

REVISTA DE LA
ACADEMIA COLOMBIANA
DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES
CORRESPONDIENTE DE LA ESPAÑOLA

(PUBLICACION TRIMESTRAL DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL)

VOLUMEN I

ENERO, FEBRERO, MARZO Y ABRIL — AÑO 1937

NUMERO 2

DIRECTOR:

JORGE ALVAREZ LLERAS

COMITE DE REDACCION:

VICTOR E. CARO

LUIS CUERVO MARQUEZ

ANTONIO MARIA BARRIGA VILLALBA

CALIXTO TORRES UMAÑA

SUMARIO

SECCION EDITORIAL

Pág.

Notas de la Dirección _____ 95

TRABAJOS ACADEMICOS:

Observaciones geobotánicas en Colombia (continuación), por José Cuatrecasas _____ 100

Especies nuevas y observaciones diversas sobre Dermápteros y Ortópteros colombianos, por el Hermano Apolinar María _____ 132

La Evolución Cósmica, por Rafael Torres Mariño _____ 138

Explicación preliminar referente al estudio "Nota sobre Optica Matemática", por Jorge Alvarez Lleras _____ 141

Nota sobre Optica Matemática, por Julio Garavito Armero _____ 145

Flora de Colombia, por Santiago Cortés _____ 159

El método experimental y la evolución de la medida del Espacio y el Tiempo, por Alberto Borda Tanco _____ 173

El Jardín Botánico de Bogotá, por Enrique Pérez Arbeláez, Pbro. _____ 179

Un teorema de Fermat, sin consecuencias, por Victor E. Caro _____ 182

Notas de la Dirección sobre asuntos varios _____ 185

Composición actual de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales _____ 190

(LA ACADEMIA COMO CUERPO CIENTIFICO NO SE HACE RESPONSABLE DE LAS OPINIONES PERSONALES DE SUS MIEMBROS).



(EMBLEMA DE LA ACADEMIA MATRIZ ESPAÑOLA)

DIRECCION Y ADMINISTRACION: BOGOTA, OBSERVATORIO ASTRONOMICO NACIONAL

CARRERA 8A., No. 8-00. — APARTADO No. 2584.

REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

PUBLICACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL

SECCION EDITORIAL

NOTAS DE LA DIRECCION

CONCEPTOS DE LA PRENSA PERIODICA SOBRE LA APARICION DE ESTA REVISTA

Con ocasión del primer número de esta publicación, la prensa de la capital de la República apresuróse a elogiar la labor que ha iniciado la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales contando con el concurso valiosísimo del Ministerio de Educación. Y, con rara unanimidad de criterio, esa prensa ha hecho notar que tal labor constituye una necesidad nacional, siendo su feliz iniciación una nueva etapa en la marcha progresiva del país hacia la posesión de elementos de más alta cultura.

Así dijolo "El Tiempo" del 24 de diciembre, próximo pasado, en su sección editorial y en frases admirables, de acierto y atildado estilo, y así hanlo confirmado "El Espectador", "La Razón" y otros diarios prestigiosos, como se ve en los escritos que a continuación reproducimos.

En su artículo editorial se expresó "El Tiempo", tituléndolo "La vuelta a las ciencias", de esta suerte:

"Acaba de aparecer el primer número de una revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, publicada por el Ministerio de Educación Nacional, bajo la dirección de Jorge Alvarez Lleras y Víctor E. Caro, Antonio María Barriga Villalba, Luis Cuervo Márquez y Calixto Torres Umaña, quienes forman el Comité de redacción. Viene esta revista a llenar un vacío dentro de la muchedumbre de revistas que se están editando en Colombia. Las ciencias no han tenido hogar en Colombia desde hace ya muchos años. Nosotros rompimos la tradición de la Misión Botánica y la de la Comisión Corográfica, con grave daño para los intereses nacionales y con mengua evidente para nuestra cultura. La Universidad se

redujo a los más estrictos menesteres profesionales, sólo buscó la formación del abogado que supiera interpretar el código, del ingeniero que manejara el teodolito, del médico que trabajara con el bisturí, sin tener la más leve ambición de ciencia para los altos estudios. Este vivir ceñido a lo que en el terreno de las ciencias no es sino menester de artesanos y oficiales menores, es lo que ha mantenido paralizada la explotación misma del país. Nosotros hemos escrito una activa historia política de la República, pero hemos olvidado la Historia Natural. Hemos progresado en las ciencias políticas, conocemos bastante de lo que se ha escrito sobre estas materias en otros países, pero a pesar de esfuerzos tan meritorios y tenaces como los que realizan algunos beneméritos investigadores, como el doctor Pérez Arbeláez, para no citar sino un nombre, la inmensa mayoría sigue ignorando totalmente las ciencias naturales, para las cuales ni siquiera existe todavía una casa de estudios, y con esta ignorancia hemos ignorado, conjuntamente, al país en donde vivimos y trabajamos. El destino de la ciencia pura es el de iniciarse en lo que aparentemente no reporta utilidad, y en lo que de hecho no trae bienes inmediatos. Pero, en último término, es ella la que le viene a dar la mano a los pueblos, y a iniciarlos en sus verdaderos caminos de redención".

"Con la Academia de Ciencias, que data de 1933, y con su revista, brillantemente iniciada ahora, se viene a salvar ese descuido imperdonable. Esta revista viene buscando un eslabón donde enlazarse, a tocar en la obra de Mutis. La obra de Mutis jamás será elogiada como se lo merece, ni se ha penetrado en sus consecuencias históricas para señalarle a los colombianos las proyecciones maravillosas que un movimiento científico puede tener en el desarrollo de un país. No es asunto ocasional el que en la escuela de Mutis se hu-

bieran formado los precursores de la independencia neogranadina. Y hemos tenido la oportunidad de mostrar en ocasión anterior, desde estas mismas columnas editoriales, cómo la independencia fue una obra de las ideas liberales. Esas ideas liberales, esa filosofía francesa que tuvo su decálogo en los derechos del hombre, fueron el punto de que se sirvieron los primeros legisladores revolucionarios. Y las ideas liberales se introdujeron a la Nueva Granada precisamente con los sabios enviados al país por Carlos III, que llegaron aquí como a los demás puntos de América, y cuyo exponente más brillante entre nosotros fue don José Celestino Mutis”.

“La reacción universitaria que provocaron en el Colegio del Rosario las lecciones del sabio gaditano; la perentoria exigencia que, a causa de las enseñanzas del maestro, formularon luego Caldas y Camilo Torres en el sentido de que se abandonarían las estériles enseñanzas de una filosofía hecha a base de abstracciones para entrar por el camino de la experimentación y del estudio de las riquezas naturales de la Colonia, son la llama que alumbró a los patriotas en el camino de las rebeldías. Las ciencias naturales enseñaron a los neogranadinos a volver los ojos sobre su propia patria, les dijeron cómo era infinitamente más fecundo el estudio del reino natural en que vivían que el de los mismos reinos celestiales, a que se hallaban desde luego abrazados por la fe de sus padres. Ese reino natural, para Caldas, para Torres, para Zea, para los Lozanos, fue también un reino humano. Ellos empezaron a ver a sus semejantes, a sus prójimos, a sus compatriotas bajo una luz nueva. Y del laboratorio universitario pasaron a la lucha en los propios campos de batalla, siguiendo una lógica tan natural y sencilla que era como un mismo acto el inclinarse a reconocer las propiedades de las plantas o el poner el oído sobre el corazón de los indios”.

“Por extraña que parezca, la relación que existe entre la Misión Botánica y la formación de la República es íntima y estrecha. Por ignorada que haya sido, es imposible negar la relación que existe entre el renacimiento de las ciencias en España y la formación del liberalismo europeo, introducido a la Madre Patria por Carlos III. Al perder nosotros la tradición de la Misión Botánica, al dejar de mano el estudio de nuestra propia naturaleza, para internarnos en el azaroso camino de las guerras civiles, perdimos de vista la claridad que guió los primeros pasos de la República, y la llama que vivificó la nacionalidad cuando empezaba a formarse para la vida independiente. Volver sobre la pauta de esa tradición perdida, es volver a tener conciencia de lo que somos y a buscar una explicación de nuestro destino”.

“Parece apenas verosímil que una obra tan delicada y perfecta, tan pulida y tan viva en el fervor de quienes la hicieron, como la de la Misión Botánica, hubiera rodado sordamente en el olvi-

do, hasta el extremo de que hoy se descubren en las viejas colecciones españolas los dibujos que se hicieron por los maestros de la Misión Botánica, como si fuesen maravillas de arqueología. En vísperas de la actual revolución española, ese grande amigo de Colombia, por el vínculo del amor a las ciencias naturales, que se llama José Cuatrecasas, había emprendido la labor maravillosa de editar en láminas de colores los dibujos de la escuela de Mutis. Son láminas que honrarían a los más hábiles coloristas y dibujantes botánicos de Inglaterra y que no tienen rival en su género, después de siglo y medio de haberse hecho. En realidad, parece como si, al ver esas láminas, volviéramos de un largo sueño para recobrar el sentido de nuestro paisaje, de nuestro reino, de nuestra naturaleza”.

“Para nosotros es un signo feliz, el mejor de los augurios, ver en el índice de la revista de la Academia Colombiana de Ciencias mezclados los nombres de Mutis y de Cuatrecasas, con los de quienes ahora pueden señalarse como los continuadores de la obra de nuestros primeros sabios —de Matiz, de Valenzuela, de Triana, de Cortés, de Zerda, de Garavito. Los nombres de quienes figuran en la sección de trabajos de la primera entrega de la nueva revista —Lleras Acosta, el Hermano Apolinar María, Cuervo Márquez, Sarasola, Luis María Murillo, Barriga Villalba, Víctor Caro— nos están indicando que otra vez se forma calor de hogar científico en esta segunda Nueva Granada, bajo el signo de un régimen que va, como el de hace siglo y medio, abriendo los telones para dejar a la vista el escenario de la ciencia”.

Con la misma fecha, 24 de diciembre, “El Espectador” se expresó así:

“Bajo la dirección del profesor Jorge Alvarez Lleras, y como publicación trimestral del Ministerio de Educación Nacional, acaba de aparecer la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, correspondiente de la española”.

“Esta es una publicación de carácter puramente científico, con un material seleccionado cuidadosamente, y con una admirable y pulcra presentación tipográfica”.

“Este primer número de la revista trae extensos e interesantes estudios sobre las especies colombianas del género *Calosoma Weber*, por el Hermano Apolinar María; un estudio sobre las nubes y la circulación de las corrientes en Bogotá, por el Padre Simón Sarasola, S. J.; un artículo sobre valles y lagos de la Cordillera Oriental, por el doctor Luis Cuervo Márquez; un resumen de las investigaciones sobre el bacilo de la lepra, por el profesor Federico Lleras Acosta; conceptos generales sobre la Entomología económica y los servicios de sanidad vegetal, por el doctor Luis María Murillo; observaciones geobotánicas en Colombia, por José Cuatrecasas. Y, además, una explicación preliminar a los trabajos de Garavito, por Jorge

Alvarez Lleras; la teoría de la aberración de la luz, por Julio Garavito Armero; consecuencias de un teorema de Descartes, por Víctor E. Caro; la tensión arterial, por Antonio María Barriga Villalba y otras notas y apuntes sobre los temas científicos más importantes de actualidad”.

“La Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales es una publicación que viene a llenar una necesidad en el periodismo nacional, ya que vendrá a servir como vehículo para la difusión de todos nuestros descubrimientos científicos y para el debate de las cuestiones de laboratorio”.

Y con fecha del 2 de enero del año en curso “La Razón” agregó, en frases de estricta justicia y con oportunidad y acierto innegables, lo siguiente:

“La aparición de revistas de carácter científico en Colombia es acontecimiento inusitado, casi milagroso. Publicaciones ha habido siempre en el país, unas de escasa vida y honda proyección, otras de existencia empedernida y consecuencias nulas para la cultura; pero revistas propiamente científicas no las había en Colombia desde hace unos cincuenta años. De allí que la aparición de la “Revista de la Academia de Ciencias Físicas, Naturales y Exactas”, publicada por el Ministerio de Educación Nacional, nos haya sorprendido en altísimo grado”.

A esto agregó en seguida “La Razón” para terminar la expresión de sus conceptos sobre este punto:

“Si la fatalidad que se abate sobre publicaciones de esta índole no acaba con ellas, dentro de poco tiempo se podrá volver a hablar con orgullo de una ciencia colombiana, como en los venturosos días de la Expedición Botánica. Ya era tiempo, por otra parte, de que se iniciase aquí un movimiento serio hacia cierta clase de disciplinas mentales completamente olvidadas en el país. La literatura y sólo la literatura, tenía monopolizada la escasa atención del público y el trabajo de las imprentas; y si bien es cierto que estas faenas honran a un país y elevan el nivel espiritual del pueblo, no lo es menos que la carencia de un movimiento científico, por modesto que sea, significa para una nación una deficiencia que suele cobrarse caro por los países empeñados en negar el adelanto cultural de otros pueblos”.

“Nosotros hemos vivido aislados, en parte, porque no hemos tenido nada que ofrecer a los de afuera, y en parte, porque el Estado poco o nada se ha preocupado por estas cuestiones. Pero ahora que se inicia una tan marcada reacción en favor de las publicaciones serias, es necesario probar que Colombia no es sólo semillero de políticos o de poetas medianos, sino tierra propicia para el florecimiento de las ciencias. No hay que ser pesimistas al respecto. Si no podemos hablar de un movimiento científico, en el verdadero sentido de la palabra, sí podemos exhibir una docena de hombres cultos, serios y estudiosos, que pueden sacar

al país del absoluto anonadamiento en que ha vivido. Sólo que estos hombres han estado hasta hoy abandonados del público o suplantados por la flameante e imperante fauna de los políticos”.

Ciertamente, poco tuviéramos que agregar a los anteriores conceptos, que agradecemos como es debido, si no fuera del caso recordar que ya en tiempos coloniales, el Arzobispo-Virrey de la Nueva Granada, doctor Antonio Caballero y Góngora, en su “Relación de Mando”, se atrevió a decir, hablando de un nuevo plan educativo para la Colonia:

“Todo el objeto del plan se dirige a sustituir las útiles ciencias exactas en lugar de las meramente especulativas, en que hasta ahora lastimosamente se ha perdido el tiempo. Porque un reino lleno de preciosísimas producciones que utilizar, de montes que allanar, de caminos que abrir, de pantanos y minas que desecar, de aguas que dirigir, de metales que depurar, ciertamente necesita más de sujetos que sepan conocer y observar la naturaleza y manejar el cálculo, el compás y la regla, que de quienes entiendan y discutan el ente de razón, la primera materia y la forma sustancial”.

* * *

OPORTUNIDAD DE LA LABOR QUE INTENTA ADELANTAR ESTA REVISTA

Si quisiéramos comentar a espacioso los admirables conceptos de Caballero y Góngora, expuestos hace dos siglos, y los novísimos de la prensa de ahora, que acabamos de copiar en parte, relativos a la obra de cultura que puede y debe ejecutar la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, menester habríamos para ello de un volumen extenso, pues el tema es vasto de por sí y la historia del país nos daría elementos innumerables para demostrar objetivamente cuánta ha sido la responsabilidad que cabe a los Gobiernos que se han apartado de las normas trazadas por los escasos políticos de valía que nos han hablado en este sentido y han querido librarnos del tropicalismo que aún nos aflige y nos ha afligido en épocas pretéritas.

Porque este tropicalismo, que hasta cierto punto nos llevó durante el primer siglo de la República, a las contiendas civiles sin razón y sin objeto, contiendas que constituyen el meollo de nuestra historia política, se debe achacar en primer término a la falta de una preparación científica seria y bien extendida, tal como la quiso el Arzobispo-Virrey.

Si esa cultura se hubiera fomentado desde la feliz iniciación de la Expedición Botánica, según lo ha insinuado admirablemente el editorialista de “El Tiempo”, está claro que una orientación serena y reposada y la explotación científica de nuestro rico territorio, nos hubieran hecho, durante el curso del siglo XIX, una nación floreciente, seria y bien organizada.

Empero, tal vez no es tarde para enmendarnos y para entrar en la preparación técnica que necesitamos indispensablemente, ahora, cuando el progreso material moderno nos empuja de modo irresistible y el Gobierno, al comprenderlo así, se propone renovar el ambiente universitario, mejorando y extendiendo la cultura superior por todos los ámbitos del país.

Mas como la obra universitaria en este sentido no habrá de ser suficiente, conviene insistir en que la intervención académica, coadyuvando a ella, debe considerarse elemento indispensable.

Para respaldar este concepto, queremos valernos de las palabras elocuentes del político español don Mariano Roca de Togores, Ministro de Isabel II y fundador de nuestra Academia matriz, quien proponiendo oficialmente la fundación de este Instituto, dijo así:

“En breve, estarán las Universidades dotadas de los medios necesarios para cultivarlas, y de esperar es que entonces sea su desarrollo tan rápido como provechoso; pero, aun así, cree el Ministro que suscribe, que es indispensable acudir a otros medios no menos eficaces, que en países extranjeros han contribuido poderosamente al engrandecimiento de aquellas ciencias y a la importancia de sus aplicaciones de toda especie”.

“Porque no bastan los esfuerzos aislados de los sabios que a tales estudios se dedican, para recoger los opimos frutos de un campo tan vasto, que en él se pierde la inteligencia humana, sino que es necesario que aquéllos se reúnan para conferenciar entre sí, comunicarse sus observaciones, auxiliarse mutuamente, y, por último, establecer extensas correspondencias con los sabios y las Corporaciones más eminentes del orbe, a fin de que este inmenso comercio de ideas y descubrimientos difunda el saber por todas partes y acrezca el tesoro de la ciencia con los tributos que todos le lleven a porfía. Si las Sociedades puramente literarias han hecho grandes servicios, no les ceden las científicas en utilidad e importancia, y aun pueden aventajarlas, porque el estudio de la naturaleza requiere, más todavía que el de las lenguas y otras ciencias, los esfuerzos reunidos de muchos hombres que se dediquen de consuno a arrancarle sus secretos”.

“Por tanto, se han creado y multiplicado en todos los países cultos las Sociedades consagradas al cultivo de las Ciencias Naturales, y las primeras capitales de Europa se envanecen de que, a la sombra protectora de sus gobiernos, hayan hecho inmensos trabajos y adquirido justo renombre”.

* * *

DE LA MANERA COMO HABRA DE CONTINUARSE ESTA REVISTA, DENTRO DE LOS PROPOSITOS DE LA ACADEMIA

En el primer número de nuestra publicación periódica se explicó por qué motivo la obra de Ga-

ravito iba a incluirse íntegramente en estas páginas, y por qué circunstancia se consideraba conveniente la reproducción de algunos dibujos del botánico don Santiago Cortés. Ahora queremos hacer notar que uno de los prospectos más interesantes de nuestro Instituto contempla la necesidad de revivir para las actuales generaciones, la labor científica admirable de aquellos colombianos que pertenecen a la Historia, y cuyos nombres talvez se hayan olvidado ya por el gran público.

De entre estos nombres, que habrán de figurar en las páginas presentes, destacamos el del sabio botánico don José Triana, cuya personalidad científica fue bien apreciada en la Europa de su época, el del filólogo y naturalista don Ezequiel Uricoechea, el del matemático don Lino de Pombo, el del geógrafo General Joaquín Acosta, el del ilustre médico doctor Liborio Zerda, el del bacteriólogo y físico doctor Juan de Dios Carrasquilla, el del geólogo don Tulio Ospina y los de algunos más de matemáticos, físicos, químicos y naturalistas que han enriquecido la bibliografía científica colombiana con páginas de verdadero mérito.

Y esto se habrá de hacer porque al lado de los trabajos de ahora es necesario, como sano cultivo a la tradición, que aparezcan los de nuestros maestros, y que ellos queden resumidos en estas páginas para la historia del futuro.

Frecuentemente ha sucedido que nuestros historiadores —que no olvidan ni insignificantes detalles relativos a hombres públicos nuestros: prestigios militares, políticos de renombre, escritores y poetas de fama— dejaron en la penumbra, y a veces en plena oscuridad, a servidores de la Patria que la ilustraron con su ciencia en la cátedra retirada, en el silencio de los laboratorios o en las bibliotecas y museos. Y hasta ha ocurrido, con figuras como la del sabio Caldas, cuyo nombre ha resonado desde la epopeya de nuestra independencia por todos los ámbitos del país, que al ser conocidos lo deben a sus hechos guerreros o a sus influencias políticas o sociales, nunca a sus méritos científicos.

Así, por ejemplo, en el caso de Caldas, es difícil saber si los historiadores que se han ocupado de su figura histórica de prócer y mártir de la Patria, comprendieron jamás cuál fue la importancia de su labor en el campo de la Física, o siquiera supieron a ciencia cierta en qué consistió ella.

A remediar tal deficiencia, para que nuestra juventud pueda comprender que en el pasado Colombia ha contado con hombres de verdadero mérito científico, tiende el propósito firme de esta Revista de incluir en sus páginas los nombres todos de colombianos que en alguna circunstancia recorrieran el territorio patrio, observaran su fauna y su flora, descubrieran sus bellezas naturales, explotaran los filones de sus minas, trazaran sus horizontes geológicos, midieran la extensión de sus llanuras o la altura de sus montañas, analizaran en los laboratorios los productos de su suelo, o ilus-

traran a sus compatriotas en los progresos de las matemáticas y sus aplicaciones.

