltar el acierto de la Academia al elegirle para miembro de número de esta Corporación.

Y ahora me vais a permitir que discurra algo sobre el hermoso trabajo que acabáis de oír. Procuraré ser breve para que no se borre de vosotros la grata impresión que os habré producido su lectura.

Comentar en esta sesión cada uno de los puntos del trabajo del Sr. Romero Ortiz sería imposible, pues puede decirse que abarca toda la Física, desde los principios de la Mecánica hasta las ecuaciones del campo electromagnético. Me fijaré principalmente en un punto que me es favorito y que aún no está definitivamente resuelto: el de la existencia o no existencia del éter. La hipótesis del éter se estableció cuando Newton dió a conocer su famosa ley de la Gravitación universal. El dualismo que se presentaba entre la ley de la gravitación, cuya causa es una acción instantánea a distancia y que tiene su origen en las masas, y el principio de la acción y de la reacción, sólo admisible entre cuerpos en contacto, no podía admitirse. De dos modos podía salvarse este dualismo: o bien suponiendo que las fuerzas que aparentemente se presentan a nosotros como fuerzas por contacto obran a distancia, distancia desde luego muy pequeña (los espacios intermoleculares), o bien admitiendo que no existen acciones a distancia, sino que hay una substancia, un medio, que llena todos los espacios y que es el encargado de transmitir todas las acciones. Los físicos se decidieron por el segundo y establecieron la hipótesis del éter.

¿Pero de qué naturaleza será esa substancia éter? A primera vista parece que debiendo ser una substancia impalpable que escapa a nuestros sentidos, debiera ser de naturaleza

gaseosa. Pero al hablar de substancia hay que atribuirla una *densidad* y una *elasticidad*, puesto que son estas propiedades las que entran en juego en la propagación de las acciones por los medios de materia ordinaria. Mas ¿cómo concebir que el éter gravitatorio, en el cual las acciones se propagan instantáneamente, tenga necesariamente una densidad nula o casi nula, y en cambio en la propagación de la luz, cuya velocidad es finita y perfectamente medible, la densidad tenga también un valor finito? Por otra parte, si, como exige el fenómeno de la polarización, y lo demuestra la fotografía interferencial de los colores, las vibraciones luminosas son transversales, la materia que las propaga debe ser rígida o *quasi* rígida, es decir, que sus partículas no podrán tener movimiento traslatorio y sí sólo transversal, debiendo ser su densidad muy superior a la de los cuerpos más pesados que se conocen. El éter luminoso debe ser, pues, inmóvil, y este modo de concebir el éter tiene un apoyo sólido en la experiencia fundamental de Fizeau y en el fenómeno de la aberración.

Para Maxwell, el éter es una substancia dotada de propiedades puramente mecánicas, pero más complejas que las de los cuerpos sólidos tangibles. No llegó, sin embargo, este físico a imaginar un modelo mecánico para el éter capaz de dar una interpretación mecánica satisfactoria de las leyes del campo electromagnético. Las leyes eran claras y sencillas, las interpretaciones mecánicas, pesadas y contradictorias.

Para Hert, el éter es enteramente semejante a la materia ponderable. El éter, según este físico, participa de los movimientos de la materia ponderable y posee, aun en los espacios vacíos, una velocidad, no concibiéndose el éter inmóvil. De este modo explica Hertz la transmisión de todas las acciones, incluso las de los campos eléctricos y magnéticos.

La concepción de Hertz no podía subsistir, pues se opone a la experiencia fundamental de Fizeau sobre la velocidad de la luz en los fluidos en movimiento. Por otra parte, la hipótesis de Hertz equivale a atribuir al éter, y a la materia en general, propiedades mecánicas y eléctricas que no tienen entre sí relación lógica alguna.

La portentosa imaginación de Lorentz vino a simplificar los fundamentos teóricos, poniendo de acuerdo la teoría con la experiencia. Lorentz despoja a la materia de toda propiedad electromagnética, y al éter de toda propiedad mecánica. Para Lorentz, el éter solo, sin intervención alguna de la materia atómica, tal como nosotros concebimos a la materia ponderable, es el medio de propagación de los campos electromagnéticos. Las partículas elementales de la materia son las únicas capaces de efectuar movimientos; sus acciones electromagnéticas son únicamente debidas a la carga eléctrica que transportan, que no hay que confundir con la materia que les sirve de vehículo. De este modo reduce Lorentz toda acción electromagnética a las ecuaciones de los campos electromagnéticos en el vacío establecido por Maxwell. La única propiedad mecánica que Lorentz atribuye al éter es, si se me permite la expresión, la *inmovilidad*.