Obrando de esta suerte creemos, como lo dijo “El Tiempo” en el editorial transcrito atrás, que establecemos un vínculo estrecho entre la ciencia del pasado y los trabajos del presente, entre nuestros maestros y sus discípulos.

* * *

DE LA SERIEDAD CON QUE SE HABRAN DE PRESENTAR SIEMPRE LOS TRABAJOS DE ESTA REVISTA

Y como se trata de una publicación oficial encargada de presentar decentemente ante el extranjero nuestra escasa pero inteligente producción científica, de fomentar los estudios serios entre nosotros y de crear un ambiente en nuestro país propicio para la investigación, queremos dejar constancia clara de que en las páginas de esta Revista jamás se abusará del elogio exagerado o del tropicalismo y el ditirambo, ni, mucho menos, se prestará campo para la adulación que rebaje su

carácter de órgano absolutamente serio e imparcial de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, la cual no hace distinciones políticas ni se preocupa por intereses regionales. De esta suerte habremos de cumplir fielmente en las páginas que dirigimos, la recomendación aprobada unánimemente por nuestro Instituto, a moción de dos salientes personalidades que ya dieron al país lustre y prestigio, los doctores José Joaquín Casas y Luis Cuervo Márquez.

Tal recomendación dice que nunca habrán de publicarse en la Revista retratos de personas que aún vivan, ya pertenezcan a la Academia o no, para consagrar raramente este honor sólo a altas cumbres de la ciencia reconocidas por la Historia.

En esta forma y prescindiendo también de biografías y exposiciones que suenen a mercenario elogio, habráse de mantener siempre esta publicación en una región elevada y serena, a donde nunca alcancen la necia emulación, el bajo interés o la mala fe.

J. A. Ll.

OBSERVACIONES GEOBOTANICAS EN COLOMBIA

JOSE CUATRECASAS

Profesor del Jardín Botánico de Madrid y del Laboratorio de Botánica de la Facultad de Farmacia.

(Continuación)

VIII. WEINMANNION

a) WEINMANNIETUM TOMENTOSAE

Cuadro 7.

Ocupa grandes extensiones en las montañas que forman las cordilleras que rodean la sabana de Guasca, a unos 2.700 metros de altura en la Cordillera Oriental de Colombia. Un complejo de asociación estudiado, con predominio de *Weinmannietum*, se extendía entre Cerro del Santuario y Peña Cuadrada y sobre sus vertientes hacia Peña Negra y la alta cuenca del río Sueva. Las localidades visitadas son los bosques llamados Los Gages, del Boquerón, del Paso del Guayabo, con las faldas del Santuario y La Laguna, regiones conocidas por Páramo de Guasca, que se extienden entre 2.800 y 3.200 metros de altura. Suelo turboso (1).

Datos climatológicos:

De las mismas localidades estudiadas no se conocen, pero poseemos algunos datos de una estación próxima, de Guasca, a unos 2.740 metros de altura en la Sabana del mismo nombre. Las montañas están más frecuentemente cubiertas por las nieblas y están más sujetas a precipitaciones. Por este hecho y por su mayor altitud resulta que las temperaturas serán más bajas y la humedad superior a las observaciones de Guasca.

OBSERVACIONES DE LOS AÑOS 1930 Y 1931.

AÑOS	PRECIPITACION		
	Total.	Mes de máxima.	Mes de mínima.
1930.....	829,4 mm.	193,6 mm. octubre	7,6 mm. septiembre
1931.....	705,2 mm.	129,6 mm. novbre.	1,0 mm. enero

(1) En un suelo negro, pastoso, profundo, que hace del camino un barrizal, en el que se distinguen tres horizontes: Horizonte A: De tierra negra compacta, de uno a dos metros de profundidad (pH=5,9), color en seco gris medio, húmeda pardo-oscuro, sin CO₂, SO₄ y Cl. Horizonte B: De color rojizo oscuro, también profundo. Horizonte C: Roca madre grisácea (traquitas). Suelo turboso húmedo, por lo menos en la época más lluviosa.

Hay dos estaciones más lluviosas: en 1930, junio-julio y agosto y octubre-noviembre; y en 1931, junio-julio y noviembre-diciembre.

TEMPERATURA	1930	1931
Máxima extrema.....	23,8° diciembre	20° marzo
Máxima media mensual.....	18,6° noviembre	16,9° febrero
Mínima extrema.....	4,4° septiembre	5° enero
Mínima media mensual.....	8° octubre	8,8° enero
Media mensual superior.....	14,9° noviembre	14° marzo
Media mensual inferior.....	13,1° julio-agosto	11,9° enero
Media mensual.....	13,9°	13,4°

Existe una época de temperaturas más elevadas, de máximas, que coincide con la de las mínimas. Es una época de temperaturas extremas que se extiende de septiembre a marzo, de unos cuatro o cinco meses de duración, que se desplazan según los años. En esta época se registran las variaciones anuales extremas de temperatura, que son de 19° para el año 1930 y de 15° para el 1931. En los otros meses, que coinciden con nuestro verano, pero más largo, las variaciones totales de temperatura no exceden de los 10°.

Es preciso señalar que las épocas lluviosas coinciden con las de mayor regularidad térmica.

Vientos dominantes: del SE.

Humedad { de 55% a 78% (1930)
 { de 60% a 78% (1931)

Esquema biotipológico del cuadro 7.

Caracteres: Lignatum muy desarrollado (61%) en cantidad y en masa. Dominan las formas micrófilas y nanofilas, pero aparece una cantidad respetable de formas leptofilas (15%). Las escasas formas macrofilas y megafilas son del caulirrosuletum, del cual sólo el pteridofitosum es de especies constantes (*Blechnum*) y sociales (por demás de hoja dividida); en cambio, el caulirrosuletum antofitosum es socialmente accesorio y aclimático. Es eminentemente esclerófilo (80%) y las especies de hoja herbácea corresponden casi todas al reducido sufruticetum. Presencia de elementos aciculifolios (7,5%), de hoja imbricada (7,5%) y de hoja revuelta por los bordes (18%), con tomento espeso o lanoso por lo menos en su envés. Vestidura frecuente de hojas (54%) y ramas tiernas (59%), y secreción resinosa en los mismos ór-

Cuadro 7.

Weinmannietum tomentosae en Guasca.

	Sociabilidad y cantidad	Tamaño foliar.	Consistencia hoja	Vestidura hoja.	Particularidades hoja.	Vestidura ramas jóvenes.	Particularidades planta.
Arboretum.							
Weinmannia tomentosa L. f.....	CS	m	cor.	lan. roj.	rev. div.	lan.	
Hesperomeles obtusifolia Kth.....	S Gr	m	cor.				
Hesperomeles Goudotiana Decne.....	S Gr	m	cor.	ros.-tom.		tom.	
Drimys granatensis Mutis.....	S	m-M	cor.	pulv.	± rev.	pulv.	const.
Clethra chrysoleuca K. v. ferruginea (R. et P.).....	GR	m	cor.	tom.-roj.		tom.	
Oreopanax discolor (Kth). D. Pl.....	S	M	cor.	tom.		tom.	
Clusia sp. div.....	S y CS Gr	M	cor.-crass.				const.
Tibouchina Grossa (L.) Cogn.....	S	n	cor.	hisp.	rev.	pub. roj.	
Bucketia glutinosa DC.....	S	n	cor.	glandulosa.		glandulosa	const.
Vallea stipularis Mutis.....	S	m	cor.				
Gynoxys Trianae Hieron.....	S	m	cor.	tom.		tom.	
Baccharis floribundum HBK.....	S	m	cor.	viscosas.		± pub. visc.	
Diplostegium rosmarinifolium (Benth.) W.....	S	l-n	cor.	pubes.	rev. lineal	pub.	
Miconia eleaoides Naud.....	S - S Gr	n-m	cor.			pub. roj.	
Miconia ligustrina Tr.....	GR - S Gr	m	cor.				
Miconia summa Cuatr.....	GR	n	cor.			pub. roj.	
Hypericum Hartwegii Benth.....	S y GR	l	acicul.		imbric.		
Rapanea ferruginea (R. P.) Mez. v. Jelskii (Mez.).....	S	m	cor.			tom. roj.	
Senecio lanatus DC.....	S - GR	l-n	cor.	lan.		tom.	
Viburnum suratense Kilp. Smith.....	S	m	cor.			tom.	
Vaccinium floribundum HBK.....	S - GR	n	cor.				
Gaultheria anastomosans HBK.....	S - GR	n	cor.	cil.		hisp.	
Fruticetum.							
Cavendishia cordifolia (HBK.) Hook.....	S	m	cor.				
Macleania nitida (HBK.) Hoerold.....	S	m	cor.				
Ceratostema parvifolium Benth.....	S	n	cor.	± pel.		hisp.	
Cavendishia guascensis Cuatr.....	S	m	cor.				
Miconia salicifolia Naud.....	S	n	cor.	ros. tom.	rev.	ros. tom.	
Bejaria aestuans Mutis.....	S	n	cor.	cil.	rev.	pub. gland.	
Bejaria resinosa Mutis.....	S	n	cor.			pub. gland.	
Aragoa abietina HBK.....	S	l	acicul.		imbr.		
Arcytophyllum nitidum (HBK.) Soll.....	S	l	acicul.		rev. imbr.		
Perilochroa lindenianum Miers.....	S	n-m	cor.	lan.		tom. lan.	
Gaylussacia buxifolia HBK.....	S	n	cor.	± pel.	± rev.	pelos.	
Hypericum Goyanesii Cuatr.....	S	l	subcor.	cil.			
Hypericum mexicanum L.....	S	n	cor.-crass.	visc.		visc.	
Hypericum loricifolium Tuss.....	S	l	acicul.		imbr.		
Hypericum Brathys Smith.....	S	l	acicul.		imbr.		
Berberis Goudotii Tr. Pol.....	S	m	cor.	pulv.			
Myrica parviflora Benth.....	S	n	cor.	tom.		tom.	
Pernettya Pentlandii DC.....	S	n	cor.		± rev.	pub.	
Ribes columbianum Cuatr.....	GR	n-m	h.	pub.		pub.	

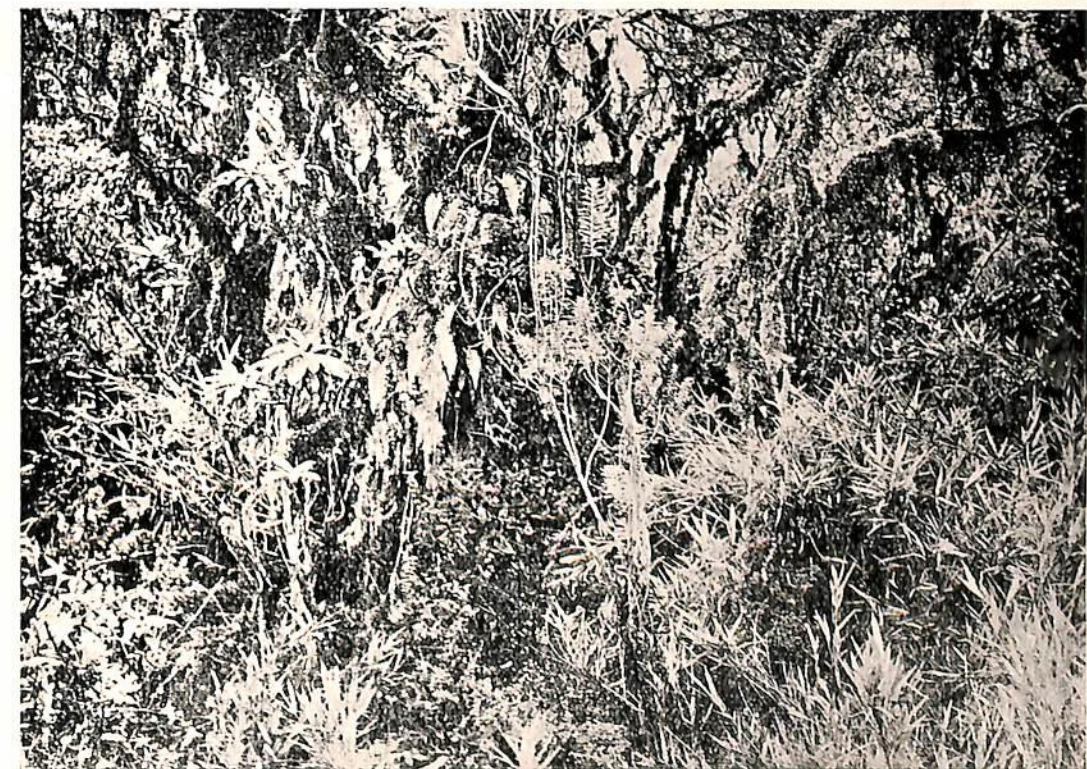


	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia hoja.	Vestidura hoja.	Particularidades hoja.	Vestidura ramas jóvenes.	Particularidades planta.
<i>Rubus floribundus HBK.</i>	ŠGr	m	pap.	tom.	(fol.)	tom.	
<i>Rubus loxensis Benth.</i>	GR	m	cor.	tom.		tom.	liana
<i>Rubus nubigenus HBK. v. Ruizii Focke.</i>	GR	m-M	cor.	tom.	fol.	tom.	
<i>Salpichroa aff. diffusa Miers.</i>	Š	m	h.	± cil.		± cil.	liana
<i>Muehlenbeckia tamnifolia Meissn. v. oligobotrys Gross.</i>	Š	m	h.				± liana
<i>Passiflora lanata (Tuss.) Poir.</i>	Š						liana
FRUTICULETUM.							
<i>Gaultheria coccinea HBK. var.</i>	Š	m	cor.	cil.		hisp.	
<i>Gaultheria lanigera Hook.</i>	SP	n	cor.	lan.	rev.	lan. roj.	
<i>Diplostephium phyllicoides (HBK.) Wedd.</i>	CM	l	cor.	tom.	rev.	lan.	
<i>Valeriana oblongifolia (Karst.)</i>	ŠGr	l	cor.	tom.	rev.	lan.	
Sufruticetum.							
<i>Hypericum gnidioides Leem.</i>	Š		subcor.				
<i>Castilleja fissifolia L. f. fruticosa Wedd.</i>	Š	n	h.	pub.		tom.	
<i>Alchemilla Moritziana MD.</i>	ŠCm	n	h.	tom.	div.	tom.	cespitosa
<i>Gentiana Arbelazii Cuatr.</i>	ŠCm	n	h.				cespitosa
<i>Apium glaucescens HBK.</i>	Š	n	h.-cart.		div.		cespitosa
<i>Solanum bogotense Dun. v. oligobotrys.</i>	Š	n-m	h.	hisp.		hisp.	liana
<i>Bomarea tomentosa (R. et P.) Heru.</i>	Š	m	h.	tom.		tom.	liana
<i>Bomarea sp.</i>	Š	n-m	h.	pub.		tom.	liana
Nanoarboretum (Caulirossuletum).							
<i>Espeletia grandiflora H. et B.</i>	Š y GR	MM	cart.	lan.		lan.	
<i>Espeletia argentea H. et B.</i>	Š y GR	M	cart.	lan.		lan.	
<i>Espeletia corymbosa H. et B.</i>	Š y GR	MM	cart.	lan.		lan.	
PTERYDOPHYTOSUM.							
<i>Blechnum Moritzianum (Klotz) Hier.</i>	Š	MM	cor.			div.	
<i>Alsophila sp.</i>	Š	MMM				div.	
Cryptolignuletum (Laxum, cesp. o simpl.).							
<i>Bartschia pedicularioides Benth.</i>	ŠCm	l-n	h.	tom.		tom.	
<i>Halenia asclepiadeca (HBK) Don.</i>	Š	n-m	h.				cespitosa
<i>Alchemilla gallioides Benth.</i>	Š	l	h.	hisp.	vainas	hisp.	cespitosa
<i>Elaphoglossum caulolepis (Karst) Hier.</i>	Š	m-M	cor.				
<i>Elaphoglossum Lindigeei (Karst) Moore.</i>	Š	M	cor.				
<i>Polypodium sp.</i>	Š	m	h.			div.	
<i>Polypodium sp.</i>	Š	M	h.			div.	
<i>Cosmos chrysanthemifolius HBK.</i>	Š	l	h.			div.	
<i>Senecio formosus HBK.</i>	Š	m	h.	hisp.		hisp.	
<i>Nertera depressa Fr. et Sol.</i>	ŠCm	l-n	h.				cespitosa
ROSSULETOSUM.							
<i>Paepalanthus ensifolius Kunth.</i>	Š	m	h.-cart.	hisp.	lineal	hisp.	
FASCICULOSUM.							
<i>Orthosanthus ocisapunga R. et P.</i>	Š	M	h.		lineal		



LAMINA IX

Una manifestación del epifitetum en el bosque microtérnico de las montañas de Guasca. Asocietas simorfil de *Tillandsia Turneri* B. y *Guzmania* sp. sobre el ramaje sombrío de un encenillo en el *Weinmannium tomentosae* (3100 m. alt.). (Cordillera Oriental de Col.).



LAMINA X

Otro aspecto típico del higrodrimium microtérnico. Formaciones epifíticas de líquenes, musgos y helechos cubren densamente las ramas del lignetum. Grex de *Chusquea tessalata* M. Rosetones terminales de *Drymis granatensis* Mut., 3200 m. de alt. en el Páramo de Guasca. (Cordillera Oriental de Colombia).

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia hoja.	Vestidura hoja.	Particularidades hoja.	Vestidura ramas jóvenes.	Particularidades planta.
Perenniherbetum.							
Lycopodium complanatum <i>L.</i>	§	l	scam.		imbr.		
Peperomia blanda <i>HBK.</i>	§	n-m	h.	hisp.		hisp.	
Pilea <i>aff.</i> Jamesoniana <i>Wedd.</i>	§	m	h.	vell.		vell.	
Rebunium nitidum (<i>HBK.</i>) <i>K. Sol.</i>	§Cm	l	h.				
Drymaria paramorum <i>Blake.</i>	§	n	h.	pub.		pub.	
Perennigraminetum. Elati-fasciculosum.							
Cortaderia columbiana <i>Pilg.</i>	GR						
CAULINI-SCANDENTE.							
Chuquea tessalata <i>M.</i>	§Gr						
Epiphytetum. (§Cm)							
Tillandsia recurvata <i>L.</i>	§Cm	n-l		hisp.		hisp.	
Tillandsia Turneri <i>B.</i>	§Cm	M		± pub.			
Guzmania sp.	§Cm	M					
Epidendrum suborbiculare <i>Schltr.</i>	§Cm	n-m					sufrut.
Epidendrum sp.	§Cm	u-m					sufrut.
Nassonia sanguinea <i>Schltr.</i>	§Cm	n	crass.		imbr.		sufrut.
Pachyphyllum muscoides (<i>R.</i>) <i>Ben.</i>	§Cm	l			imbr.		
Pachyphyllum Pastii <i>R. f.</i>	§Cm	l-n			imbr.		sufrut.
Pleurothallis Trianaei <i>Schltr.</i>	§Cm	n					
Pleurothallis Hoppiana <i>Schltr.</i>	§Cm	m					
Pleurothallis microcharis <i>Schltr.</i>	§Cm	n					
Pleurothallis sp.	§Cm	n					
Hymenophyllum sp.	§Cm	M-MM	h.		div.		
Paraphytetum. Lignulosum.							
Aethanthus Mutissi (<i>HBK.</i>) <i>Engl.</i>	§	m	cor.-crass.				arbor.
Gaiadendron Tagua (<i>HBK.</i>) <i>Dn.</i>	§	m	cor.				arbor.
Proteretum. (§Gr)							
Usnea moreliana <i>Motyka.</i>							
Sticta nepulmonacea <i>Gylk.</i>							
Cladonia furcata (<i>Hds.</i>) <i>Schrad f. regalis Flk.</i>							
Cladonia pychnoclada <i>Gaud.</i>							
Parmelia reticulata <i>Frey.</i>							
Teloschistes flavicans <i>Sw. Norm. f. glaber</i>							
Sphaerophorus melanocarpus <i>DC.</i>							
Lepicolea sp.							
Campylopus sp.							
Torchochlea sp.							

ganos en ciertos casos (4,5%). El arboretum no adquiere mucho vuelo (de dos a ocho metros) y el fruticetum es pluriestratificado desde formas muy elevadas (*Cavendishia*) hasta el fruticetum rastro.

Criptolignuletum bastante desarrollado en cantidad (11%), aunque poco social, forma estrato común con el sufruticetum y herbetum, siendo sus formas rosuladas y fasciculosas (1% del total) acesorias.

El perenniherbetum, poco extenso, está representado por formas tenues y de escaso desarrollo relativo.

Se acusan, por lo tanto, los caracteres del bosque mesofítico microtérnico.

Este aspecto xerofítico de los árboles, principalmente de las *Weinmannia tomentosa*, que preside asociaciones en extensiones inmensas en esta parte de la Cordillera Oriental, comunica al bosque una fisionomía parecida en una observación vulgar a la de los encinares del clima mediterráneo. El nombre vulgar de "Encenillo" que recibe la especie se debe precisamente a dicha razón.

En el bosque climácico los árboles adoptan una forma cónica invertida. Las ramas extremas, pro-

en la asociación (o individuos de asociación) estudiada, sino que también lo es en otras asociaciones que ocupan grandes extensiones en la misma cordillera, p. ej., entre Guasca y Bogotá. En el extenso complejo de los bosques de clima frío de los Andes de Bogotá la asociación de dicha *Weinmannia* es la que predomina. En los individuos de asociación estudiados son elementos primordiales, también por su constancia, las Melastomatáceas indicadas y las *Clusia* que forman grex de facies más higrófilas locales, el *Drymis granatensis*, *Rapanea ferruginea* y las Ericáceas (*Vaccinium floribundum*, *Gaultheria anastomosans*, *Cavendishia cordifolia* especialmente y *Bejaria*). También son de señalar las *Hesperomeles*, *Clethra* y las Gutíferas leptofilas o nanofilas del fruticetum.

Otras especies arbustivas o fruticosas son en la consocietas de *Weinmannia* sólo societas o esporádicas, que en otras asociaciones de la conclímax pasan a consocietas más o menos extendidas (*Senecio lanatus*, *Hypericum Hartwegii*..).

El interior del bosque es intrincado por el fruticetum y exuberante. Los helechos arbóreos son societas esporádicas (la *Alsophila* da fisionomía incluso a las edificaciones, pues sus rectos e imputrescibles tallos se utilizan como columnas para formar los porches); el de *Blechnum* es más constante. Las rosetas más o menos elevadas de las *Espeletia* son societas esporádicas localizadas en las estaciones abiertas.

El epifitetum de Orquídeas y de Bromeliáceas contribuye con el de helechos (*Polypodium*) y con el proteretum a cubrir las ramas de los árboles, comunicando al interior del bosque su fisionomía característica. Igualmente la magnificencia del elatífascigraminetum de *Cortaderia nitida* y las grex extensas e intrincadas de *Chusquea tessulata* (láminas IX y X).

Como especies vemos Compuestas, Rosales, Ericáceas, Campanuláceas, entre las de otras familias que se destacan.

Las mismas constantes de esta asociación lo son de las consocietas de *Clethra* y de *Hesperomeles*, por lo menos en sus límites, y entre cuyas dos asociaciones la de *Weinmannia* representa un eslabón.

c) ASOCIACIONES SUBCLIMATICAS

La climácica, en un radio bastante extenso alrededor de las poblaciones, ha sido destruida para aprovechar la madera, promover la formación de pastos u obtener campos de cultivo; donde esto no ha sido posible, al bosque primitivo le reemplaza una vegetación de matorral más o menos abierto, cuyas dominantes suelen ser las de la climácica. Pero de ella faltan societas y se encuentran siempre presentes especies de otras climácicas. Estas formaciones fruticosas las he podido estudiar en las vertientes de toda la sierra del Monserrate (Guadalupe-La Cruz, lámina XI), sobre la Sabana de Bogotá y en la falda inferior de la Sierra de Guasca, en cuya conclímax predomina la consocietas de *Weinmannia tomentosa*.

Cuadro 9.

En la baja vertiente de la montaña de Guasca, entre 2.750 y 2.900 metros de altura, en suelo turboso (y a más altura en otros sitios, por ejemplo, en el Boquerón, 3.100 metros de altura), forman los residuos del bosque un matorral de hasta tres metros de alto, parecido a los maquis mediterráneos, donde dominan las *Miconia*, retoños de *Weinmannia*, Compuestas y Ericáceas. En este matorral algunas simorfias subordinadas, que en la climácica ofrecen gran desarrollo, se mantienen también, por ejemplo el proteretum, que forma espesas alfombras, y el herbetum de *Pteris aquilina*, que en las partes abiertas se suele extender en densas consocietas simorfiales. El fruticetum presenta una distribución irregular, formándose frecuentemente gregias densas donde se protegen las Orquídeas y Bromeliáceas, las protofitas y las herbáceas tenues. Es de señalar la presencia de las *Espeletia*, que forman generalmente gregias. Estas formas, que tienen su climácica en las asociaciones especiales de los altos páramos, descienden a los claros de los bosques solamente, por ejemplo, turberas, prados turbosos (clímax), o adonde la climácica ha sido profundamente alterada, como ocurre en las partes abiertas de estos matorrales, que es donde el caulirrosuletum, reducido a sus formas infantiles de acaulirrosuletum, se establece. (Son, por lo tanto, esclaves).

Las dominantes específicas varían localmente y no son precisamente la dominante climácica de la conclímax (*Weinmannia tomentosa*). Genéricamente corresponden a las Melastomatáceas, representadas por varias especies, a las que siguen en el

Esquema biotipológico del cuadro 7.

Simorfias	Arboret.	Fruticet.	Sufrut.	Caulirros.	Criptolig.	Perenniherbetum	Perennigraminet.	Epifit.	Parafit.	Proteret.	TOTAL	LIGNETUM		
Cantidad de especies	23	28	8	5	12	5	2	13	2	10	108	66		
Tanto por 100 del total	21	26	7,5	4,5	11	4,5	2	12	2	9		61		
	Num. de especies	%	Num. de especies	%	Num. de especies	%	Num. de especies	%	Num. de especies	%	Num. de especies	%		
l.	2	9	7	25	1	12,5	3	25	2	40	17	16	10	15
n.	7	30,5	9	32	5	62,5	1	8,5	2	40	30	28	21	32
m.	12	52	11	39	2	25	5	42	1	20	2	15,5	27	41
M.	2	9			1	20	3	25			8	7,5	3	4,5
MM.					3	60					3	3	3	4,5
MMM.					1	20					2	2	1	1,5
cor.	23	100	24	86			4	80	2	17			2	100
subcor.											55	51	53	80
h.			4	14	8	100					41	36	12	18
rev.	4	17,5	8	28,5			10	83,5	4	80	12	11	12	18
tom.	11	48	17	61	5	62,5	3	60			43	40	36	54,5
imbr.	1	4,5	4	14					1	20	6	5,5	5	7,5
acicul.	1	4,5	4	14							5	4,5	5	7,5
div.			2	7	2	25	2	40	3	25	10	9	6	9
ram. pub.	14	61	17	61	5	62,5	3	60	4	33,5	46	43	39	59
ram. y h. visc.	2	9	1	3,5							3	3	3	4,5
escandentes			4	14	3	37,5					8	7,5	7	10,5
pteridofitosum					2	40								
rosulosum					5	100	1	8,5			6	5,5		Arboret. 35
fasciculosum							1	8,5			2	2		Fruticet. 42,5
laxo-cespit.					3	37,5					7	6,5		Sufrut. 12
							4	33,5						Caulirros. 7,5
														Parafit. 3

El perennigraminetum presenta dos formas tipológica y socialmente importantes: el caulinosum trepador e intrincado y el elatífasciculosum en tranquilas grex llamativas.

El epifitetum adquiere un desarrollo extraordinario en cantidad y en densidad y es otra de las simorfias importantes de la sinécia.

El parafitetum es importante por la constancia y por su desarrollo (fruticetos o árboles) y además, fisionómicamente, por la vistosidad de sus flores.

El liquenetum forma grex cerradas de histereutum y epifitetum, con gran desarrollo social y riqueza de formas. El muscinetum es más proteretum y también importante. Ambos cubren con frecuencia todo el substrato.

Las estructuras, principalmente del arboretum y fruticetum, son de adaptación psicofítica, paralela a las adaptaciones xerofíticas de otras formaciones.

Las formas epifíticas y criptogámicas aparecen en relación con la humedad elevada.

vistas de hojas, buscan la luz, alargándose hacia arriba; la copa del árbol se ensancha en su superficie superior, pero las ramas bajas y las interiores de la copa, que disfrutan de escasa luz, pierden la hoja y desarrollo, se secan y son asiento de numerosas especies epifitas, que se protegen de aquella buscando sombra y humedad (fig. 4).

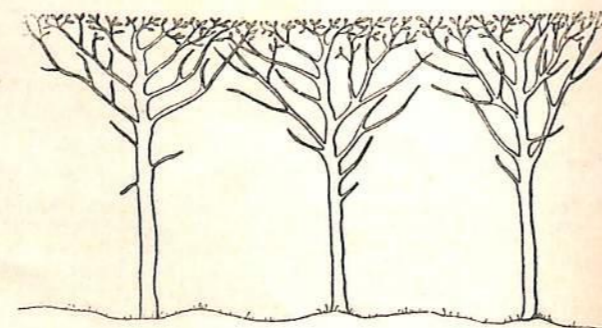


Fig. 4

La *Weinmannia tomentosa* la califico de consocietas porque es constante y predomina, y no sólo

b) WEINMANNIETUM TOLIMENSIS

Cuadro 8.

En la Cordillera Central, entre El Salto y La Selva (3.000- 3.400 metros de altura), y relacionada con climácica contiguas de un complejo de *Hesperomeles* y *Clethra*, se encuentra una sinécia con predominio marcado de la *Weinmannia tolimensis*, cuya composición floral se ofrece en el cuadro 8.

Esquema biotipológico del cuadro 8.

Caracteres: De su examen se echan de ver caracteres estructurales muy parecidos a los de la asociación de *W. tomentosa*. El inventario no es muy completo y por ello las proporciones simorfiales varían un poco. Vemos un predominio de lignetum con formas esclerófilas; un arboretum escaso de helechos, graminetum escandente social y epifitetum.

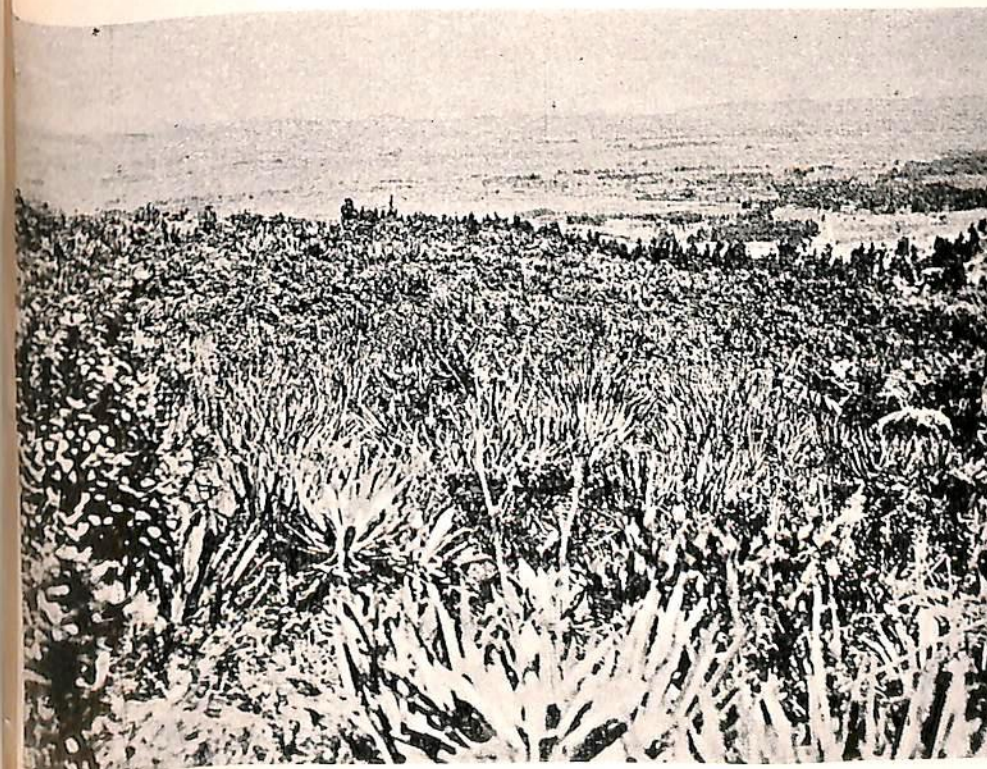
Cuadro 8.

Weinmannietum tolimensis en El Salto-La Selva.

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia hoja.	Vestidura hoja.	Particularidades hoja.	Vestidura ramas jóvenes.	Particularidades planta.
Arboretum.							
Weinmannia tolimensis Cuatr.	CS	m	cor.	tom. lan.	div. rev.	tom. lan. roj.	
Weinmannia hirtella Kunth.	Š y CS loc. o AS	m-M	cor.	hisp.	div.	tom.	
Mikania Mutisiana Cuatr.	Š	m-M	cor.	tom. roj.		tom. roj.	
Gynoxis tolimensis Cuatr.	Š	m	cor.	tom.		tom.	
Palicourea macrocarpa HBK.	(S)	m-M	cor.	pub.		tom.	
Drimys granatensis Mutis.	Š	m-M	cor.	pulv.		pulv.	
Berberis quindiuensis Kunth.	Š	m	cor.	pulv.		pulv.	
Miconia ligustrina Tr.	(S)	m	cor.				
Escallonia corymbosa (R. et P.) Pers.	Š — GR	l-n	cor.	cil.			
Hesperomeles ferruginea Benth.	Š	m	cor.	tom. roj.	rug.	tom. roj.	
Vallea stipularis Mutis.	(S)	m	cor.				
Oreopanax sp.	(S)	M-MM	cor.	tom.	div.	tom.	
Saurauia tomentosa (HBK.) Spr.	Š	M	cor.	tom. hisp.		tom.	
Fruticetum.							
Siphocampylus tolimanus Wimm.	Š	m	h.	± pub.		pub.	
Disterigma acuminata (HBK.) N.	Š	l-n	cor.				
Cavendishia tolimensis Cuatr.	Š	M	cor.	hisp.		hisp.	
Monnina phytolacaefolia HBK.	Š	M	h.-cart.	± pub.		pub.	± liana
Muehlenbeckia tamnifolia Meissn. v. oligobotrys Gross.	Š	m	h.				
Psoralea glandulosa L.	Š	m	h.	hisp.	div.	hisp.	liana
Passiflora mixta L. f.	Š	m	h.-cart.				
Sufruticetum.							
Centropogon Flos-Mutisii Wimm.	Š	M	h.-rug.	tom.		lan.	
Alonsoa caulialata R. et P.	(Cm)	n	h.				
Calceolaria perfoliata L.	(Cm)	m	h.	tom.		tom.	
Liabum sagittatum Sch. B.	Š	m	h.	tom.		tom.	liana
Bomarea frondea Mast.	Š	m	h.				liana
Caulirossuletum Pteridophytosum.							
Alsophila sp.	S	MMM			div.		
Elatigraminetum Cauli-scandente.							
Chusquea sp.	Š y GR						liana
Epiphytetum.							
Odontoglossum ramosissimum Sals.	Š	M-MM					



LAMINA XI
Matorrales subseriales de las vertientes sobre Bogotá, en los cerros de Monserrate y Guadalupe, y greges paraclimáticas de Eucaliptus.



LAMINA XII
Fruticetos de La Peña, estudiados en el cuadro 10. En el fondo Bogotá y la Sabana.



LAMINA XIII
Senecio abietinus Willd., interesante estructura xeropsicrofita del fruticetum subserial de Bogotá.

orden de socios más constantes y densas las Compuestas (*Stevia*, *Baccharis*) y las Ericáceas (*Cavendishia cordifolia*, *Bejaria*) y las demás especies indicadas en el inventario.

Cuadro 10.

Sierra de Bogotá; vertiente de Guadalupe-La Peña, 2.700-2.900 metros de altura. Suelo turboso (lámina XII).

También en los fruticetos de las vertientes de la sierra de Monserrate el matorral ha sido muy intensamente afectado por el hombre y las asociaciones se encuentran mucho más alejadas de la clímax que en los cerros de Guasca. Las dominantes climácicas han sido reducidas a socios desfiguradas y muy secundarias (*Weinmannia* y *Hesperomel*, por ejemplo, además de las *Clusia*, *Drymis*, *Valllea*, etc., apenas presentes), y los frútices bajos se han repartido en gregias las extensas regiones arrasadas entre el alto páramo y las paraclímax de *Eucalyptus* que rodean la Sabana. Las dominantes corresponden en primer término a las Melastomáceas inventariadas (especialmente *Miconia ligustrina*, *Miconia squamulosa*, *Brachyotum stri-*

racterizan seguramente facies de la clímax y subclímax de *Weinmannia*. Llamen la atención principalmente, localizadas en las estaciones más elevadas, especies de varias familias con hojas escamoso-coriáceas o aciculares, Escrofulariáceas (*Aragoa*), Rubiáceas (*Arcytophyllum*), Gutíferas, (*Hypericum*), Compuestas (*Senecio abietinus*, lámina XIII), que acentúan un carácter ecológico de la sinecia (*Psychrophytia*).

Las *Alonsoa*, *Castilleja* y *Archyrocline* son elementos climácicos de expansión elevada, así como las *Smilax* entrelazadas, las *Calea*, *Muehlenbeckia* y *Eupatorium* trepadoras. Las gregias de *Chusquea* conservan también el carácter de la clímax, especialmente en los matorrales de mayor vuelo. Hay numerosos helechos que forman grandes gregias frondosas y llamativas, y los arbóreos están reducidos a las rosetas foliares.

Las *Espeletia* son fisionómicamente importantes y, aunque bastante constantes, carecen de densidad. Proceden de la clímax contigua de lo alto de los cerros, a merced del desbosque (exclaves). Lo mismo ocurre, por ejemplo, con los *Poepalanthus* y con las llamativas cumules de *Orthosanthus* y *Excremis*, muy constantes (láminas XIV y XV).

Esquema biotipológico del cuadro 8.

Simorfias	Arboretum		Fruticetum		Sufruticetum		Caulirrosuletum		Elatigraminetum		Epifitetum		TOTAL		LIGNETUM	
	Cantidad de especies															
Tanto por 100 del total	13	46,5	7	25	5	18	1	3,5	1	3,5	1	3,5	28	93	26	
	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%
l.	>	>	1	14	1	20	>	>	>	>	>	>	2	7	2	8
n.	1	8	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1	3,5	1	4
m.	8	61,5	4	57	3	60	>	>	>	>	>	>	15	53,5	15	58
M.	3	23	2	28,5	1	20	>	>	>	>	>	>	6	21,5	6	23
MM.	1	8	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1	3,5	1	4
MMM.	>	>	>	>	>	>	1	100	>	>	1	100	2	7	1	4
cor.	13	100	2	28,5	>	>	>	>	>	>	>	>	15	53,5	15	58
subcor.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
h.	>	>	5	71,5	5	100	>	>	1	100	>	>	11	39	10	38,5
rev.	1	8	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	1	3,5	1	4
tom. o pulv.	10	77	2	28,5	3	60	>	>	>	>	>	>	15	54	15	58
imbr.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
acicul.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
div.	3	23	1	14	>	>	1	100	>	>	>	>	5	18	5	19
ram. pub.	10	77	4	57	3	60	>	>	>	>	>	>	17	61	17	65,5
ram. y h. visc.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
escandentes.	>	>	2	28,5	2	40	>	>	1	100	>	>	5	18	4	15,5
pteridofitosum.	>	>	>	>	>	>	1	100	>	>	>	>	>	>	Arboret. 50	
															Fruticet. 27	
															Sufrut. 19	
															Caulirr. 4	

gosum y *Monochaetum*), generalmente en gregias y con la misma sociabilidad siguen las Compuestas (*Senecio abietinus*, *Senecio pulchellus*, *Diplostephium rosmarinifolium*, *Eupatorium*, *Stevia lucida*, *Baccharis floribundum*,...) y las Ericáceas (*Macleania nitida*, *Bejaria*, *Gaylussacia*...).

Además son interesantes del conjunto, sin llegar a ser consocios, las socios gregariales de Campanuláceas (*Siphocampylus columnae*), de Simplicáceas (*S. theiformis*) y de ciertas Gutíferas (*Ternstroemia meridionalis*). Estas especies ca-

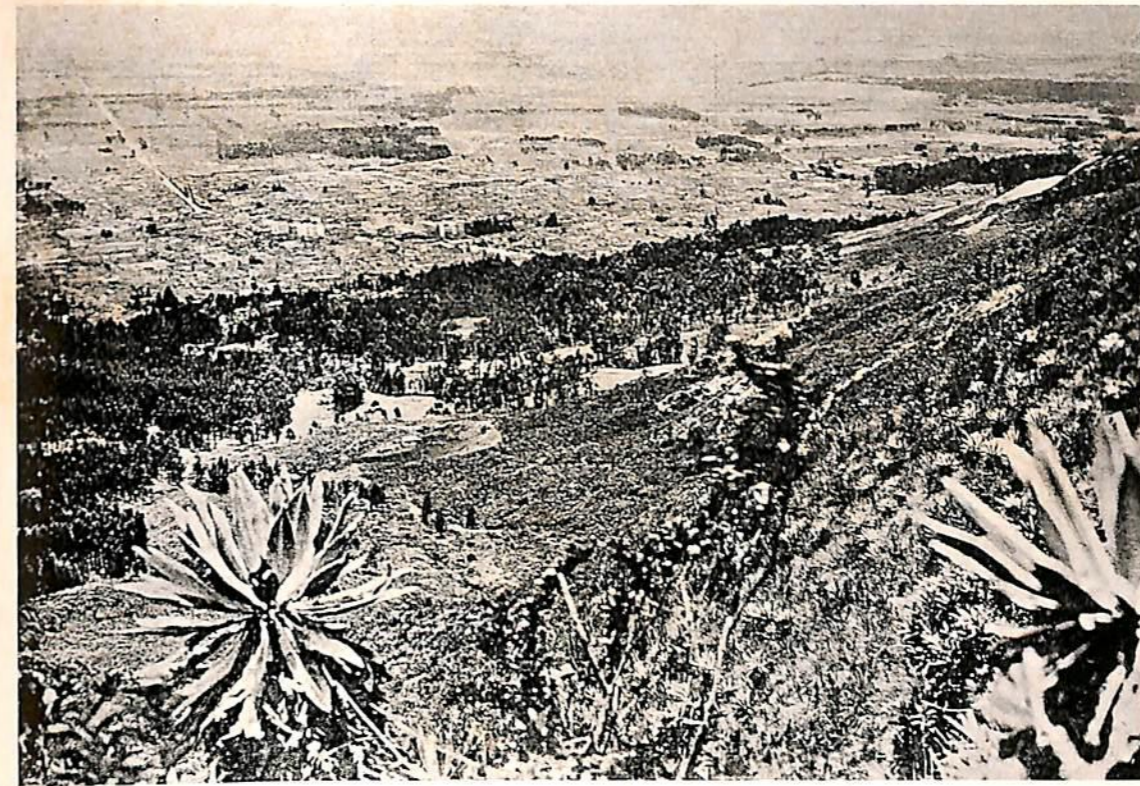
Esquema biotipológico del cuadro 9.