¿Pero cómo podemos concebir un medio absolutamente inmóvil? Esta dificultad proviene de que estamos acostumbrados a pensar en materia, tal como nuestros sentidos la conciben. Si nos acostumbráramos a pensar en éter, dice Langevin, esta dificultad no se presentaría. Nuestra imaginación puede, sin embargo, concebir objetos físicos en que la noción de movimiento no tenga ninguna significación. Suponed un vaso lleno de agua y colocad en este medio partículas metálicas muy pequeñas. La observación del movimiento browniano nos revelará el movimiento de las partículas del líquido; pero si aquellas esferillas metálicas no existieran, el agua aparecería como absolutamente inmóvil, y nada nos impediría, sin embargo, considerarla como medio.

Una cosa análoga ocurre en el campo electromagnético. Podemos considerar éste como formado de líneas de fuerza, y podrían interpretarse los fenómenos dinámicos como fenómenos de movimiento de estas líneas de fuerza, si bien esto conduciría a contradicciones que tenemos que rechazar. Hemos, pues, forzosamente de admitir que el éter electromagnético es inmóvil.

El principio de relatividad restringida nos prohíbe también considerar al éter como formado de partículas móvi-

les; debiendo, sin embargo, advertir que aun cuando la relatividad restringida se ha edificado sin el auxilio del éter, en nada contradice la existencia de éste, siempre que le atribuyamos la condición de inmovilidad.

Podemos invocar en favor de la hipótesis del éter un argumento importante. Negar el éter equivale a suponer que el espacio vacío no posee ninguna propiedad física. Ahora bien; esta exclusión se opone a la teoría de la Relatividad general, basada precisamente en la hipótesis de que el espacio está dotado de propiedades físicas variables de un punto a otro. El espacio es, pues, anisótropo, y esto no se concibe sin la existencia de algo que hemos convenido en llamar éter.

Según la teoría de la Relatividad general, un espacio sin éter es inconcebible, pues no sólo sería imposible la propagación de la luz, entendiéndose por tal toda la gama de longitudes de onda, desde las ondas hertzianas a los rayos X, sino que no habría posibilidad de existencia para las reglas de medida y los relojes, y por consiguiente para las distancias *espacio-temporales*, en el sentido físico del espacio de cuatro dimensiones de Minkowski.

Como se ve, en el estado actual de la Ciencia, la existencia del éter es innegable, pero con la siguiente condición: no se le puede suponer dotado de las propiedades que caracterizan a la materia ponderable, es decir, de estar formado por partículas que puedan seguirse individualmente en el tiempo; hay que descartar de él la noción de movimiento. Claro que nos es difícil suponer la existencia de un medio en esas condiciones, pero es porque estamos educados en el espacio de tres dimensiones, que no es el espacio real.

Admitida la existencia del éter, fácilmente se explica la propagación de las ondas hertzianas productoras de la Telegrafía y telefonía sin hilos, que ha sido el tema del trabajo del Sr. Romero Ortiz, expuesto con tal claridad y tal lujo de detalles, que todo lo que sobre él pudiera yo decir resultaría superfluo.

Estudia el Sr. Romero Ortiz de una manera especial las parásitas, cuestión que preocupa hondamente a sabios y a técnicos y que constituye uno de los problemas más intrinca-

dos de la telefonía sin hilos. El problema, hemos de reconocerlo, presenta dificultades tales, por la multiplicidad de origen de esas perturbaciones eléctricas, que muchos llegan a afirmar la imposibilidad de su resolución. El progreso realizado en ese camino durante el corto período de tres años es, sin embargo, considerable, sobre todo en lo que se refiere a la emisión de ondas largas, como las estaciones Radiola y Torre Eiffel, que nada tienen hoy que envidiar en cuanto a su pureza, a las emisiones de onda corta, llevando sobre aquéllas la ventaja de una mayor intensidad y por ende de un alcance mayor. Aquella discusión sobre ventajas de las ondas cortas o largas, partidarios de las primeras los ingleses y de las últimas los franceses, se resuelve a favor de éstos. El porvenir de la T. S. H. parece, pues, reservado a las ondas de gran longitud. Una vez más triunfa la Teoría sobre la Técnica.

Al portentoso descubrimiento de la Telegrafía y Telefonía sin hilos han de suceder otros de no menor importancia como aplicación de las ondas hertzianas. No parece hallarse muy lejos la transmisión de la energía mecánica a distancia sin intermedio de conductor, descubrimiento que transformaría radicalmente la potencia económica de nuestra Patria, dada la enorme energía almacenada en nuestro suelo.

Todo esto será obra de los sabios. El porvenir moral y material de los pueblos obra de la Ciencia ha de ser.

Se dice frecuentemente que la felicidad del hombre depende del progreso de la civilización. Es esta una verdad, siempre que la palabra civilización no signifique el desarrollo de esas monstruosas aglomeraciones humanas, científicamente organizadas que arruinan a los pueblos; ni siquiera el maquinismo con sus fábricas gigantes, con sus miles de obreros haciendo siempre el mismo trabajo ininteligente y arduo; ni menos el lujo desenfrenado de las grandes ciudades, provocante y cínico que constituye un insulto a los pobres; ni tampoco el desarrollo de los grandes establecimientos bancarios, de esa nefasta internacional financiera, de esa plutocracia avara, tiránica y omnipotente que oprime y asfixia a las existencias modestas. ¡No, esto no es civilización! La

civilización, tal como yo la concibo, es el conocimiento humano de las fuerzas naturales acompañado del orden moral, es decir, de la noción de solidaridad y de fraternidad humanas, y el respeto al derecho. Sin aquel conocimiento no puede haber civilización; es una condición necesaria. Ahora bien, el conocimiento de las cosas constituye la Ciencia, luego el porvenir y la felicidad humanas dependen de la Ciencia, teorema, mejor dicho, axioma, que todos los gobiernos debieran comprender.

Yo hago votos por que lo comprendan los gobiernos españoles, generalmente tan espléndidos para las cosas superfluas, y tan exigentes para las necesarias; hago votos fervientes para que el estancamiento cultural en que actualmente vivimos, desaparezca cuanto antes; lo exige el buen nombre de nuestra Patria y el bienestar de nuestro pueblo.

* * *

Y termino, señores Académicos, felicitando a la Academia por su acierto al designar al Sr. Romero Ortiz para ocupar la vacante de la sección de Ciencias Físico-químicas.

Felicito también efusivamente al nuevo académico, y al darle la bienvenida, hago votos, que estoy seguro de ver realizados, para que preste toda su actividad, tan compleja y tan moderna, a la vida de esta Corporación.

Un deber de gratitud hacia el Maestro y de profunda admiración al sabio me obliga a rendir desde esta Tribuna un homenaje a ese glorioso octogenario profesor del Instituto católico de París Eduardo Branly, padre de la T. S. H., como se le llama en la vecina nación. Precisamente en estos momentos, en toda Francia se celebra el aniversario de su natalicio y yo, seguro de interpretar el sentir de todos nosotros, me atrevo a suplicar a nuestro Ilustre Presidente, envíe en nombre de la Academia de Ciencias de Zaragoza un telegrama de felicitación al venerable anciano, que allá, en aquel viejo caserón de la Rue de Rennes, entre galvanómetros, bobinas y máquinas electrostáticas, pasa su gloriosa vida trabajando por el bien a la Humanidad.

SECCIÓN BIBLIOGRÁFICA

DONATIVOS PARA LA BIBLIOTECA

La Plaga de Langosta, *Rivas Moreno*. Zaragoza, 1924.

Cultivos de canuto. Recogida de canutos a mano, *Reverendo D. Antonio Berbero, Pbro.* Zaragoza, 1924.

Due nuovi generi e una nuova specie de Machilidæ della Spagna, *F. Silvestri*. Zaragoza, 1923.

Talleres líticos del hombre prehistórico descubiertos en Alcañiz y sus contornos. Discurso de recepción del *Dr. D. Vicente Bardajíu, Pbro.*, y de contestación por el *R. P. Longinos Navás, S. J.* Zaragoza, 1923.