Caracteres: Lignetum muy desarrollado (64,5%) cuya mayor parte corresponde al fruticetum, que constituye gran masa. También del sufruticetum algunas especies adquieren gran importancia social. En cambio, la simorfia del caulirrosuletum es discontinua, de escaso desarrollo social e individual y localizada, y el parafitetum, con 2% en formas solamente, adquiere bastante densidad. Predominan las formas microfilas con un porcen-

Cuadro 9.

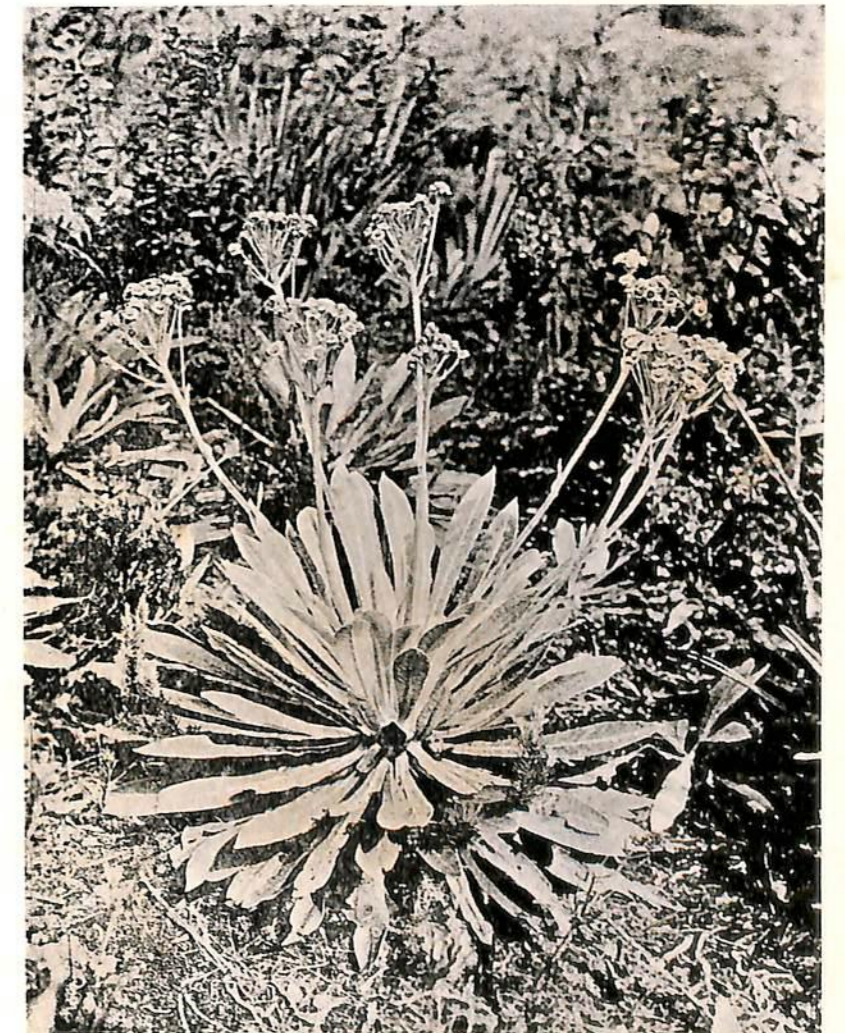
Etapa subclimática del Weinmannion en Guasca.

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia foliar.	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.	Caracteres especiales.
Fruticetum (Elati-).							
Weinmannia tomentosa L. f.	Š	m	cor.	lan.	div. rev.	lan. ros.	
Alnus jorullensis HBK. v. ferruginea (HBK.) O. Ktze.	ŠGR	m-M	± cor.	tom.			
Vallea stipularis Mutis.	Š	m	cor.				
Stevia lucida Lag.	Š	m	cor.	visc.		visc.	
Hesperomeles Goudotiana Decne.	Š	m	cor.	ros.-tom.		tom.-ros.	
Hesperomeles pernettyoides Decne.	Š	n	cor.				
Piper croccactum R. et P.	Š	m-M	cor.	tom.		pub.	
Miconia Cuatrecasae Markgr.	Š	M	cor.	pub.-ros.		pub.-ros.	
Miconia eleaoides Naud.	Š	n-m	cor.			pub.-ros.	
Miconia squamulosa Tr.	Š	m	cor.	lepid.		lepid.	
Durantha Mutisii L. f.	Š	m	cor.	± pub.		± pub.	
Lycianthes lycioides (L.) Hassl.	Š	n-m	h.	± cil.		pub.	
Cavendishia cordifolia (HBK.) Hook.	Š	m	cor.				
Monochaetum myrtoideum Naud.	Š	n	cor.	lepid.		pub.	
Rapanea ferruginea (R. P.) Mez. v. Jelskii (Mex.)	Š	m	cor.			tom.-roj.	
Cestrum sp.	Š	n-m	cor.			pub.	
Barnadesia spinosa L.	ŠGR	n-m	cor.	hisp.		hisp.	
Bejaria resinosa Mutis.	Š	n	cor.	pel.	rev.	gland.	
Symplocos theiformis (L.) f.	Š	n-m	cor.-crass.				
Myrica parviflora Benth.	Š	n	cor.	tom.		tom.	
Diplostephium rosmarinifolium (Bth.) W.	Š	l-n	cor.	pub.	rev. lineal	pub.	
Baccharis floribundum HBK.	Š	m	cor.	visc. ± pub.		pub. visc.	
Baccharis microphylla HBK.	Š	l	cor.	± pub. visc.		pub.	
Baccharis guascensis Cuatr.	Š	m	cor.	± pub. visc.		pub.	
Hypericum mexicanum L.	Š	n	cor.-crass.	visc.		visc.	
Rubus floribundus HBK.	ŠGR	m	h.-cart.	tom.	(fol.)	tom.	
Salpichroa aff. diffusa Miers.	Š	n	h.	± cil.		± cil.	liana
Muehlenbeckia tamnifolia Meissn. v. oligobotrys Gross.	ŠGR	m	h.				± liana
Sufruticetum.							
Castilleja fissifolia L. var. fruticosa Wedd.	Š	n	h.	pub. tom.		tom.	
Alonsoa caulialata R. et P.	Š	n	h.				
Hybanthus parviflorus (L.) Baill.	Š	l-n	h.	pub.		pub.	scandens
Iresine diffusa H. et B.	Š	n-m	h.	pub.		pub.	scandens
Cuphea serpyllifolia HBK. var.	Š	n-l	h.-cart.	vil.		pub.	scandens
Solanum caripense HBK.	Š	m	h.	hisp.		tom.	scandens
Solanum bogotense.	Š	n-m	h.	vell.		vell.	scandens
Bidens rubifolia HBK.	Š	m	h.	± pel.	div.		scandens
Desmodium frutescens (Taq.) Schdl.	Š	m	h.	tom.	div.		scandens
Nanoarboretum Caulirossuletum.							
Espeletia grandiflora H. et B.	Š y GR	MM	cart.	lan.		lan.	
Espeletia corymbosa H. et B.	Š y GR	MM	cart.	lan.		lan.	



LAMINA XIV

Vista sobre Bogotá y la Sabana desde la alta vertiente de La Peña, que aparece cubierta por los fruticetos subseriales del cuadro 10. Las Espeletia del páramo descenden en greges y socies penetrando en ellos. Las partes bajas presentan bosques de eucaliptos



LAMINA XV

Ejemplar de Espeletia corymbosa H. et B., socies de los matorrales de Bogotá.

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia foliar.	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.	Caracteres especiales.
Cryptolignuletum (Laxi-caespitosum).							
<i>Pteridium aquilinum (L.) Kuhn. v. caudatum (Maxon)</i>	Š Gr	MM-MMM	h.		div.		
<i>Hylopleurum multicaule (R. et P.) Loes</i>	Š	n	h.	± pub.		pub.	
<i>Elaphoglossum Lindigii (Karst.) Moore</i>	Š	M	cor.				
<i>Salvia palaefolia Kth.</i>	Š—GR	m	h.	tom.-hirt.		tom.-hirt.	
<i>Halenia asclepiadea (HBK.) Dn.</i>	Š	n-m	h.				
Perenniherbetum.							
<i>Lycopodium complanatum L.</i>	Šcm	l	squam.		imbr.		
<i>Tagetes Zypaquirensis HBK.</i>	Š	n	h.	± pel.		pel.	
<i>Digitalis purpurea L.</i>	GR	M	h.	tom.		tom.	
<i>Ranunculus pilosus HBK.</i>	Š	m	h.	hisp.	div.	hisp.	
<i>Brunella vulgaris L.</i>	Š	m	h.				
<i>Galium canescens HBK.</i>	Š	l	h.	pub.		pub.	
<i>Spilanthes americana (Mutis) Hier.</i>	Š	n-m	h.	± pel.		pub.	
<i>Vicia andicola HBK.</i>	Š	n	h.		div.		
<i>Halimolobus hispidulus (DC.) O. E. Sch</i>	Š	m	h.	pub.		pub.	
<i>Oxalis tuberosa Melius</i>	Š	n-m	h.			pub.	
Annuherbetum.							
<i>Polygala gracilis HBK.</i>	Š	l	h.	pub.		pub.	
Epiphytetum.							
<i>Guzmania sp.</i>	Š	M	h.				
<i>Epidendron sp.</i>	Š	n-m	h.				
Paraphytetum (Lign.)							
<i>Gaiadendron Tagua (HBK) Dn.</i>	GR	m	cor.				
Proteretum.							
<i>Usnea moreliana Motyk.</i>	S Cm						
<i>Cladonia pychnoclada Gaud.</i>	S Cm						
<i>Parmelia reticulata Frey.</i>	S Cm						
<i>Teloschistes flavicans Sw. Norm.</i>	S Cm						

taje casi tan elevado de nanofilas, conservándose las proporciones que en la clímax; las mesofilas son escasas y las macrofilas (5%) corresponden al caulirrosuletum. No faltan las leptofilas. Predominan las hojas coriáceas, especialmente en el fruticetum, en que alcanzan el 86%; en cambio, en el sufruticetum son herbáceas. Se presentan algunas hojas de bordes revueltos y vestidura tomentosa en proporción elevada (52%), principalmente en ramas jóvenes. Las formas trepadoras se mantienen en importancia, pero predominan en el sufruticetum.

Criptolignuletum de pocas especies, pero socialmente importante por sus componentes, Pteridofitas.

Perenniherbetum bastante desarrollado, generalmente en socios, algunas en gregies localizadas (exóticas). Predominan las formas micro y nanofilas, con muchas leptofilas (20%).

Esquema biotipológico del cuadro 9.

Simorfas	Fruticet.	Sufrut.	Caulirros.	Criptolig.	Perenniherbetum	Anuiher.	Epifit.	Parafit.	Proteret.	TOTAL	LIGNETUM
Cantidad de especies.	28	9	2	5	10	1	2	1	4	62	40
Tanto por 100 del total.	45	14,5	3	8	16	1,5	3	1,5	6,5		64,5
	Num. de especies	Num. de especies	Num. de especies	Num. de especies	Num. de especies	Num. de especies	Num. de especies	Num. de especies	Num. de especies	Num. de especies	Num. de especies
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
l.	1	3,5	1	11	2	20	1	100	2	5	8
n.	9	32	4	44,5	2	40	3	30	2	18	29
m.	10	57	4	44,5	1	20	4	40	1	26	42
M.	2	7	2	22	1	20	1	10	1	5	8
MM.	2	7	2	22	1	20	1	10	1	5	8
MMM.	2	7	2	22	1	20	1	10	1	5	8
cor.	24	86	2	100	1	20	2	20	1	28	45
subcor.	2	7	2	22	1	20	1	10	1	5	8
h.	4	14	9	100	4	80	9	90	1	29	47
rev.	3	11	2	22	2	40	2	20	2	10	16
tom.	13	46,5	6	67	2	40	4	40	1	27	43,5
imbr.	2	7	2	22	1	20	1	10	1	5	8
acicul.	1	3,5	2	22	1	20	2	20	1	6	9,5
div.	16	57	6	67	2	40	2	20	2	34	55
ram. pub.	5	18	2	22	2	40	2	20	2	11	17,5
ram. y h. visc.	2	7	6	67	2	40	2	20	2	10	16
escandentes.	2	7	6	67	2	40	2	20	2	10	16
acaulirrosulosum.	2	7	6	67	2	40	2	20	2	10	16
fasciculosum.	2	7	6	67	2	40	2	20	2	10	16
pulvinosum.	2	7	6	67	2	40	2	20	2	10	16
fruticosum.	2	7	6	67	2	40	2	20	2	10	16
										Fruticet.	70
										Sufrut.	22,5
										Caulirr.	5
										Parafit.	2,5

Anuiherbetum, muy raro (1,5%).
Epifitetum muy reducido con respecto a la clímax regional; no obstante, es constante, pero menos rico.
Liquenetum importante, de gran desarrollo social en grex extensas de histeretum y epifitetum.

Esquema biotipológico del cuadro 10.

Caracteres: Lignatum muy desarrollado (64,5%), cuya mayor parte corresponde al fruticetum, que constituye un matorral discontinuo, bajo, abierto, de expansión irregular, con numerosas especies características; el sufruticetum cuenta con especies socialmente importantes en un estrato co-

mún al del fruticeto; el caulirrosuletum es también, como en el cuadro 9, discontinuo y alcanza sólo algún desarrollo vertical y social en una facies ecotónica. Predominan las formas nanofilas (42%), a las que siguen las microfilas, y también aumentan las leptofilas con respecto al cuadro anterior (donde el estado subserial no es tan pronunciado). Las formas macrofilas son pocas (las de rosulicaulon antofitosum) y las megafilas son sólo las de Pteridofitas. La hoja herbácea alcanza un 25%, pero se refiere casi toda al sufruticetum; en cambio, el fruticetum es casi totalmente esclerófilo (88%). Una cierta proporción del mismo es aciculifolio y otra elevada (18%), con hojas de bordes revueltos. Vellosidad tomentosa frecuente, principalmente de las ramas jóvenes, y secreción resinosa en un 9% de las mismas. Toda vía se mantienen formas escandentes.

Criptolignuletum esencialmente pteridofitoso,

frondoso y social (fisionómico). El rosuloso es bastante constante, aunque pobre en formas (7%), y el fasciculado, en mayor número (14%), muy constante.
Perenniherbetum poco rico y con nuevas formas leptofilas e imbricadas (psicrofitas).
Perennigraminetum caulinoso de la clímax conservado, especialmente en las gregies fruticasas de mayor masa. La forma fasciculosa se presenta con escasa densidad.
Acantirrosuletum en gregies más o menos constantes o locales (ecotónica).
Epifitetum constante, pero muy reducido con respecto a la clímax.
Liquenetum y briofitetum desarrollado, esen-

Cuadro 10.

Etapa subclimática del Weinmannion en La Peña.

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia foliar.	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.	Caracteres especiales.
Fruticetum.							
Weinmannia tomentosa L. f.	§	m	cor.	lan.-tom.	rev. div.	lan.	
Stevia lucida Lag.	(m	cor.		glut.	gl.	
Baccharis floribundum HBK.	§	m	cor.	± pub.	visc.	pub.-visc.	
Vaccinium floribundum HBK.	§	n	cor.				
Macleania nitida (HBK.) Hoerld.	§-GR	m	cor.				
Bejaria resinosa Mutis.	§	n	cor.	visc. pel.	rev.	pel. gland.	
Bejaria ledifolia H. et B.	§-GR	n	cor.	pel.	rev.	pel. gland.	
Pernettya Pentlandi DC.	§	n	cor.		± rev.	pub.	
Brachyotum strigosum Tr.	§	n	cor.	hisp.		pub.	
Miconia elaeoides Naud.	§	n-m	cor.			roj.-pub.	
Miconia ligustrina Tr.	§	m	cor.			lepid.	
Miconia squamulosa Tr.	§	m	cor.	lepid.		lepid.	
Monochaetum myrtoideum Naud.	§	n	cor.			pub.	
Tibouchina Grossa (L.) Cogn.	§	n	cor.	vell.		roj.-pub.	
Eupatorium tinifolium HBK.	§	m-M	cor.				
Eupatorium baccharioides HBK.	§	m	cor.	visc.			
Rhamnus Goudotianus Tr. et Pl.	§	m	cor.	± pel.		roj.-tom.	
Gaylussacia buxifolia HBK.	§	n	cor.	pub.	± rev.	pub.	
Gaultheria anastomosans HBK.	§	n	cor.	cil.		vell.	
Siphocampylus columnae (L. f.) G. Dn.	§-GR	m	cor.	tom.		lan.	
Symplocos theiformis L. f.	(n-m	cor.-crass.				
Aragoa eupresina HBK.	§(loc.)	l	cor.-scam.	lan.	imbr.	lan.	
Arctophyllum nitidum (HBK.) Soll.	§	l	cor.		acic.rev.		
Diplostephium rosmarinifolium (Benth.) W.	§	l-n	cor.	pub.	rev. lineal	pub.	
Diplostephium phyllicoides (HBK.) Wedd.	§	l	cor.	tom.	rev.	tom.	
Senecio abietinus Willd.	§	l	acicul.				
Senecio pulchellus DC.	§	n	cor.			tom.	
Ternstroemia meridionalis (Mutis) Perys.	§	m-n	cor.-crass.			pub.	
Hypericum gnidioides Seem.	§	l	subcor.				
Hypericum Brathys Smith.	§	l	acicul.		imbr.		
Hypericum mexicanum L.	§	n	cor.	visc.	imbr.	visc.	
Rubus bogotensis HBK.	§-GR	m-M	h.		(fol.)		
Coriaria thymifolia HBK.	§	l-n	h.	pub.	(fol.)	pub.	
Hypericum myricariifolium Hier.	§	l	subcor.	cil.			
Monnina crassifolia HBK.	§	n	cor.	rev.		pub.	
Psoralea glandulosa L.	§	m	h.	hisp.	div.	hisp.	
Cuphea dipetala (Mutis) Kunze.	§	n	h.	cil.		tom.	
Macrocarpa polyantha Gilg.	§	m	cor.				
Eupatorium scabrum L.	§	n	cor.	pub.	rev.	pub.	scandens
Smilax tomentosa Kunth.	GR	M-m	cor.	tom.			scandens
Calea caracasana (HBK.) Ktze.	§	m	subcor.	hisp.		pub.	scandens
Muehlenbeckia tamnifolia Meissn. v. oligobotrys Gross.	§	m	h.				scandens

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia foliar.	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.	Caracteres especiales.
Sufruticetum.							
<i>Acaena elongata L. v. villosula Bitt.</i>	Š	n-m	h.	tom.	div.	pub.	
<i>Hybanthus parviflorus (L.) Baill.</i>	Š	n	h.			cil.	scandens
<i>Chaetolepis microphylla Miq.</i>	Š	l	cor.	pub.	rev.		
<i>Apium ranunculifolium HBK.</i>	(Š)	n-m	h.-cor.		div.		
<i>Alonsoa caulialata R. et P.</i>	(Š)	n	h.				
<i>Castilleja fissifolia L.</i>	(Š)	n	h.	pub.-tom.		tom.	
<i>Achyrocline bogotensis (HBK.) DC</i>	(Š)	n	h.	lan.	lineal	lan.	
<i>Apium Ammi (Jacq.) Urb.</i>	Š Cm	l-n	h.				cespit.
<i>Eupatorium gracile HBK.</i>	Š	n-m	h.	± pel.			scandens
<i>Bidens rubifolia HBK.</i>	(Š)	m	h.	± pel.	div.		scandens
<i>Polypodium glaucophyllum Kze.</i>	Š	m	cor.				scandens
Nanoarboretum.							
PTERIDOPHYTOSUM.							
<i>Alsophylla pruinata Kl. f.</i>	Š	MMM			div.		
ANTOPHYTOSUM.							
<i>Espeletia corymbosa H. et B.</i>	Š	MM	cart.	lan.		lan.	
Cryptolignuletum.							
(ELATUM.)							
<i>Asplenium sp.</i>	GR	M-MM	h.		div.		
<i>Gleichenia revoluta HBK.</i>	GR	M-MM	h.		div.		
<i>Histiopteris incisa (Thbg.) J. Sm.</i>	GR	M-MM	h.		div.		
<i>Hymenophyllum sp.</i>	GR	M-MM	h.		div.		
<i>Pteridium aquilinum (L.) Kuhn v. caudatum (Maxon)</i>	S-GR	M-MM	h.		div.		
<i>Pteris ternifolia (Cav.) Link.</i>	Š	m	h.		div.		
(MEDIUM.)							
<i>Elaphoglossum pseudodidynamum Hiern.</i>	Š	m	cor.				
<i>Elaphoglossum Lindigii (Karst.) Moore.</i>	Š	M	cor.				
<i>Gymnogramma elongata Hook et Grev.</i>	Š	m-M	h.		div.		
<i>Jamessonia glutinosa Karst.</i>	Š Cm	l	cor.	lan.-roj.	div.	lan.-roj.	
<i>Polypodium sp.</i>	Š	M-MM	h.		div.		
ROSSULETOSUM.							
<i>Poepalanthus ensifolius Kunth.</i>	(Š)	m	h.-cart.	hisp.	lineal	hisp.	
FASCICULOSUM.							
<i>Orthosanthus chimboracensis (HBK.) Bak.</i>	(Š)	M	h.		lineal		
<i>Excremis coarctata (R. et P.) Bak.</i>	(Š)	M	h.		lineal		
Perenniherbetum.							
<i>Equisetum bogotense Kunth.</i>	Š Cm	l	h.			vaina	
<i>Lycopodium clavatum L.</i>	Š Cm	l	sq.			imbr.	
<i>Lycopodium complanatum L.</i>	(Š Cm)	l	sq.			imbr.	
<i>Lycopodium Jussiaei Desv.</i>	Š Cm	l	sq.			imbr.	
<i>Phytolaca australis Phil.</i>	Š local	m-M	h.				
<i>Poligonum persicaria HBK.</i>	Š	n	h.				
<i>Rumex acetosella L.</i>	Š	n	h.				

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia foliar.	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.	Caracteres especiales.
Perennigraminetum.							
CAULI-ELATI-GR.							
<i>Chusquea sp.</i>	Š — GR		h.				scandens
FASCICULOSUM.							
<i>Calamagrostis effusa (Kunth) Steud.</i>	CM		h.				
Rossula-acantheum.							
<i>Bromelia sp.</i>	Š Cm	M	cor.			spinosa	
Epiphytetum.							
<i>Tillandsia sp.</i>	Š	M	± h.	± pub.			pub.
<i>Epidendrum Schnitheri Schlecht.</i>	Š	n-m	h.			vaina imbric.	
Proteretum.							
<i>Cladonia impeza Harm. f. pumila.</i>	Š Cm						
<i>Cladonia aggregata (Sw.) Ad.</i>	Š Cm						
<i>Frullania sp.</i>	Š Cm						
<i>Symphogyna sp.</i>	Š Cm						

Esquema biotipológico del cuadro 10.

Simorñas	Fruticet.	Sufrut.	Caulirros.	Criptolig.	Perenniherbetum	Perennigram.	Acantiross.	Epifit.	Proteret.	TOTAL	LIGNETUM			
Cantidad de especies.	42	11	2	14	7	2	1	2	4	85	55			
Tanto por 100 del total.	49,5	13	2	16,5	8	2	1	2	5		64,5			
	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%
l.	8	19	1	9	1	7	4	57	1	14	16,5	9	16	
n.	17	40,5	6	54,5	2	28,5	1	14	2	25	29,5	23	42	
m.	15	36	4	36	4	28,5	1	14	1	25	29,5	19	34,5	
M.	2	5	2	18	3	21,5	1	100	1	7	8	2	3,5	
MM.	2	5	2	18	6	43	1	50	1	7	8	1	2	
MMM.	2	5	2	18	1	50	1	50	1	1	1	1	2	
cor.	37	88	2	18	3	21,5	1	100	1	43	50,5	39	71	
subcor.	2	5	2	18	2	14	1	50	2	2	2	2	4	
h.	5	12	9	82	12	80	4	57	2	34	40	14	25,5	
rev.	8	19	2	18	10	12	1	50	1	10	12	10	18	
tom.	17	40,5	5	45,5	1	50	2	14	1	25	29,5	23	42	
imbr.	2	5	2	18	2	14	1	50	1	5	6	2	4	
acicul.	2	5	2	18	2	14	1	50	1	2	2	2	4	
div.	4	9,5	3	27	1	50	9	64	1	17	20	8	14,5	
ram. pub.	28	66,5	2	18	1	50	2	14	1	32	38	29	53	
ram. y h. visc.	5	12	2	18	2	14	1	50	1	5	6	5	9	
escandentes.	4	9,5	3	27	2	14	1	50	1	8	9,5	7	12,5	
pteridofitosum.	2	5	2	18	13	31	1	50	1	2	2	2	4	
rosulosum.	2	5	2	18	1	50	1	50	1	4	5	Fruticet.	70	
fasciculosum.	2	5	2	18	2	14	1	50	1	3	3,5	Sufrut.	20	
pulvinosum.	2	5	2	18	2	14	1	50	1	4	5	Caulir.	3,5	

cialmente sobre el suelo (además del petrofítico no estudiado).

Las características morfológicas de estas sinecias subclimácicas (preclímax) son parecidas a las de la climác. Sin embargo, se observan algunas diferencias que obedecen a dos causas:

1º Disminución del ambiente de sombra, humedad y protección contra el viento que determina el bosque cerrado.

2º Aparición de espacios desnudos, aptos para acoger otras especies de otras climác.

En su consecuencia: Aumenta la proporción de fruticetos, leptofilos y nanofilos, hasta hacerse éstos preponderantes. Aumenta la proporción de formas esclerófilas en los mismos. Crece la proporción de especies del fruticetum. Reducción considerable y anulación del vertical de las Pteridofitas caulescentes. Reducción considerable del epifitetum (lo mismo de Antofitas que de Arquegoniadas y Líquenes). Reducción del herbetum. Ligero aumento del criptolignuletum. Aparición de societas más o menos constantes de simorfias características de asociaciones contiguas de altitudes superiores: de un rosuletum y de un fasciuletum. Adopción de formas leptofilas y ericoideas por algunas especies del herbetum (*Lycopodium*). Presencia de un acantorrosuletum.

Estas climác están en el límite altitudinal de la *Mesophytia*, en el cual se inicia ya un desequilibrio en los factores del clima. La destrucción del bosque influye, acentuando esta discrepancia, y el complejo ecológico varía según esta dirección:

Mesophytia — *Xerophytia* (*Psycrophytia*).

El estado subserial es mucho más completo en la sinecia de Bogotá que en la de Guasca; por ello todos los caracteres del mismo se presentan más acusados en aquel complejo de asociación (que como típico de una preclímax).

IX. CLETHRION

Cuadro 11.

Es una climác del complejo que cubre las vertientes todavía arboladas de los llamados Valle de la China y de La Selva, hasta El Salto. El inventario está sacado entre 2.800 y 3.300 metros de altitud, sobre suelo turboso húmedo. Es una región ya fría, en donde he observado a mi paso una temperatura media de 9,5º (extremos de 7 y 12,5º). Humedad elevada. Faltan en absoluto otros datos oficiales.

En estos valles el bosque se conserva en gran parte en ambas vertientes, aunque existen enormes calvas de origen antropógena; con objeto de crear y beneficiar pastos, grandes extensiones de arbolado son arrasadas, cuyos troncos son abandonados sin aprovechamiento alguno.

El bosque es muy alto, sobre todo en el fondo de los barrancos, donde puede alcanzar más de 20

metros, y espesísimo, siendo difícil y a veces imposible abrirse paso a su través al separarse de los caminos.

El arboretum es muy rico en especies, las cuales varían de consocietas en el complejo estudiado. Pero una consocietas importante es la de *Clethra* sp. (mesofila), en cuya climác entran como societas predominantes, o AS, *Tournefortia fuliginosa*, *Saurauia tomentosa* y *excelsa*, *Palicourea macrocarpa*, *Clusia* d. sp., y las demás especies son societas menos densas, pero también constantes y de interés sistemático. En las partes más elevadas, algunas de ellas van aumentando en cantidad, y entre El Salto y La Selva, ya a 3.300 metros de altura, esta asociación, en una facies con mayor cantidad de *Weinmannia*, ciertas *Miconia* y alguna otra especie, indica una ecotonía con estas consocietas que las suceden en altitud. Algunas especies forman en la misma asociación consocietas locales o facies postclimácicas, como son las *Clusia*, *Alnus*.

Un tipo biológico especial, el palmetum, constituye una simorfia destacada en esta asociación y en las contiguas de la conclímax de altitud. Es el *Ceroxylon andicola* en societas, repartida con cierta frecuencia y con uniformidad en la climác; fuera de la misma no la he visto. Los helechos arbóreos (*Alsophila villosa*) son también constantes, más frecuentes y característicos (lámina XVI).

Otras plantas interesantes o llamativas por sus flores son algunas del matorral, como las *Cavendishia*, *Siphocampylus*, *Monnina*, *Alonsoa*, *Calceolaria*, pero especialmente algunas trepadoras, tales como *Ceratostema dichogamum* o las *Passiflora*, y especialmente *Mutisia clematis* y *Bomarea*, cuyas vistosas inflorescencias salpican constantemente el sotobosque. También destacan en el bosque tupido y enmarañado las Orquídeas epifíticas, especialmente vistosas, los *Odontoglossum*, de flores amarillas. Igualmente las lianas graminoideas (*Chusquea*) y las grandes hojas de *Gunnera* en las estaciones más irrigadas.

Esquema biotipológico del cuadro 11.

Caracteres: Lignetum muy desarrollado, con un 66% de la vegetación total, especialmente el arboretum, que es polisimorfial, con un palmetum característico y un pteridofitetum arbóreo constante. Fruticetum desarrollado con especies propias u otras del arboretum menos expansionado, algunas lianas densamente entrelazadas y otras parásitas de sociabilidad elevada. Más de la mitad de las especies del lignetum son microfilas, habiendo una cantidad todavía respetable de mesofilas (30%), manifestación clara de una higrofitia (mesofitia) pronunciada (con respecto a la altitud, el bosque es alto, densísimo, con ambiente de gran humedad). Es preponderantemente esclerófilo, y el arboretum casi totalmente; con frecuente vestidura tomentosa por una cara foliar,

Cuadro 11.

Clethraetum en el valle de La China (La Selva).

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia foliar.	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.	Caracteres especiales.
Arboretum.							
<i>Clethra</i> sp.	CS	M	cor.	tom.		tom.	
<i>Tournefortia fuliginosa</i> HBK.	S	m-M	cor.	tom.	rug.	roj.-tom.	
<i>Saurauia tomentosa</i> (HBK.) Spr.	S	M	cor.	tom.-scabr.		n.-tom.	
<i>Saurauia excelsa</i> Willd.	S	MM	cor.	tom.-scabr.		n.-tom.	
<i>Palicourea macrocarpa</i> HBK.	S	m-M	cor.	pub.		tom.	
<i>Alnus jorullensis</i> HBK. v. <i>ferruginea</i> (HBK.) O. Ktze	Gr	m-M	subcor.	tom.		tom.	
<i>Prunus</i> sp.	S	M	subcor.				
<i>Clusia</i> sp.	S-Gr	M	cor.-crass.				
<i>Hesperomeles ferruginea</i> Kth.	S	M	cor.	roj.-tom.	rug.	roj.-tom.	
<i>Weinmannia tolimensis</i> Cuatr.	S	m	cor.	lan.-tom.	rev. div.	tom.	
<i>Weinmannia hirtella</i> Kunth.	S	m-M	cor.	hisp.	div.	tom.	
<i>Vallea stipularis</i> Mutis.	S	m	cor.				
<i>Drymis granatensis</i> Mutis.	S	m-M	cor.	pulv.		pulv.	
<i>Oreopanax incisum</i> (W.) D. et Pl.	S	MM	cor.	tom.	div.	tom.	
<i>Oreopanax</i> sp.	S	M-M	cor.	tom.	div.	tom.	
<i>Siparuna Valenzuelae</i> Cuatr.	S	M	cor.	tom.-lan.	rug.	pub.	
<i>Gynoxys tolimensis</i> Cuatr.	S	m	cor.	tom.		tom.	
<i>Miconia ligustrina</i> Tr.	S	m	cor.				
<i>Miconia</i> sp.	S	m	cor.				
<i>Escallonia corymbosa</i> (R. et P.) Pers.	S	l-n	cor.	cil.			
<i>Berberis quindiuensis</i> Kunth.	S	m	cor.	pulv.		pulv.	
<i>Solanum</i> sp.	S	M	cor.		rug.	tom.	
<i>Vernonia suaveolens</i> Kunth.	S	M	cor.	pub.	rug.	pub.	
<i>Mikania Mutisiana</i> Cuatr.	S	m-M	cor.	roj.-tom.		roj.-tom.	
<i>Carica gossypifolia</i> Griseb.	S	M	pap.	tom.		tom.	
<i>Bocconia frutescens</i> L.	S	MM	pap.	± pub.			
Fruticetum.							
<i>Cavendishia tolimensis</i> Cuatr.	S	M	cor.			hisp.	
<i>Ribes tolimensis</i> Cuatr.	S	m	h.			± pub.	
<i>Monnina phytolacifolia</i> HBK.	S	m	h.-cart.	± pub.		pub.	
<i>Ceratostema dichogamum</i> Cuatr.	S	m	cor.			vell.	scandens
<i>Mutisia clematis</i> L.	S	m	cor.	lan.	(fol.)	lan.	scandens
<i>Passiflora mixta</i> L. f.	S	m	h.				scandens
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> Meissn. v. <i>oligobotrys</i> Gross.	S	m	h.				scandens
<i>Jochroma</i> sp.	S	m	h.	tom.		tom.	
<i>Psoralea glandulosa</i> L.	S	m	h.	hisp.	div.	hisp.	
Sufruticetum.							
<i>Siphocampylus tolimanus</i> Wim.	S	m	h.	± pub.		pub.	
<i>Alonsoa caulilata</i> R. et P.	S-S Gr	n	h.				
<i>Calceolaria perfoliata</i> L.	S Gr	m	h.	tom.		tom.	
<i>Acaena subincisa</i> Wedd.	S	n-m	h.	vell.-arg.	div.	vell.-arg.	
<i>Liabum sagittatum</i> Sch. B.	S	m	± cor.	tom.-lan.		tom.	scandens
<i>Solanum</i> sp.	S	n-m	subcor.	pub.		pub.	scandens
<i>Bomarea tomentosa</i> (R. et P.) Herv.	S	m	subcor.	tom.		tom.	scandens
<i>Bomarea polyneura</i> Killip.	S	M-m					scandens

Cuadro 12.

Hesperomeletum ferrugineae en Las Mesetas.

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar	Consistencia hoja.	Vestidura hoja.	Particularidades hoja.	Vestidura ramas jóvenes	Particularidades planta.
Arboretum.							
<i>Hesperomeles ferruginea</i> Kunth	CS	m	cor.	roj. tom.	rug.	roj. tom.	
<i>Eupatorium Celestini</i> Cuatr.	S	m	cor.	tom.		tom.	
<i>Gynoxys pendula</i> Wedd. var.	S	m	cor.	tom.		tom.	
<i>Gynoxys verrucosa</i> Wedd. var.	S	M	cor.	tom.		tom.	
<i>Senecio Mutisii</i> Cuatr.	S	l	cor.		± rev.	pub.	
<i>Senecio vaccinoides</i> (Kunth) Sch. Bip.	S	n	cor.				
<i>Weinmannia hirtella</i> Kunth	S	m-M	cor.	hisp.	div. rev.	tom.	
<i>Weinmannia tolimensis</i> Cuatr.	S	m	cor.	tom.	div. rev.	tom. lan.	
<i>Berberis quindiuensis</i> Kunth	S	m	cor.	pulv.		pulv.	
<i>Rapanea ciliata</i> (HBK.) v. pentandra	S	l-n	cor.	cil.	rev.	roj. tom.	
<i>Miconia ligustrina</i> Tr.	S	m	cor.				
<i>Brachyotum strigosum</i> Tr.	S	n	cor.	hisp.		pub.	
<i>Pernettya Pentlandii</i> DC.	S	n	cor.			pub.	
<i>Vaccinium floribundum</i> HBK.	S	n	cor.				
<i>Gaultheria Bolivari</i> Cuatr.	S	n	cor.				
<i>Escallonia corymbosa</i> (R. et P.) Pers.	S	l	cor.	cil.	rev.	hisp.	
<i>Solanum holophyllum</i> Bitter	S	l-n	cor.	cil.			
<i>Oreopanax tolimensis</i> Harms	S	m-n	cor.			tom.	
	S	M	cor.	tom.		tom.	
Fruticetum.							
<i>Miconia salicifolia</i> Naud.	S	m	cor.	tom.	rev.	pub.	
<i>Disterigma empetrifolia</i> (HBK.) N.	S	l	cor.			hisp.	
<i>Myrteola vaccinoides</i> (HBK.) Berg.	S	n-l	cor.		rev.	tom.	
<i>Hypericum laricifolium</i> Jus.	S y GR	l	acicul.		imbr.		
<i>Diplostegium revolutum</i> Blake.	S	l-n	cor.	tom.	lineal rev.	tom.	
<i>Rubus Lechleri</i> Focke.	S	m-M	h. ± cor.			hisp.	
<i>Ribes</i> sp.	S	m	h.			pub.	
<i>Pernettya purpurea</i> D. Dn.	S	l-n	cor.				cespitosa
<i>Fuchsia corollata</i> Benth.	S	n-m	h.			pub.	
Sufruticetum.							
<i>Calceolaria nivalis</i> HBK.	S Cm	n-m	h.-cor.	visc.		pel.-visc.	
<i>Calceolaria perfoliata</i> L.	S Cm	m	h.	tom.		tom.	
<i>Castilleja fissifolia</i> L. f. fruticosa Wedd.	S	n	h.	tom.		tom.	
<i>Ecchremocarpus Mutisianus</i> Cuatr.	S Cm	l	h.	± pub.	fol.	± pub.	scandens
<i>Schistocarpha Sinforsii</i> Cuatr.	S	M	h.	± hisp.		± pub.	scandens
<i>Bomarea Moritziana</i> Klotsch.	S	m	h.				scandens
Caulirossuletum.							
<i>Espeletia Hartwegiana</i> Cuatr.	Cm	MM	subcor.	lan.		lan.	
PTERIDOPHYTOSUM.							
<i>Blechnum obtusissimum</i> Reim.	S	MM	cor.		div.		



LAMINA XVI — Fig. 1

Un aspecto de climax del Quercion, cerca de la Suiza. *Alsophila pruinata* Kl. *Arthrostylidium*, otras lianas y frútiles colgantes.



LAMINA XVI — Fig. 2

Alsophila villosa Dew., residual de un bosque destruido de *Clethra* en el Valle de La China, a 3000 m. de alt. (Cordillera Central de Colombia).



LAMINA XVII — Fig. 1

Consocietas simorrial de *Gunnera chilensis* Lam., en la conclimax del *Clethron*, cerca de El Salto.



LAMINA XVII — Fig. 2

Grex de *Bocconia arborea*, de la conclimax del *Clethron* en el Valle de La China, (2900 m. alt.) — Cordillera Central de Colombia.

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia hoja.	Vestidura hoja.	Particularidades hoja.	Vestidura ramas jóvenes.	Particularidades planta.
Cryptolignuletum.							
Asplenium sp.	Š	MM	h.		div.		
Dryopteris sp.	Š	MM	h.		div.		
Anthurium sp.	ŠCm	M	h.				
LAXO-CAESPITOSUM.							
Bartschia pedicularioides <i>Benth.</i>	Š	l-n	h.	± hisp.			
ROSSULETOSUM.							
Hieracium tolimense <i>Cuatr.</i>	Š	m	h.	hisp.		hisp.	
Perenniherbetum.							
Stellaria serpyllifolia <i>Willd.</i>	ŠCm	l-n	h.				cespitosa
Oxalis tolimensis <i>R. Kunth.</i>	Š	n	h.	pub.		pub.	scandens
Rebunium hypocarpium (<i>L.</i>) <i>Hemsl.</i>	ŠCm	l	h.-cor.	tom.	rev.	tom.	
Acantho-rossuletum.							
Bromelia sp.	Gr	M-MM	cor.		spin.		
Elatigraminetum (Fasciculosum).							
Cortaderia nitida (<i>Kunth</i>) <i>Pilg.</i>	Gr						
Epiphytetum.							
Epidendrum chorthophyllum <i>Schl.</i>	Š	n	h.				
Paraphytetum (Fruticosum).							
Loranthus sp.	ŠCm	m	cor.				
Heydosmum sp.	ŠCm	m	cor.		vainas		
Proteretum.							
<i>a) FOLIACEUM.</i>							
Lobaria dissecta (<i>Sw.</i>) <i>Raensch.</i>	SCm						
Sticta neolitica <i>Motyka.</i>	SCm						
Sticta subscrobiculata (<i>Nyl.</i>) <i>Ggel.</i>	SCm						
Stictina Humoldtii (<i>Hook.</i>)	SCm						
Cora pavonia <i>E. Fr.</i>	SCm						
Sphaerophorus australis <i>Lanz.</i>	SCm						
<i>b) FRUTICULOSUM.</i>							
Alectoria bicolor <i>Nyl.</i>	SCm						
Usnea spinulifera	SCm						
Usnea moreliana <i>Motyka.</i>	SCm						
<i>c) CAESPITOSUM.</i>							
Campylopus sp.	SCm						
Plagiochilla sp.	SCm						

última consocietas se notaba una cantidad extraordinaria de Orquídeas y Bromeliáceas, en los bosques estudiados de *Hesperomeles* disminuye la cantidad de especies de esas familias, pero aumenta por otra parte, el liquenium y muscinetum, que forman espeso tapiz sobre el suelo, troncos y ramas de los árboles. Comparando con las asociaciones de *Weinmannia*, se ve que por el tamaño foliar hay poca variación en los porcentajes; las dominantes son en ambos casos microfilas y coriáceas, pero en *Hesperomeles* enteras y en *Weinmannia* divididas (tendencia a la leptofilia). Bosque con ambiente de humedad.

Esquema biotipológico del cuadro 12.

Caracteres: Lignatum muy desarrollado (63%), principalmente su arboretum (30% de la vegetación total), con elevada sociabilidad y densidad

Esquema biotipológico del cuadro 12.