Acción de los montes en la formación y precipitación de los meteoros acuosos, *D. Ricardo García Cañada*. Zaragoza, 1924.

La fuerza motriz en la Agricultura, *D. Teófilo González Berganza*. Zaragoza, 1924.

Bodegas cooperativas, *D. Joaquín de Pitarque y Elío*. Zaragoza, 1924.

Valor económico del riego artificial, *D. Andrés Giménez Soler*. Zaragoza, 1924.

Organización de las producciones del campo para hacer frente a las actuales crisis agrarias, *D. José Cruz Lapazarán*. Zaragoza, 1924.

Insectos perjudiciales a las plantas cultivadas, especialmente al olivo y a la remolacha, *R. P. Longinos Navás, S. J.* Zaragoza, 1924.

Notas sobre Embiópteros, *íd.* Zaragoza, 1924.

Las regiones naturales de España. Discurso de recepción por el *Dr. D. Andrés Giménez Soler*, y de contestación por el *Dr. D. Vicente Bardavíu*, *Pbro.* Zaragoza, 1924.

Entomología de Catalunya. Neuròpters. Fasc. 1. *Reverendo P. Longinos Navás*, *S. J.* Barcelona, 1924.

Myrméléonides nouveaux ou critiques, *id.* Bruxelles, 1924.

Algunos insectos de Chile. 2.ª serie, *id.* Santiago, 1924.

Insectes de l'excursió de D. Ascensi Codina a Castella y Andalusia, *id.* Barcelona, 1924.

Carlos Oberthur, *id.* Zaragoza, 1924.

Nueva especie de Neurópteros de la fauna española, *id.* Zaragoza, 1924.

Algunos insectos de Cuba, recogidos por D. Fermín Z. Cervera, *id.* Madrid, 1924.

Insectos de la América central, *id.* Braga, 1924.

Insecta orientalia, II, III series, *id.* Roma, 1924.

La teoría de la Relatividad de Einstein, por el P. Teodoro Wulf, *S. J.* Traducción del P. *Joaquín M. de Barnola*, *S. J.* Barcelona, 1925.

Sull' imitazione della struttura del protoplasma e la divisione cellulare, *L. Alfonso Herrera*. Roma, 1924.

La conquista del Ebro, *D. Manuel Lorenzo Pardo*. Zaragoza, 1925.

Reglas higiénicas de la alimentación de los ganados, *D. Pedro Moyano y Moyano*. Zaragoza, 1925.

Cómo actúan los abonos catalíticos, *D. Antonio de G. Rocasolano*. Zaragoza, 1925.

Política pedagógica, *id.* Zaragoza, 1925.

MEMORIA REGLAMENTARIA

leída por el Secretario de la Academia

D. Manuel Lorenzo Pardo

en la sesión inaugural del curso 1924-25

el día 9 de Noviembre de 1924

SEÑORES:

Ha sido práctica habitual que ha merecido como sanción la plena conformidad de la Academia, la brevedad y sencillez de estas públicas manifestaciones periódicas de su labor.

Con mayor razón debe ser sencilla y breve la Memoria correspondiente al curso que hoy comienza y en la que ha de hacerse la reglamentaria reseña de los trabajos llevados a cabo en el anterior, porque esos trabajos fueron conocidos y pudieron ser juzgados por un público mucho más numeroso que el que suele concurrir a estos actos.

El curso de divulgación, de propaganda cultural y excitación patriótica que constituyó la médula de la labor pública de la Academia, fué dedicado al siguiente amplísimo tema: "*La producción del campo aragonés. Su intensificación y mejora*", y en él tuvieron cabida los más variados temas, poniendo a contribución la especializada competencia de un buen número de Académicos y de varias personalidades de notorio y bien cimentado prestigio que simpatizan con los propósitos y procedimientos de la Academia y aceptaron el encargo que se sirvió encomendarles.

Rasgo esencial de este curso fué el de haber sido dado fuera de la habitual residencia de la Academia, de esta ciudad, cuyo nombre ostenta, por las principales ciudades y

pueblos de Aragón, elegidos al trazar el plan, sin otra consideración que la de conseguir el mayor rendimiento del esfuerzo y el mayor alcance y extensión de la propaganda, el mayor fruto de la doctrina. Cada tema fué tratado por el más autorizado conferenciante en el lugar donde más podría interesar.