Simorfas	Arboret.	Fruticet.	Sufrut.	Caulirros.	Parafit.	Criptolig.	Perenniherbetum	Acantiross.	Elatigram.	Epifit.	Proteret.	TOTAL	LIGNETUM		
Cantidad de especies	18	9	6	2	2	5	3	1	1	1	11	59	37		
Tanto por 100 del total	30,5	15	10	3,5	3,5	8,5	5	1,5	1,5	1,5	18,5		63		
	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	
l.	3	17	3	33	1	17						8	13,5	7	19
n.	28	22	2	22	1	17						12	20	8	21,5
m.	44,5	33	3	33	3	50						17	29	16	43
M.	11	11	1	11	1	17						5	8,5	4	11
MM.							2	100				2	40		
MMM.												5	8,5	2	5,5
cor.	18	100	6	67								29	49	28	75,5
subcor.															
h.			3	33	6	100									
rev.	5	28	3	33								19	33	9	24,5
tom. + pulv.	9	50	2	22	2	34	1	50				9	15	8	21,5
imbr.												17	29	14	38
acicul.			1	11											
div.	2	11			1	17	1	50				6	10	4	11
ram. pub.	14	78	7	78	3	50	1	50				28	47,5	25	67,5
ram. y h. visc.					1	17						1	2	1	3
escandentes.					3	50						4	7	3	8
pteridofitoso															
acaulirrosuloso						1	50								
fasciculoso.												2	3,5		
foliaceo.												1	2		
fruticuloso.												5	8,5		
pulvinoso.												4	7		
cespitoso.												2	3,5		
fruticuloso.					2	100									
														Arboret.	48,5
														Fruticet.	24
														Sufrut.	16
														Caulirr.	5,5
														Parafit.	5,5

de sus componentes. Predominan las formas microfilas con porcentaje elevado de nanofilas e incluso de las leptofilas (19% del lignatum); las dominantes son microfilas; las mesofilas reducidas a un 11% y las macrofilas limitadas al caulirrosuleto, del cual el antofítico es facial o ecotónico (localizado). Proporción muy elevada de esclerofilas y totalmente el arboretum, del cual un 50% presenta la hoja con denso tomento, generalmente rojizo por el envés (entre ellas las dominantes sociales). Se presentan formas aciculifolias y tanto por ciento elevado de hoja de bordes revueltos. Pubescencia tomentosa o lanosa, generalmente rojiza y espesa en las ramas jóvenes, en proporción elevada (67,5%) y casi doble que en la hoja. Algunas viscosas. Menos lianas.

Criptolignuleto mal representado (8%) del cual las formas macrofilas de Pteridofitas y Monocotiledóneas frondosas adquieren cierta importancia social. Escasas formas arrosietadas y cespitosas.

- Perenniherbetum reducido.
 - Acantorrosuleto presente.
 - Elatigraminetum fasciculoso, llamativo, característico, post-climácico.
 - Parafitetum fruticoso constante.
 - Epifitetum de bastante sociabilidad.
 - Proteretum de elevada sociabilidad y densidad, en parte formando estrato ecofítico, en gran parte formándolo epifítico; característico (lámina XXI).
- En la cliserie altitudinal se suceden en complejo numerosas asociaciones, y la sucesión queda en

mascarada muchas veces por las facies intermedias de las mismas. Aumentando en altitud, a las consocietas de *Weinmannia* suceden las de *Hesperomeles*, y a éstas, otras menos extendidas de especies que en las anteriores son subordinadas y originan formaciones de bosque enano o de matorral como límite altitudinal de las sociedades leñosas.

Especies diversas de *Hesperomeles* se encuentran formando societas en las sociedades de *Weinmannia* sp. div. y pueden formar consocietas locales, que desfiguran la sucesión altitudinal o no la manifiestan si los accidentes del país no permiten que se extiendan por kilómetros. Así, en la Cordillera Oriental, las formaciones extensas más elevadas son las de *Weinmannia tomentosa*, estudia-

das al principio de esta segunda parte del artículo. Allí, seguramente, la menor altura de los cerros no permite un desarrollo más extenso de las asociaciones de *Hesperomeles* de las que sólo encontré extensas grex locales en algunos puntos elevados, por ejemplo, en El Boquerón. *Hesperomeles Goudotiana* cubre en dicha localidad unos cerros por encima de 3.200 metros de altura, cuya composición, afín a la estudiada de las *Weinmannia*, no tuve tiempo de analizar. Igualmente, cerca del cerro del Santuario, la *Hesperomeles obtusifolia* era la que formaba grex a 3.350 metros en el límite superior del lignatum.

En la Cordillera Central las consocietas de *Weinmannia* suceden a las de *Clethra* y afines, y a aquéllas las de noro. Inventariamos como típica la referida en las páginas anteriores y estudiamos ligeramente un individuo de asociación (*H. ferruginea*, CS), junto al Alto del Cóndor, de composición cualitativa muy parecida a las asociaciones (más que facies) que allí le suceden en altitud. Estas asociaciones son el límite altitudinal del bosque en relación sistemática con el matorral más elevado e intercalado y se tratan a continuación.

XI. VACCINION FLORIBUNDI

(Asociaciones leñosas del límite altitudinal)

Las masas más considerables de vegetación leñosa en las alturas de las cordilleras hemos visto que predominantemente son consocietas de *Weinmannia* y de *Hesperomeles*, y que en conjunto éstas sobrepasan a aquéllas en altitud. Pero en ambas asociaciones se acusan societas que forman grex importantes en su seno, especialmente en las estaciones más elevadas de las formaciones. Así, en los límites altitudinales, algunas de las especies subordinadas, aquellas caracterizadas por su tipología leptofila o nanofila, se convierten en consocietas, dando lugar a una faja muy irregular del bosque enano (de unos dos metros de altura) y matorral, al cual ya siguen en altitud unas formaciones de tipo biológico totalmente distinto, desprovistas o muy pobres en fruticeto (lámina XIX).

Cuadro 14-a

En la Cordillera Oriental, en el Páramo de Guasca, entre El Boquerón y El Santuario (3.200-3.350 metros de altura), en conexión con el *Weinmannietum*, le sucede a éste un complejo, cuyo lignatum dominante está formado por *Hesperomeles obtusifolia*, *Clethra chrysoleuca*, *Miconia eleaoides*, *Miconia summa*, *Hypericum Hartwegii*, *Senecio lanatus*, *Weinmannia tomentosa*, *Hypericum laricifolium*, *Gaultheria anastomosans*, *Tibouchina grossa*, *Miconia salicifolia* y *Vaccinium floribundum* (cuadro 14-a).

Estas especies forman asocietas, y en mosaico consocietas relativamente extendidas con fisonomía muy propia. De ellas son especialmente no-

tables, en el límite más alto de las formaciones leñosas, hasta 3.550 metros de altura, las de *Senecio lanatus*, *Hypericum Hartwegii*, *Miconia eleaoides*, *Miconia summa*, *Vaccinium floribundum* y *Gaultheria anastomosans*, en arbusetum típico, que puede degenerar en matorral denso (cuadro 14-a).

Individuos aislados o en pequeños grupos se encuentran a más altura, pero no formaciones en las localidades visitadas del Páramo de Guasca. Los arbolillos más elevados que registré son ejemplares de *Miconia summa*, bajando del Santuario a la Laguna, casi a la altura del puerto, a 3.400 metros de altura, y otros de *Miconia eleaoides* en el cerro del Santuario, a un nivel muy poco inferior, junto a unos de *Hesperomeles obtusifolia*.

Los fruticetos más elevados anotados en la Cordillera Oriental lo fueron en el cerro del Santuario, a 3.450 metros de altura, en societas enanas esporádicas entre las formaciones fascigraminetosas: *Pernettya Pentlandii*, *Berberis Goudoti*, *Hypericum laricifolium* y *Arcytophyllum aristatum*.

Cuadro 13.

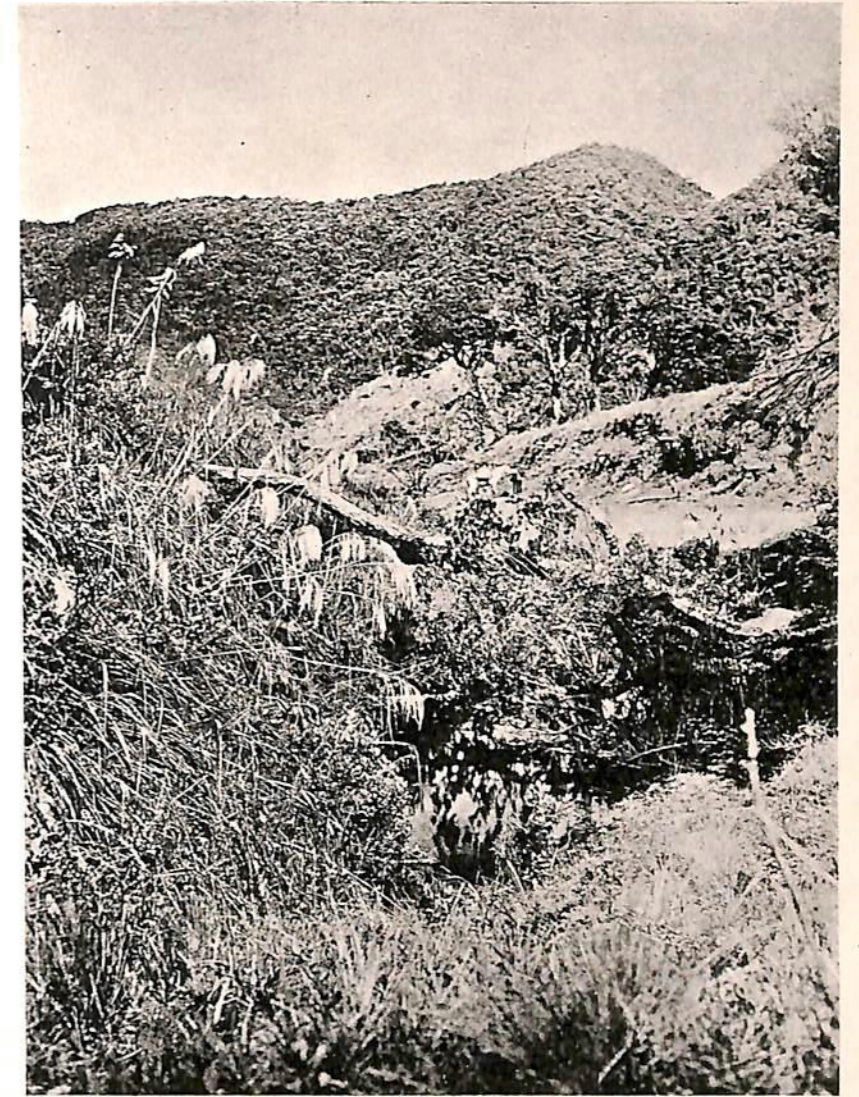
En el Alto del Cóndor (de la Cordillera Central), en un páramo entre 3.500 y poco más de 3.600 metros de altura, sucede a una consocietas de *Hesperomeles* una asociación leñosa de límite altitudinal, donde las dominantes son también especies de tipo esclerófilo leptó o nanofilo.

En la asociación inventariada, el *Vaccinium* es la especie más abundante de un bosquecillo de unos tres metros de altura. El *Senecio vaccinoides* y el *Senecio pulchellus* forman consocietas en otras facies. Los frutices se entremezclan con los arbolillos, formando en muchos sitios un matorral elevado y espeso, en el que destacan varias especies aciculifolias y la interesante *Desfontainea spinosa*. El bosque es marcadamente higrófilo, con estructuras xerofitas. Un fasci-elati-graminetum (*Neurolepis ingens*) le da carácter, como en los *Weinmannietum* y *Hesperomeletum*. Las epifitas son muy numerosas. Y el proteretum adquiere gran desarrollo, en algunas estaciones tan considerable, a merced de la horizontalidad, altura y humedad, que constituye una facies turbosa de la misma asociación. En ella se forman montículos de turbera (de *Sphagnum*), en los cuales se encuentran además especies de las enumeradas en una asociación con ésta relacionada (Veráse adelante: "Complejo climácico del Alto del Cóndor"). (*Geranium*, *Plagiocheilus*, etc.). Esta facies del sotobosque turboso es el tránsito a la facies del mismo tipo del *Espeletietum*. Realmente, las grex del caulirrosuleto y del acantorrosuleto corresponden también a un tipo de tránsito.

En esta asociación de bosque o fruticosa se nota una cierta coincidencia en porcentaje de simorfas con las societas de *Weinmannia*, *Hesperomeles* y derivadas, en todas las cuales la existencia de muchas epifitas es general, así como de un proteretum desarrollado. Pero la facies turbosa

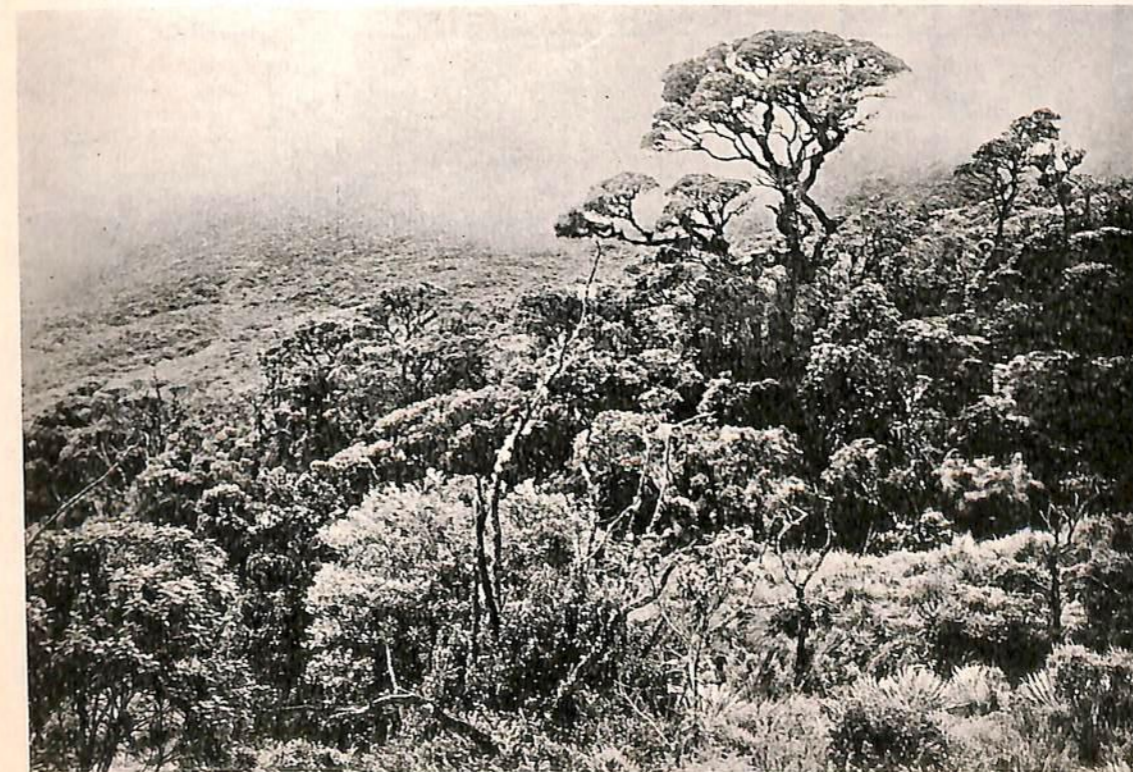
Cuadro 13.
Vaccinietum floribundi en Alto del Cóndor

	Sociabilidad y cantidad	Tamaño foliar.	Consistencia foliar	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos	Caracteres especiales
Arboretum.							
<i>Vaccinium floribundum</i> HBK.....	CS	n	cor.				
<i>Senecio vaccinoides</i> (Kunth) Sch. Bip.....	S	n	cor.				
<i>Senecio pulchellus</i> DC. v. <i>squamiferus</i> Cuatr.....	S	n	cor.			tom.	
<i>Hesperomeles ferruginea</i> Kunth.....	S	m	cor.	tom.-roj.	rug.	roj. tom.	
<i>Tibouchina grossa</i> (L.) Cogn.....	S	n	cor.	hisp.	rev.	pub. roj.	
<i>Oreopanax tolimanus</i> Harms.....	S	M	cor.	tom.-lan.		lan.	
<i>Desfontainia spinosa</i> R. et P.....	S	n	cor.		rev.		
<i>Senecio Caroli-tercii</i> Cuatr.....	S	M	cor.	tom.-lan.	± rev.	tom. lan.	
Fruticetum.							
<i>Diplostephium rosmarinifolium</i> (Benth.) W.....	S	l-n	cor.	tom.	lineal rev.	tom.	
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss v. <i>acerosum</i>	S	i	acicul.		imbr.		
<i>Disterigma acuminata</i> (HBK.) N.....	S	l	cor.				
<i>Miconia salicifolia</i> Naud.....	S	n	cor.	roj.-pub.	rev.	pub.	
<i>Miconia orcheotoma</i> Naud.....	S	m	cor.	roj.-pub.		roj.-pub.	
<i>Macleania nitida</i> (HBK.) Hoerold.....	S	m	cor.				
<i>Ceratostema</i> sp.....	S	n	cor.				
<i>Cestrum</i> sp.....	S	n-m	cor.			tom.	
Sufruticetum.							
<i>Gaultheria sclerophylla</i> Cuatr.....	S	m	cor.				
<i>Bomarea incana</i> Killip.....	S	m-M	h.				scandens
Caulirossuletum.							
<i>Espeletia Hartwegiana</i> Cuatr.....	Sp	MM	cart.	lan.		lan.	
Acanthorossuletum.							
<i>Bromelia</i> sp.....	Gr	M	cor.		spin.		
Elatigraminetum (Fasciculosum).							
<i>Neurolepis ingens</i> Pilger.....	Gr		h.				
Perenniherbetum.							
<i>Pilea Mutisiana</i> (Spreng.) Wedd.....	S	M	h.	± pub.		± pub.	
<i>Oxalis tolimensis</i> R. Kunth.....	S	n	h.	pub.		pub.	scandens
Epiphytetum.							
<i>Tillandsia Tournieri</i> Baker.....	S	M		± pub.			
<i>Epidendrum frutex</i> R. f.....	S	m					sufrut.
<i>Epidendrum fimbriatum</i> HBK.....	S	n-m					
<i>Odontoglossum luteo-purpureum</i> Soc.....	S	M					
<i>Pachyphyllum micrangis</i> Schl.....	S	n			vainas imbr.		sufrut.
<i>Pachyphyllum Pastii</i> R. f.....	S	l-n			vainas imbr.		sufrut.
HERBOSUM.							
<i>Peperomia</i> sp.....	S	n-m	h.-crass.	hisp.		hisp.	scandens
<i>Hymenophyllum</i> sp.....	S _{Cm}	M-MM	h.		div.		



LAMINA XVIII

Aspecto exterior de la consocietas de *Hesperomeles ferruginea* Kunth en las vertientes del Tolima (alrededores de Las Mesetas). Higrofitia microtérmica. En primer término cúmulus de la *Cortaderia nitida* Pilg. (elatifascigraminetum). 3400 m. alt. (Colombia).



LAMINA XIX

Formación arbustiva, higrodrimium microtérnico, en el límite altitudinal del bosque, en la Cordillera Oriental de Colombia. Asocietas de *Gaultheria anastomosans* HBK., *Vaccinium floribundum* HBK. y *Miconia summa* Cuatr. en relación espacial con el *Weinmannietum tomentosae*. En primer término rosetas esporádicas de *Espeletia argentea* H. et B., ecotónica.

Esquema biotipológico del cuadro 13.

Caracteres: Lignetum bien desarrollado, en su mayor parte arbusculetum y elati-fruticetum, con un caulirrosuletum socialmente esporádico. En él se presenta un gran predominio de las formas nanofilas (entre ellas las dominantes), conservándose todavía formas mesofilas. Las esclerófilas son casi exclusivas (95%), con un 20% de tomentosolanosas por el envés. Formas empizarradas presentes. Trepadoras presentes.

Acantorrosuletum presente en grex esporádicas.

Elatigraminetum fasciculosum fisionómico, característico.

Perenniherbetum reducido.

Epifitetum y proteretum muy desarrollado; este último caracterizando una facies turbosa.

Es bosque higrófilo, con acentuada psicofitia por la altitud (exageración de las estructuras xerofíticas).

Esquema biotipológico del cuadro 14.

Tanto por 100 del total.....	LIGNETUM	
	Número de especies	%
	21	
l.....	6	28,5
n.....	10	47,5
m.....	5	23,5
M.....		
MM.....		
MMM.....		
cor.....	21	100
subcor.....		
h.....		
rev.....	5	23,5
tom.....	7	33,5
imbr.....	2	9,5
acicul.....		
div.....		
ram. pub.....	13	62
ram. y hoj. visc.....	1	4,5
escandentes.....		

Caracteres: Es exclusivamente el lignetum de sus formaciones de mayor altitud (límite como formación cerrada). Puede ser arbusculetum o fruticetum.

Predominio extraordinario de las formas nanofilas; les siguen las leptofilas y las microfilas (47,5% → 28,5% → 23,5%). Exclusivamente esclerófilas (100%). Bastante porcentaje de hojas con bordes revueltos, de envés tomentoso y de empizarradas. Ramas jóvenes tomentosas en doble proporción que las hojas (coriáceas). Faltan formas escandentes y epifitas antofíticas.

Psycrophytia por la altitud: acción del viento, bajas temperaturas, oscilaciones térmicas pronunciadas. Estructuras xerofíticas.