Comenzó el curso en Almudévar, el día 23 de Marzo, con una conferencia de D. Andrés Giménez Soler sobre "*Valor económico de los riegos*", y estuvo formado por las siguientes conferencias:

"*La Química de la tierra arable*", en Huesca, por D. Paulino Savirón.

"*Insectos perjudiciales a las plantas cultivadas, especialmente al olivo y a la remolacha*", en Alcañiz, por el Reverendo P. Longinos Navás.

"*Bodegas cooperativas*", en Cariñena, por D. J. Pitarque.

"*Organización de las producciones del campo para hacer frente a las actuales crisis agrarias*", en Tarazona, por Don J. C. Lapazarán.

"*La fuerza motriz en la Agricultura*", en Ejea, por Don Teófilo González Berganza.

"*Acción de los montes en los precipitados acuosos y en la regularización de las corrientes de aguas. Ligera exposición de algunos daños originados por los ríos torrenciales y torrentes en las provincias de Zaragoza y Teruel y de varios trabajos hidrológico-forestales ejecutados, para evitarlos o atenuarlos en la cuenca del río Jalón*", en Teruel, por Don R. García Cañada.

"*Reglas higiénicas de la alimentación de los ganados y beneficios económicos que pueden obtenerse*", en Calatayud, por D. Pedro Moyano.

"*La conquista del Ebro. Posibilidades hidráulicas de la región aragonesa*", en Caspe, por D. Manuel Lorenzo Pardo.

“*Cómo actúan los abonos catalíticos*”, en Barbastro, por D. Antonio de Gregorio Rocasolano, terminando en Graus con una solemne sesión de clausura en la Liga y Sindicato Agrícola de Ribagorza en homenaje a la ingente labor científica de D. Joaquín Costa, cuyo recuerdo es allí conservado con tan singular y consoladora veneración. En dicha sesión trataron, D. Manuel Lorenzo Pardo, de Política hidráulica, y de Política pedagógica el Dr. Roscasolano, quien hizo además, como Presidente de la Academia, el resumen del Curso.

Al dar cuenta del programa, se había expuesto reiterada y terminantemente que ni la Academia ni los Académicos aceptarían recompensa, distinción ni agasajos de ninguna clase, propósito fundado en el mismo deseo de aleccionamiento que inspiraba el acuerdo inicial, pero la más firme decisión hubo de rendirse ante atenciones tan delicadas como agradecidas.

Del resultado íntimo, sincero, verdad, de esta cruzada por la cultura y la riqueza del país, responden las excitaciones recibidas y las demandas que no fué posible atender, pero que habrán de serlo en un curso de desarrollo próximo que la Academia tiene en preparación actualmente.

* * *

En los comienzos del año reseñado tuvo lugar la calificación de los trabajos presentados al concurso denominado “Premio Castel”, sobre los medios de extinción de la plaga de la langosta.

De acuerdo con la propuesta del Jurado dictaminador se declaró desierto el premio por no ajustarse completamente a las bases del concurso ninguno de los trabajos presentados, concediendo, sin embargo, por sus grandes méritos, una mención honorífica al que llevaba por lema “*La Tierra es fuente de vida de todas las actividades*”, del cual resultó ser autor D. Francisco Rivas Moreno, de Madrid, y un accésit al titulado “*A Dios rogando y con el mazo dando*”, del cual es autor D. Antonio Bercero Lorente, cura párroco de Castejón de Monegros, y dándose lectura al acuerdo y haciendo

entrega de los correspondientes diplomas en la sesión inaugural dedicada al ingreso como Académico numerario de Don Andrés Giménez Soler, quien desde entonces forma parte de la Corporación en la sección de Ciencias Naturales.

El discurso de contestación corrió a cargo de D. Vicente Bardavíu.

* * *

Han sido nombrados Académicos correspondientes nacionales, en la Sección de Ciencias Naturales, D. Francisco Rivas Moreno, y en la de Físico-Químicas, D. Luis Bermejo Vida, y por invitación de la Real Academia de Ciencias de Madrid y en cumplimiento de un acuerdo de ésta fué designado como Vocal de la Conferencia internacional de Ciencias Físicas, el Dr. D. Jerónimo Vecino.

* * *

La edición de la publicación de la Academia sigue su marcha regular y periódica. Actualmente están en prensa: el tomo de la Revista correspondiente al curso y el volumen que se dedicará al ciclo de conferencias dedicado a la producción del Campo aragonés.

* * *

Todos estos trabajos son realizados de un modo absolutamente desinteresado por todos los Académicos y por cuantos han colaborado con ellos, atendiendo a los gastos materiales, principalmente de edición, con el importe de las escasas suscripciones a la REVISTA y el de la subvención concedida a la Academia en el presupuesto del Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes.

Deliberadamente hemos dejado para el final la expresión de un sentimiento que ha embargado nuestro ánimo desde el comienzo de esta ligerísima reseña; sentimiento que es vivo reflejo del que nos produjo la pérdida de D. Zoel García de Galdeano, a quien por sus méritos y entusiasmos debía la Academia tanto afecto como gratitud por su desinteresada protección.

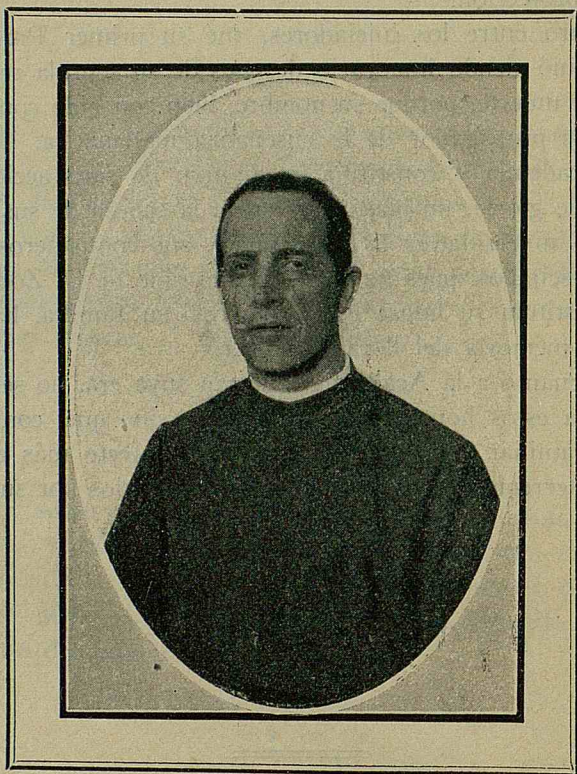
Figuró entre los iniciadores, fué su primer Presidente y lo siguió siendo honorario después de su sentida retirada, hasta su muerte, porque su nombre, bien conocido como tratadista y propagador de la enseñanza matemática, honraba a la Academia y constituía un motivo de satisfacción, un timbre de gloria, un blasón, puesto a la cabeza de sus listas.

La Universidad y la Academia —sus compañeros, amigos y discípulos, pues todo esto hemos sido de D. Zoel—, lo que constituía su hogar espiritual, casi su familia, ha honrado la memoria del llorado maestro.

En cuanto a la Academia, que tan suya era, no se ha limitado a estos homenajes que le debe, sino que, como elemento familiar y cordial, ha llevado su afecto más allá de la vida terrena, dedicando fervorosos sufragios por su alma.

NECROLOGÍA

R. P. Joaquín M.^a de Barnola, S. J.



Tomamos de dos revistas, la *Hormiga de Oro*, de Barcelona, que nos ha facilitado el clisé, y de *Ibérica*, de Tortosa, los siguientes datos biográficos de nuestro Académico correspondiente.

“El sábado 13 de Junio de este año 1925 falleció santamente en su residencia del Colegio Máximo de San Ignacio de Sarriá este insigne jesuíta, hijo de una de las más ilustres familias de Barcelona...”

Desde los primeros años de su vida religiosa, el P. Barnola se dedicó a las ciencias naturales, siendo Barcelona, en sus dos Colegios de la calle de Caspe y de Sarriá, y la ciudad de Orihuela, el campo donde desplegó su actividad.

Como escritor ha dejado el P. Barnola muchas obras, unas originales, otras traducidas del alemán. En 1908 dió a luz el *Manual práctico del Botánico herborizador*; en 1913 publicó su *Autodidaxis de Química práctica*, obra de la que en 1924 se publicó la segunda edición; en 1915 imprimió el otro libro gemelo del Manual del botánico, intitulado *Recoged minerales*; en el año 1918 la colección "Minerva" editó el llamado *Resum de Botànica*, del mismo P. Barnola. Las principales traducciones del Padre son: *Tratado de Botànica*, de Strasburger; *La Teoría de la Relatividad de Einstein*, del P. Wulf, S. J., y el *Tratado de Mineralogía*, de Schmid.