B. MESOPHORBIUM

Son siempre subseriales y se producen espontáneamente a consecuencia de la tala. Algunas especies herbáceas se desarrollan entonces intensamente y forman consocietas, a las que acompañan otras especies fruticosas del bosque climácico (lámina XX).

En las regiones bajas del *Hygrodrymum* la supresión de la climáx supone el advenimiento de una flora exuberante y elevada de gramíneas (hasta dos metros de altura), que contiene siempre unas pocas especies fruticosas residuales o reincidentes del bosque. A estas formaciones corresponden las asociaciones del

I. HYPARRHENION BRACTEATAE

Cuadro 15.

Se extienden en los cerros de los alrededores de Ibagué, constituyendo los prados persistentes, mal calificados por muchos autores de "estepas". La asociación estudiada en el cuadro 15 ocupa las partes elevadas del cerro de La Pola sobre Ibagué, a unos 1.300—1.400 metros de altura; está caracterizada por su graminetum y definida por su dominante (*Hyparrhenia bracteata*). Es subserial de la climáx estudiada en el cuadro 2 (*Cecropion*) (peniclímax), siendo los individuos de asociación contiguos.

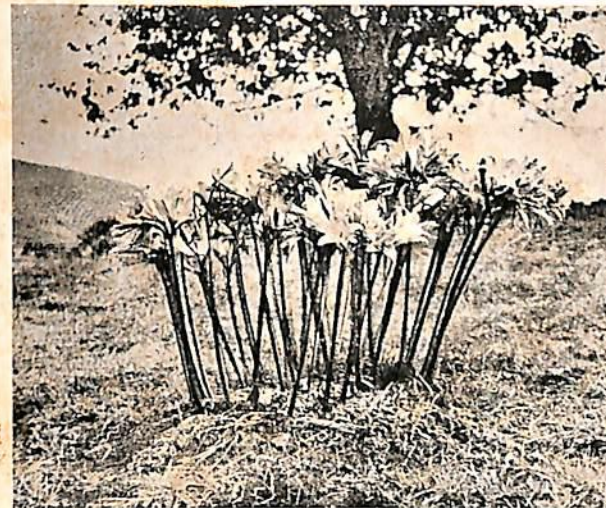
Esquema biotipológico del cuadro 15.

Caracteres: La elevada proporción del fasciculetum, que unido al criptolignuletum (todo fasciculado), da para un fasciculetum más del 26 por 100 del total de las especies. Además, elevada sociabilidad, expansión y densidad.

Carácter esporádico de las especies de las otras simorfias y predominio de la microfilia en ellas.

En lugares llanos constantemente húmedos se pueden formar prados cespitosos de algunas gramíneas, como una consocies de *Paspalum notatum*. Tal ocurre en Ibagué, en el mismo lugar de La Pola a unos 1.100 metros de altura, junto a los depósitos de agua.

En muchos casos, especialmente en los altos valles, entre 2.000 y 3.400 metros de altura, estos prados son muy extensos y están formados por alguna especie de gramínea (generalmente de *Paspalum*) y otras plantas herbáceas o criptoleñosas. Generalmente dominan las *Alchemilla*, de varias especies, aunque la consocies más frecuente de estas formaciones es la *Alchemilla orbiculata*. De este tipo cespitoso (*Cryptolignuletum caespitigranosum*) son varias asociaciones que agrupo en el complejo siguiente:



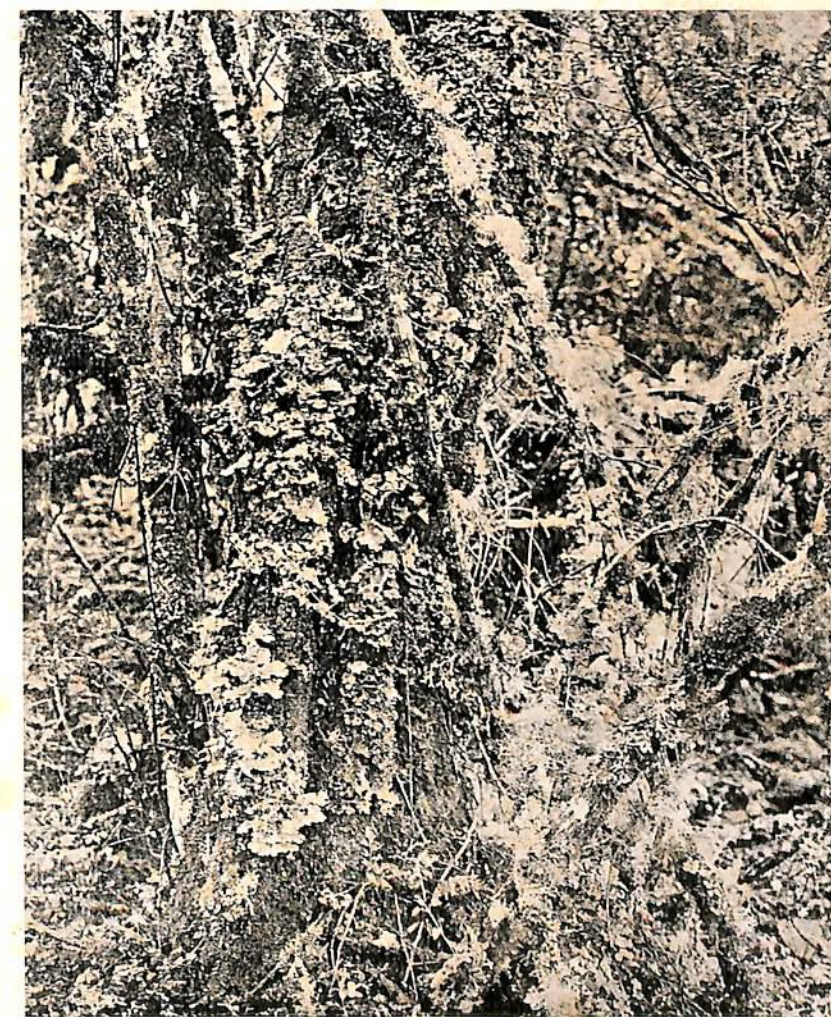
LAMINA XX

Fig. 1—Elegantes cumulies de *Hippeastrum ecuestre* cerca de Bogotá; socios en prados subseriales del dominio del Weinmannion.



LAMINA XX

Fig. 2—Destrucción antropógena de la climáx en el Valle de La China, 3000 m. alt. El *Clethretum* es eliminado para dar lugar a la formación de prados. (Cordillera Central de Colombia).



LAMINA XXI

Proteretum epifítico sobre el lignetum del *Hesperomelion* en Las Mesetas, 3600 m. alt. Consocietas de *Sticta neolitica* Motyka, con *St. subscrobiculata* (Nyl.) G., *Lobaria dissecta* (Sw) R., *Stictina Humboldtii* Kook., *Sphaerophorus australis*, Lanz., *Usnea spinulifera*, *U. moreliana* Motyk. y *Cora Pavonia* E. Fr. (Cordillera Central de Colombia).

II. ALCHEMILLION ORBICULATAE

Cuadros 16-21

Una de estas peniclímax más típicas es la anotada en La Sandalia, en el lugar ya citado antes de La Selva (Cordillera Central), a 3.000-3.100 metros de altura, en conexión serial con el *Clethraetum* y *Weinmannictum tolimensis*. Se trata de un *Alchemilletum orbiculatae*, que adquiere gran expansión sobre las vertientes desnudas. Suelo turboso (cuadro 16). Otra asociación afín es la del individuo reseñado en el cuadro 17, correspondiente a un prado de El Salto, a 3.300 metros, sobre suelo turboso húmedo, donde la *Alchemilla* y el *Paspalum* son asociados.

En la Cordillera Oriental he visto sumarse a las especies importantes del césped una especie de *Hydrocotyle* y aún otra de *Ranunculus*, estolonífero.

Así, junto a Bogotá, he tomado nota del cuadro 18, que enumera un *Alchemilletum orbiculatae aphanoides Hydrocotylosum*. (En San Cristóbal, más o menos, 2.700 metros de altura). En la misma localidad los juncos constituían una facies estacional. Es de señalar la existencia de la exótica *Digitalis purpurea*, con vitalidad y sociabilidad elevada.

En otra localidad cercana, la sinecia es un *Alchemilletum Hydrocotyle Ranunculosum*, por sumarse a las especies el estolonífero *Ranunculus flagelliformis*. Aquí la gramínea es un *Agrostis* y la *Alchemilla* es la *A. aphanoides*. Esporádicamente se encuentran en estos prados interesantes cumules de *Hippeastrum equestre* (lámina XX, cuadro 19).

La sinecia detallada en el cuadro 21 corresponde a unos prados de Guasca (Santa Ana, 2.740

metros de altura). En ella interviene un conjunto de hierbas más altas, seguramente sembradas (*Anthoxanthum, Holcus*); sería una paraclímax (*Alchemilletum-Hydrocotyle-Anthoxanthosum*).

Esta acción directa del hombre fue afirmada por los habitantes de un cortijo para unos prados extensos, de los que se extienden en el alto valle del río China (2.600-2.900 metros): un individuo de asociación de los mismos es el del cuadro 20. Es una paraclímax de consocios de *Dactylis glomerata* o asociados de *Dactylis-Holcus*. Pero el prado autóctono es una consocios de *Alchemilla aphanoides* y asociados de *Alchemilla aphanoides* y *Alchemilla orbiculata*.

Esquema biotipológico del Alchemillion.

(Cuadros 16-21)

Caracteres: En este esquema se refunden todas las asociaciones del *Alchemillion*, caracterizado por:

Ausencia de fruticetum y muy escaso sufruticetum.

Elevada proporción de formas e importancia social del perenniherbetum, del criptolignuletum laxum y cespitosum y del perennigrametum cespitosum.

Hoja totalmente herbácea.

Predominio de nanofilas sobre microfilas.

Número relativamente escaso de formas con hojas y ramas vellosas.

NOTA.—Las cuatro páginas subsiguientes de cuadros corresponden a esta parte del trabajo. En el próximo número de la Revista se concluirá la publicación de todo el artículo, incluyendo su índice y bibliografía para formar cuerpo de doctrina.

Esquema biotipológico de los cuadros 16-21.

Simorflas.	Sufruticetum		Criptolignul.		Perenniherb.		Perennigram.		Anuiherbetum		Cespit.-gram.		TOTAL	
	Cantidad de especies. .													
Tanto por 100 del total. .	3		19		42		9		3		1		77	
	4		24,5		54,5		11,5		4		1,5			
	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%	Núm. de especies	%
l.	>	>	1	5,5	6	14,5	>	>	>	>	>	>	7	9
n.	3	100	9	47,5	19	45,5	>	>	2	67	>	>	33	43
m.	>	>	7	37	14	33,5	>	>	1	33	>	>	22	28,5
M.	>	>	2	10,5	3	7	>	>	>	>	>	>	5	6,5
MM.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
MMM.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
cor.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
subcor.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
h.	3	100	19	100	42	100	9	100	3	100	1	100	77	100
rev.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
tom.	1	33	3	16	17	40,5	>	>	1	33	>	>	22	28,5
imbr.	>	>	>	>	2	5	>	>	>	>	>	>	2	2,5
acicul.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
div.	1	33	2	10,5	11	26,5	>	>	1	33	>	>	15	19,5
ram. pub.	>	>	10	53	16	38	>	>	2	67	>	>	28	36,5
ram. y h. visc.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
escandentes.	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>
rosulosum.	>	>	6	31,5	2	5	>	>	>	>	>	>	8	10,5
fasci-cespit.	>	>	2	10,5	4	9,5	9	100	>	>	1	100	16	21

Cuadro 16.

Alchemilletum orbiculatae en "La Selva".

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Vestidura foliar.	Consistencia foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.
Cryptolignuletum.						
Alchemilla orbiculata R. et P.	CS	m	tom. arg.	h.		tom.
Alchemilla aphanoides Mutis	S	n	± hisp.	h.	div.	
Ranunculus peruvianus Pers.	S	m	hisp.	h.	div.	pub.
Hieracium tolimense Cuatr.	S	m	vell.	h.		vell.
Perenniherbetum.						
Ranunculus geranioides DC.	S	m	hisp.	h.	div.	pub.
Cerastium triviale Link.	S	l-n	± hisp.	h.		pub.
Salvia sp.	S	m	pub.	h.		pub.
Spilanthes americana (Mut.) Hier.	S	n-m	± hisp.	h.		pub.
Gnaphalium spicatum (Wedd.) Hier.	S	n	hisp.	h.		lan.
Trifolium filiforme L.	S	n	vell.		div.	
Trifolium amabile HBK.	S	n-m	pub.		div.	
Caespiti-graminetum.						
Paspalum Bomplandianum Flueg.	S					

Cuadro 17.

Alchemilletum orbiculatae Paspalosum en "El Salto".

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia foliar.	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.
Cryptolignuletum.						
Alchemilla orbiculata R. et P.	AS	m	h.	tom. arg.		tom.
Caespiti-graminetum.						
Paspalum Bomplandianum Flueg.	AS					
Cryptolignuletum (Rossuletosum).						
Taraxacum officinale Wegg.	S	m	h.	vell.		
Plantago hirtella Kunth.	S	M	h.	± hirt.		hirt.
Ranunculus peruvianus Pers.	S	m	h.			pub.
Perenniherbetum.						
Trifolium amabile HBK.	S	n-m	h.	pub.	div.	
Trifolium filiforme L.	S	n	h.	± hisp.	div.	
Cerastium triviale Link.	S	n-l	h.	± hisp.		pub.
Spilanthes americana (Mut.) Hier.	S	n-m	h.	± hisp.		pub.
Gnaphalium spicatum Lam. v. alpinum (Wedd.) Hier.	S	n	h.	tom.		tom.

Cuadro 18.

Alchemilletum Hydrocotylosum en Bogotá, San Cristóbal.

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia foliar.	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.	Caracteres especiales.
Cryptolignuletum.							
Lupinus mutabilis Swech.	S	M	h.	vell.	div.	vell.	
Salvia palaefolia Kunth.	S	m	h.	tom.-h.		tom.	
Aster marginatus HBK.	CM	n	h.	± hisp.		hisp.	
Oxalis puracensis R. Kunth.	CM	n	h.	± hisp.		hisp.	
Alchemilla Moritziana MD.	S Cm	n	h.	tom.	div.	tom.	(± sufrut.)
Alchemilla orbiculata R. et P.	CS y AS	m	h.	tom.-arg.		tom.	
Alchemilla aphanoides Mutis.	S y AS	n	h.	± hisp.	div.	pub.	
Hypochaeris elata (Wedd.)	S	m	h.	± hisp.			
ROSSUL.							
Hypochaeris sessiliflora HBK.	S	n	h.				
FASCICUL.							
Dichromena ciliata Vahl.	S Cm	n	h.		lineal		
Perenniherbetum.							
Hydrocotyle Bomplandii Rich.	S y AS	n	h.			pub.	
Equisetum bogotense Kunth.	S	l	h.		vainas		
Lycopodium clavatum L.	S	l	h.		imbr.		
Viola prunellifolia HBK.	S	n	h.				
Dichondra repens L.	S	n	h.	± hisp.		cil.	
Jaegeria hirta (Lag.) Lees.	S	n-m	h.	± hisp.		pub.	
Spilanthes americana (Mut.) Hier.	S	n-m	h.	± hisp.		pub.	
Erigeron bonaeriensis L.	S	n	h.	± hisp.			
Daucus montanus Willd.	S	n-m	h.		div.	pub.	
Oxalis medicaginea HBK.	S	m	h.	± hisp.	div.	pub.	
Rumex acetosella L.	S	n	h.				
Polygonum persicarioides HBK.	S	n	h.				
Phytolaca australis Phil.	S	m-M	h.				
Salvia sp.	S	M	h.	tom.		roj.-tom.	
Rebunium ciliatum Hemsl.	S	l	h.	cil.			
Digitalis purpurea L.	S	M	h.	tom.			
CAESP.-FASCICULOSUM.							
Kyllingia pumila Mich. f. elatior Kunth.	S Cm	n	h.		lineal		
Juncus buffonius L.	S Cm	n	h.		lineal		
Juncus effusus L.	S Cm	M	h.		lineal		
Annuiherbetum.							
Gnaphalium spicatum L. v. alpinum (Wedd.) Hier.	S	n	h.	lan.		lan.	
Perennigraminetum.							
Agrostis perennans (Waltó) Tuck.	S Gr						
Aegopogon cenchróides H. et B.	S Gr						

Cuadro 19.

Alchemilletum aphanoides Hydrocotyle Ranunculosum, en Bogotá.

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia foliar.	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.
Cryptolignuletum.						
Alchemilla aphanoides Mutis	AS	n	h.	tom.	div.	± pub.
Salvia palaeifolia Kunth	S	m	h.	hisp.		tom.
Aster marginatus HBK	S	n	h.	± hisp.		hisp.
Plantago hirtella Kunth	S	M	h.	± hisp.		hisp.
Perenniherbetum.						
Hydrocotyle Bomplandii Rich	AS	n	h.			pub.
Ranunculus flageliformis Sm	AS	n	h.			
Gnaphalium spicatum Lam. v. alpinum (Wedd.) Hier	S	n	h.			tom.
Jaegeria hirta (Lag.) Lees	S	n-m	h.			pub.
Erigeron bonaerensis L.	S	n	h.	hisp.		tom.
Arenaria lanuginosa Rohr, Mart	S	n	h.	pub.		pub.
Lepidium bipinnatifidum Desv	S	n	h.		div.	± pub.
Cardamine bonariensis Pers	S	m	h.		div.	
Trifolium repens L.	S	n m	h.		div.	
Vicia andicola HBK	S	n	h.		div.	
Gnaphalium Poeppigianum DC.	S	n	h.	lan.		lan.
FASCICULOSUM.						
Cyperus cayanensis Lam. v. redolens P. Maury	S Cm	m			lin.	
Annuherbetum.						
Cardamine ovata Benth	S	m	h.		div.	
Perennigraminetum.						
Agrostis perennans (Walt.) Tuck	S Cm	m			lin.	

Cuadro 20.

Dactyletum glomeratae en el Valle de La China.

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia foliar.	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.
Cryptolignuletum.						
Alchemilla orbiculata R. et P.	S	m	h.	argent.		
Alchemilla aphanoides Mutis	S	n	h.	± hisp.	div.	pub.
Salvia palaeifolia Kunth	S	m	h.	tom.		tom.
Perenniherbetum.						
Oxalis tolimensis R. Kunth	S	n	h.	pub.		pub.
Stellaria serpyllifolia Willd.	S	l-n	h.			
Cerastium triviale Link	S	l-n		± hisp.		pub.
Trifolium amabile HBK	S	n-m	h.	pub.	div.	
Trifolium filiforme L.	S	n	h.	± hisp.	div.	
Spilanthes americana (Mut.) Hier	S	n-m	h.	± hisp.		pub.
Hackelia revoluta (R. et P.) Jac	S	m	h.	hisp.		hisp.
Lepidium bipinnatifidum Desv	S	n	h.		div.	
Gnaphalium spicatum Lam. v. alpinum (Wedd.) Hier	S	n	h.	lan.		lan.
Duchesnea indica (Andr.) Focke	S	m	h.	± hisp.	div.	± hisp.
Annuherbetum.						
Silene gallica L.	S	n	h.	± hisp.		hisp.
Graminetum.						
Dactylis glomerata L.	CS					
Holcus lanatus L.	S					
Poa annua L.	S					

Cuadro 21.

Alchemilletum orbiculatae-Hydrocotyle-Anthoxanthosum en Guasca.

	Sociabilidad y cantidad.	Tamaño foliar.	Consistencia foliar.	Vestidura foliar.	Otros caracteres foliares.	Vestidura de los ramúsculos.	Caracteres especiales.
Sufruticetum.							
Alonsoa caulialata R. et P.	S	n	h.				
Cuphea serpyllifolia HBK	S	n-l	h.	cil.		pub.	
Cryptolignuletum.							
Hylopleurum multicaule (R. et P.) Loes	S	n	h.	± hisp.		pub.	
Apium ammi (Jacq.) Urb.	S	l-n	h.		div.		
Euphorbia orbiculata Kunth	S	l	h.			pub.	
Stenandrium dulce (Cav.) Nees	S	n	h.	pub.		tom.	
Plantago linearis Kunth v. Barnadesii Pilg	S	n	h.	± hisp.	lineal	hisp.	rossul.
Alchemilla orbiculata R. et P.	AS	m	h.	tom. arg.			
CAESP.-FASCICULOSUM.							
Carex Macloviana D. Urv. v. Orizabae Lieb	S Cm	n-m	h.		lineal		
Dichromena ciliata Valh.	S Cm	n	h.		lineal		
Perenniherbetum.							
Tagetes Zypaquirensis HBK	S	n	h.	± hisp.		hisp.	
Ranunculus pilosus HBK	S	m	h.	hisp.	div.	pub.	rossul.
Vicia andicola HBK	S	m	h.		div.		
Brunella vulgaris L.	S	m	h.				
Spilanthes americana (Mut.) Hier	S	n-m	h.	hisp.		hisp.	
Arenaria lanuginosa Rohr, Mart	S	n	h.	pub.		pub.	
Pentacaena polycnemoides (Schl.) W.	S	l	h.			imbr.	
Spergularia sp.	S	l	h.				
Aster sp.	S	n-m	h.				
Erigeron bonariense L. v. meridense	S	n	h.	hisp.		tom.	
Digitalis purpurea L.	S y CM	m	h.	hisp.		tom.	
Juncus bogotensis HBK	GR	M	h.		lineal		fascicul.
Hydrocotyle Bomplandii Rich	AS	n	h.			pub.	repens.
Perennigraminetum.							
Anthoxanthum odoratum L.	AS						
Eragrostis Montufari (Kunth) Steud	S						
Holcus lanatus L.	AS						
Boteloua prostrata Lag.	S						
Setaria sp.	S						

ESPECIES NUEVAS Y OBSERVACIONES DIVERSAS SOBRE DERMAPTEROS Y ORTOPTEROS COLOMBIANOS

HERMANO APOLINAR MARIA

Profesor en el Instituto de La Salle, de Bogotá.