Fué el P. Barnola asiduo colaborador del *Boletín de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales*, de la revista *Ibérica*, de la *Educación Hispano-Americana*, de los *Quaderns d' Estudi*, del *Butlletí de la Institució Catalana d' Historia Natural*, de *Razón y Fe*, de la revista portuguesa *Broteria*, etcétera, etcétera.

Perteneía a la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales, a la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias, a la Academia de Ciencias de Zaragoza, a la Académie Internationale de Botanique y a la Institució Catalana d' Historia Natural, en la que por muchos años ocupó altos cargos de la misma, hasta llegar a ser su Presidente".

(*Hormiga de Oro*, 25 de Junio de 1925, p. 333).

* * *

"Fué arrebatado prematuramente a la ciencia, a la redacción de *Ibérica* y a sus numerosos amigos, a mí en particular, el día 13 de este mes de Junio en Sarriá (Barcelona), a la edad de 55 años. Creo que desde 1879 nos conocíamos, cuando él era un niño de pocos años, estudiante en el Colegio de San Ignacio de Manresa.

Nació en Barcelona, el 29 de Marzo de 1870, de distinguida familia, conociéndosele siempre la finura de su educación en sus modales cultos y bondad de su carácter. Estudió el bachillerato en Manresa. El 31 de Diciembre de 1886 entró en la Compañía de Jesús en el noviciado de Veruela (Zaragoza), donde hizo sus estudios literarios, y ya desde entonces mostró su decidida afición a las Ciencias Naturales, especialmente a la Botánica, con la notable colección de plantas que recogió y clasificó, fundamento de sus ulteriores estudios. Completó sus conocimientos científicos en Alemania, y vuelto a España ordenóse de sacerdote y le dedicaron a la enseñanza de la Historia Natural y otras disciplinas similares en los Colegios de Barcelona, Orihuela y Sarriá, donde era vicedirector del Laboratorio biológico.

Su poder de asimilación era extraordinario y su bondad de carácter nunca desmentida. No sabía negarse a ningún favor u ocupación científica que le pidiesen o a que le invitasen. De ahí nacieron las obras que publicó, muy estimadas... Tenía en prensa una obra de Historia Natural, escrita en colaboración con otros Padres. Había de colaborar en la Historia Natural que en lujosos fascículos comienza a publicar el Instituto Gallach de Barcelona.

Fué durante muchos años mi compañero, el más querido, en mis numerosas excursiones. Con él recorrí tres veces el principado de Andorra, cuya flora vascular completó en una bella memoria, la primera de las que viene publicando la Sociedad Ibérica de Ciencias Naturales; en otras muchas excursiones visitamos varios montes de Cataluña, el Montseny sobre todo, y asimismo el Moncayo en Aragón.

Colaboró con entusiasmo en los provechosos cursillos de verano, organizados por la Mancomunidad de Cataluña, dió series de conferencias científicas a maestros, y estaba siempre dispuesto a ayudar y orientar en la enseñanza de la Historia Natural a los profesores de algunos institutos religiosos de varones y mujeres, que solicitaban su valiosa cooperación.

Se especializó en el estudio de helechos y musgos, de que poseía muy rico herbario, y describió algunas formas nuevas.

Fué Presidente varios años de la Institució Catalana d' Història Natural y socio correspondiente de la Academia de Ciencias de Zaragoza desde su fundación en 1916.

Fueron muchos los neurópteros que me proporcionó, y en su obsequio le dediqué una variedad, *Chrysopa vulgaris* Schn. var. *Barnolai*, cogida por él en Sarriá, y una especie *Isoperla Barnolai*, hallada por ambos en una de tantas excursiones en San Juan del Erm (Lérida), ítem el género *Barnola* en el primer Congreso de Naturalistas españoles celebrado en 1908.

Descanse en paz.

LONGINOS NAVÁS, S. J.

(*Ibérica*, n.º 584, 27 de Junio de 1925, p. 2).