Nuestro amigo, el señor Morgan Hebard, de la Universidad de Filadelfia (U. S. A.), publicó un estudio sobre los insectos de la fauna colombiana, pertenecientes a los mencionados grupos (1). De dicho trabajo sacamos los datos que a continuación apuntamos.

Dermápteros. Familia Psalidae:

Psalis Apolinari n. sp. (2): La especie se parece a *Ps. Peruviana* Brm. El abdomen es más ancho y las pinzas más largas; además, tiene el protórax más cuadrado y más corto.

Descripción completa: l. c. VI—19, pág. 91. Tab. XVI, fig. 1.

Figuran en la colección del Museo de La Salle unos ejemplares, remitidos de Pamplona por el R. Padre Enrique Rochereau.

Psalis compacta n. sp.: Especie vecina a *P. Americana*, de la cual se diferencia por los estuchos más cortos y más truncados; su estructura general es más robusta. *P. compacta* se diferencia de *P. Apolinari* sobre todo por los estuchos cuadrados, las patas más cortas y sin manchas; las pinzas, en su conjunto, muy diferentes.

Descripción completa: l. c. pp. 92-93.

La especie no es rara en la Sabana de Bogotá. Los ejemplares enviados para su estudio provenían de Soacha.

Familia Forficulidae:

Doru lineare Esch. El autor dice, hablando de la presente especie: estos son los primeros ejemplares de *lineare*, en los cuales las alas sean rudimentarias que quedan completamente cubiertas por los élitros. Es verdaderamente sorprendente encontrar las formas macróptera y braquíptera en la misma especie.

Los ejemplares remitidos al señor Hebard provenían de Choachí.

Neocosmiella n. gen.: El nuevo género tiene muchas semejanzas con el género *Cosmiella* de la Malasia.

Descripción: l. c. p. 96.

Neocosmiella atrata n. sp.: La especie, dice el autor, tiene bastante semejanza con *Skendyle apterus* Ohf. de Java. También tiene algunas relaciones,

en cuanto a sus formas generales, con *Neolobophora ruficeps*. Los ejemplares que sirvieron para la descripción del género y de la especie procedían de Pamplona, y fueron remitidos por el R. Padre Rochereau.

Orthóptera. Familia Blattidae:

Asemoblatta n. gen.: (asemos, insignificante; sin carácter notable).—La única especie conocida del presente género, dice el autor, tiene la apariencia general del género *Cariblatta*, pero un estudio muy detenido nos lleva a colocar esta forma en la tribu de los *Ectobiinae* y crear para ello un género nuevo.

La cabeza es muy pequeña y de forma triangular. Este carácter acerca nuestro insecto al género *Dissoblatta* (*Ectobiinae*).

Esta forma de la cabeza no se encuentra en ninguna de las especies que constituyen la tribu de los *Pseudomopinae*. Las nervaduras de los élitros son netamente las de los insectos del tipo *Ectobiinae* (l. c. VIII—21, p. 110). El autor expone ampliamente las razones que tuvo para colocar el nuevo género en el grupo de los *Ectobiinae* más bien que en el de los *Pseudomopinae*.

Asemoblatta nana n. sp.: El tipo que sirvió para la descripción de la especie, un macho, provenía de la Sabana de Bogotá y fue remitido al autor con los insectos ya mencionados por el Museo del Instituto de La Salle.

Descripción completa: l. c. VIII—21, p. 112.

Platylestes n. gen.: (de *platus*, ancho; *lestes*, ladrón, pillo).—El presente género tiene relación con el género *Latiblattella*. Los fémures anteriores llevan dos espinas y la placa subgenital del macho es muy ancha. Los élitros tienen los sectores discoidales longitudinales.

Descripción: l. c. VI—19, p. 97.

Platylestes colombiae n. sp.: La presente especie recuerda, en su conjunto, a una forma grande y ancha del género *Blatiblattella*. Las pinzas son cortas y uniformes.

Los dos insectos estudiados (macho y sembra), los recibió el autor, del señor A. Carriker y fueron cogidos en La Palmeta (Santander).

Descripción: l. c. p. 98.

Chromatonotus Andagoyae n. sp.: Se parece mucho a *C. notatus* Brm. de la Isla de Trinidad. Es algo más grande y las impresiones del pronotum son menos visibles, aunque dispuestas del mismo

modo. Los élitros no son oscurecidos en la región humeral.

La descripción de la especie (l. c. p. 113) está basada en un ejemplar macho, procedente de Andagoya (Antioquia) y cogido por el señor Carriker.

Sciablatta gen. n. (de *skia*, sombra): Se distingue del género *Rhytidometophum* por sus dimensiones mayores, su coloración pálida y uniforme. Dicho color recuerda el tipo *Latiblattella*, y en especial *L. pavidá*.

Descripción: l. c. VIII—21, p. 115.

Sciablatta mamatoco sp. n.: Las descripciones del género y de la especie se hicieron sobre un par que mandó el señor Carriker de Mamatoco (Magdalena). (Véase la obra citada, pp. 115 y 116).

Neoblattella Carrikeri sp. n.: El macho constituye la forma más estrecha y tiene los élitros más largos de todas las especies del grupo *Blattellitae*. La hembra se parece mucho a la hembra de *N. pellucida* Brm., de la cual difiere por los palpos maxilares, mucho más largos, y cuyo artejo terminal es muy corto; las piernas son más delgadas.

El *N. Carrikeri* es el tipo de un grupo de especies que forman un conjunto de animalitos que tienen como caracteres comunes: un cuerpo esbelto, élitros alargados y patas finas y largas. Las demás especies hasta hoy conocidas que integran la nueva sección son: *N. azteca* S. et Pict.; *N. alaris* Saus et Pict.; y *Titania Rehn*.

Dos ejemplares cogidos por el señor Carriker en San Lorenzo (Sierra Nevada de Santa Marta).

Neoblattella albida Saus: El puesto exacto que corresponde a la forma no podrá fijarse con exactitud sino cuando se haya podido examinar un material más abundante.

El ejemplar (hembra joven), fue remitido al señor Hebard por el Museo del Instituto de La Salle; fue cogido en la Sabana de Bogotá.

Neoblattella antioquiae sp. n.: Esta forma se coloca cerca de *N. albida*, de la cual difiere en coloración general y en la forma de la placa sub-anal del macho.

Un macho cogido por el señor Carriker en Andagoya (Antioquia), en abril de 1918.

Descripción completa: l. c. VIII—21, p. 117.

Blattella germanica Lin.: Especie importada y aclimatada en las cocinas y despensas de la capital (1).

Ischnoptera morio Brm.: Recibimos ejemplares de la presente especie, de Choachí, Susumuco y Villavicencio.

Ischnoptera Apolinari sp. n.: La nueva especie es muy distinta de las demás formas del mismo grupo: *Ischn. pallipes*, *pampaconas* y *colombiae*. En su conjunto, las mencionadas especies pueden

(1) Otra especie aclimatada en la Sabana es *Periplaneta australasiae* Tab. Es un insecto mucho más grande que *Bl. germanica*. El método más eficaz para luchar contra la plaga de las cucarachas consiste en regar los sitios invadidos con ácido bórico puro, es decir, sin mezcla de otra substancia.

formar el grupo *Apolinari*, que debe colocarse, en la sistemática, después del grupo *rufa*.

De *colombiae* no se conoce sino el macho, que tiene mucha semejanza con el macho de *Apolinari*; sin embargo, en esta última forma las patas son más largas y las pinzas son muy distintas.

Apolinari se distingue de *pallipes* Scud., del Amazonas superior, en el pronotum, que es más alargado y más oscuro en la forma colombiana. Los ejemplares (machos y hembras) remitidos al señor Hebard procedían de Choachí.

Descripción: l. c. VI—19, p. 102.

Ischnoptera colombiae sp. n.: Se parece en su conjunto a *Ischn. Apolinari*, del cual se diferencia, sobre todo, por sus palpos maxilares más cortos, con el quinto artejo más largo que el tercero; las patas son mucho más cortas que en *Apolinari*. Unos ejemplares procedentes de San Agustín (Tolima).

Ischnoptera flagellifer sp. n.: La nueva forma se asemeja mucho a *Ischn. gatunae* de Panamá, del cual se distingue por la forma de los órganos genitales del macho, único sexo conocido.

Un ejemplar macho de Andagoya (Antioquia), enviado por el señor Carriker.

Descripción: l. c. VIII—19, p. 119.

Ischnoptera implicata sp. n.: La presente especie se parece mucho a *I. angustifrons* Heb. Los machos de las dos formas no parecen diferir exteriormente sino en que *implicata* es más esbelto y el espacio interocular es un poco más ancho.

El Museo del Instituto de La Salle mandó un par procedente de Villavicencio. El Museo posee tres hembras de la misma procedencia.

Descripción: l. c. VIII—21, p. 121.

Xestoblatta poccila sp. n.: La especie es notable por su coloración. Es la forma más hermosa de todas las especies conocidas del género *Xestoblatta*. No se conocen sino dos ejemplares, hembras ambos, procedentes de Villavicencio. Uno, en la colección del señor Hebard y otro en la del Museo de La Salle.

Descripción: l. c. VIII—21, p. 124.

Xestoblatta micra sp. n.: Es la forma más pequeña del género hasta hoy conocida. La coloración, como también algunos otros caracteres, aproximan la presente especie a *X. Carrikeri* Heb. de la región de Santa Marta.

En la sistemática se debe colocar la nueva especie entre *Carrikeri* y *festae*.

Se conocen cuatro ejemplares de la presente especie: dos en las colecciones del Museo de la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia (U. S. A.) y otros dos en el Museo de La Salle (Bogotá).

Xestoblatta festae, *Griffini*: La especie está descrita por Griffini en Boll. Mus. Zool. Anat. comp. Unive. Torino, XI N° 236, p. 2, sobre una hembra procedente de Punta de Sabana (Darién).

El señor Carriker cogió un macho de la especie en Murindó (Intendencia del Chocó), en febrero de 1918.

(1) Transaction of the American Entom. Soc.—IV, 1919; VIII, 1921 y XI, 1923.

(2) En el segundo memorial (VI,21) el autor coloca esta especie en el género *Mandex* Brm.

El señor Hebard tuvo ocasión de capturar un macho y varias hembras en la Zona del Canal.

El autor describe el macho, sexo desconocido hasta entonces, en el trabajo ya citado. VIII—21, p. 127.

Euphyllodromia stigmatosoma sp. n.: La presente especie ofrece mucha semejanza con *E. Kistris* Saus. Difiere de la mencionada forma por las impresiones del mesonoto, metanoto y abdomen.

Se conocen dos machos cogidos por el señor Carriker en Andagoya (Antioquia).

Euphyllodromia angustata Let.: Especie muy común desde Méjico hasta Panamá.

El señor Carriker cogió media docena de ejemplares en Andagoya, lo que indica que la era de dispersión de *E. angustata* se extiende mucho más al sur de lo que se pensaba. Por primera vez se encontró esta especie en el continente Sur.

Muzoa gen. n.: El nuevo género que se establece tiene muchas relaciones con el género *Nyctibora* del cual, sin embargo, se diferencia desde varios puntos de vista, tales como las espinas de las patas y otros. Se debe colocar en la sistemática, después del género *Nyctibora*.

Descripción del género: l. c. p. 132.

Muzoa simplex sp. n.: La nueva especie se parece en su conjunto a *Nyctibora obscura* Saus., pero los órganos del vuelo son mucho más reducidos.

La descripción (l. c. p. 132) se hizo sobre un ejemplar macho, procedente de la región de Muzo y remitido al autor por el Museo de la Salle; otros tres ejemplares se mandaron después; éstos últimos, de Villavicencio.

Paratropes phalerate Erich.: La especie fue descrita en 1848 por Erichson, con el nombre de *Blatta phalerata*, de procedencia de la Guayana Británica.

En 1920, el señor Hebard describió una cucaracha de Panamá, con el nombre de *Paratropes pinoganae*. Al estudiar el material que le mandamos y que procedía, un macho y una hembra, de Muzo, y dos hembras de Villavicencio, pudo reconocer que el insecto de Paraná es casi idéntico a *phalerata* y que constituye apenas una variedad. Así, dice el autor, los ejemplares de Villavicencio y uno de los de Muzo, son intermediarios entre la forma de Paraná y la de la Guayana. Aunque la serie que tengo está muy reducida, se ve que estamos en presencia de una forma muy variable de individuo a individuo.

Paratropes metae sp. n.: Aunque la presente especie, en cuanto a coloración, se relaciona con *P. elegans* Brm., su forma general y los surcos de los élitros la acercan más a *P. aequatorialis* Saus.

La descripción (l. c. p. 134) se hizo sobre una hembra que habíamos recibido de Villavicencio y que el Museo de la Salle mandó al autor.

Megaloblatta claveroides Wlk. Especie descrita por Walk, en 1868, sobre un ejemplar procedente de Chontales (Nicaragua). De Muzo recibimos

varios ejemplares de los cuales mandamos uno al señor Hebard.

Epilampra Shelfordi sp. n.: La presente especie pertenece a un grupo del género *Epilampra*, que parece exclusivamente encontrarse en la América del Sur. Los élitros ofrecen puntos y colores difíciles de describir. A este nuevo grupo pertenecen *E. conspersa* y *E. agathina*.

Shelfordi tiene los élitros más estrechos que *conspersa* y de una coloración marmórea, menos marcada. *Agathina* tiene dimensiones mayores, su coloración general es más oscura.

Un macho de El Credo (Cauca), cogido por el señor Carriker en febrero de 1904.

Descripción: l. c. VI—19, p. 106.

Epilampra substrigata Walker: Especie descrita, en 1865, sobre un insecto de procedencia desconocida.

El Museo de la Salle pudo remitir al señor Hebard tres hembras de Susumuco (V—19) y unos diez ejemplares procedentes de Villavicencio y cogidos en XII—18.

Epilampra stigmora Giglio Tos.: La especie la describió Giglio Tos, en 1898, sobre un ejemplar del Valle de Santiago (Ecuador).

Pudimos enviar al señor Hebard dos hembras de esta especie, procedentes de Villavicencio.

La forma es muy cercana a *E. colombianae*; pero las diferencias entre las dos especies son tales, que *stigmora* constituye una forma bien definida y válida.

Leurolestes palidus Brun: Especie descrita, en 1865, por Bruner, sobre un insecto procedente de Cuba. Sobre el continente se conocía la especie en el Brasil. Tuvimos el gusto de mandar al señor Hebard varios ejemplares, procedentes de Fusagasugá (V—19); de Las Mesitas (V—18) y de Villavicencio (XII—17 y V—19).

Hormaloterga laminata Brun.: Remitieron al autor un ejemplar macho, encontrado en un lote de orquídeas procedente de Puerto Colombia y examinado en Nueva York. *H. laminata* presenta un dimorfismo sexual notable: sólo el macho está provisto de los órganos del vuelo.

Hyporhcnoda metae sp. n.: La nueva especie se distingue de *H. reflexa* Saus. et Z. por su forma general más ancha, por la falta de la carena media que existe en *reflexa*, sobre todo en la parte superior del tórax; por la ausencia de rugosidades en el borde posterior de los segmentos dorsales.

El Museo de la Salle remitió al autor unos quinientos ejemplares, que fueron cogidos en Villavicencio.

Descripción: l. c. VIII—21, p. 138.

Hyporhcnoda lithomorpha sp. n.: La forma general es mucho más sencilla que en *H. metae*. La descripción (l. c. p. 140) se hizo en un par procedente de Villavicencio. Los insectos fueron remitidos del Museo de la Salle.

Lamprablatta gen. n.: El nuevo género presenta un interés especial, porque probablemente es el único género del grupo de los *Blattinae* que en-

cierran la única especie americana que carece por completo de élitros. El género consta de tres especies: *meridionalis* Brun, de Trinidad; *Albipalpus* Heb. y *Zamorensis* Giglio Tos.

El género más cercano al descrito es el género *Eurycotis*, y su carácter diferencial más importante, la ausencia de las alas.

Descripción: l. c. VI—19, p. 108.

Lamprablatta albipalpus sp. n.: La nueva especie ofrece mucha semejanza con *Eurycotis mexicana* Saus., del cual se distingue sobre todo por la coloración negra y los palpos blancos. De *Lamprablatta meridionalis* se distingue por tener las patas de un color castaño en vez de negro.

Descripción: l. c. VI—19, p. 110. Sobre un ejemplar cogido por el señor Carriker en Cincinnati (Sierra Nevada de Santa Marta).

El Museo de la Salle remitió otro ejemplar, procedente de Villavicencio.

Pelmatosilpha micra sp. n.: La presente especie tiene cierta semejanza con *P. Villana* Saus. et Z. y *P. cothurnata* Giglio Tos. De ambas formas se distingue por sus dimensiones menores. De *villana* difiere, además, por sus palpos negros, sus élitros más largos y anchos y las patas, que tienen color castaño negruzco. De *cothurnata* por la cabeza negra y las antenas amarillas.

Dos ejemplares de La Palmeta (Santander), cogidos por el señor Carriker en julio de 1916.

Periplaneta brunnea Burm.: De esta especie remitimos al señor Hebard ejemplares procedentes de Ambalema, Espinal, Pensilvania y Villavicencio.

Periplaneta australasiae Tab.: De *P. australasiae* pudimos remitir al autor ejemplares de Pacho, Fusagasugá, Pensilvania, Susumuco, Las Mesitas y Villavicencio.

El señor Carriker cogió la misma especie en Córdoba y Andagoya. Desde algún tiempo se encuentra, y a veces en abundancia, en ciertas cocinas y despensas de la capital.

Leucophaea maderae Tab.: Mandamos ejemplares procedentes de Fusagasugá, Pensilvania, Susumuco y Villavicencio.

Picnoscelus surinamensis L.: El autor dice haber recibido ejemplares de Jiménez (Caldas), del señor G. Palmer, y de Las Mesitas, del Museo de la Salle.

Panchlora cubensis Saus.: La especie parece esparcida desde el sur de los Estados Unidos hasta Colombia central. El autor señala las siguientes localidades en el territorio colombiano: Santa Marta y Mamatoco (A. Carriker); Muzo, Villavicencio, Río Cholí (Museo de la Salle). Los ejemplares procedentes de la región del Río Cholí son un poco más grandes que los cogidos en Villavicencio.

Panchlora exoleta Brun.: La especie, descrita en el Brasil, se encuentra también en Colombia. El Museo de la Salle recibió, en años pasados, un lote bastante importante de estos insectos, de Villavicencio.

Panchlora colombiae sp. n.: Esta especie tiene alguna semejanza con *Panchlora bidentula* Heb. y *Panchlora cubensis* Saus.; difiere de las formas mencionadas por el espacio interocular, más ancho, y por los órganos del vuelo más desarrollados.

Los insectos que sirvieron para la descripción procedían de La Cumbre (Cauca), donde fueron cogidos por el señor H. S. Parish.

Zetobora lata Shelford: En 1907, Shelford describió esta especie sobre un macho de procedencia desconocida. El señor H. G. Klages descubrió en Bogotá una hembra de la especie. El ejemplar se conserva en el Museo de Historia Natural de Washington.

Achroblatta luteola Bleh.: El ejemplar descrito por Blanchard en 1843 procedía de Bolivia.

Pudimos mandar al autor un ejemplar procedente de Villavicencio. Este insecto, por su coloración y el conjunto de su forma, se parece mucho a ciertos coleópteros de la familia de los Lampiridos.

Phortioeca Apolinari sp. n.: Se distingue de las demás especies del género por lo reducido de las dimensiones y por la coloración general más pálida.

La descripción se hizo sobre dos machos y tres hembras, que pudimos remitir al señor Hebard, y que procedían de Villavicencio. (l. c. VIII—21, p. 145).

Phortioeca phoraspoidea Walker: El tipo descrito por Walker, en 1871, procedía de Chontales (Nicaragua). Pudimos mandar al autor tres machos de Muzo y una hembra de Villavicencio.

Capucina patula Walk: Un macho procedente de Chontales (Nicaragua), fue descrito con el nombre de *Zetobora patula*, en 1874.

Mandamos al señor Hebard un par cogido en Muzo.

Capucinella delicatula Heb. Especie conocida en la Costa Atlántica de Colombia y Panamá.

Archimandrita tessellata Rehn.: Especie esparcida desde Costa Rica hasta Colombia septentrional y occidental.

Blaberus giganteus Lin.: La especie fue descrita por primera vez por Linneo, en 1758, como procedente de América, con el nombre de *Blatta gigantea*.

En 1802, Illiger describió otro ejemplar de la misma especie, con el nombre de *Blatta colossea*. El insecto de Illiger procedía de la Guayana Británica. Por nuestra parte, mandamos varios ejemplares al señor Hebard, procedentes del Espinal y Susumuco. Después de un estudio comparativo del material que el autor tenía a su disposición, llegó a concluir que el *colossea* de Illiger no es sino una variedad de *gigantea*. Ofrece caracteres distintivos tan poco importantes, que no merece mencionarse como forma especial.

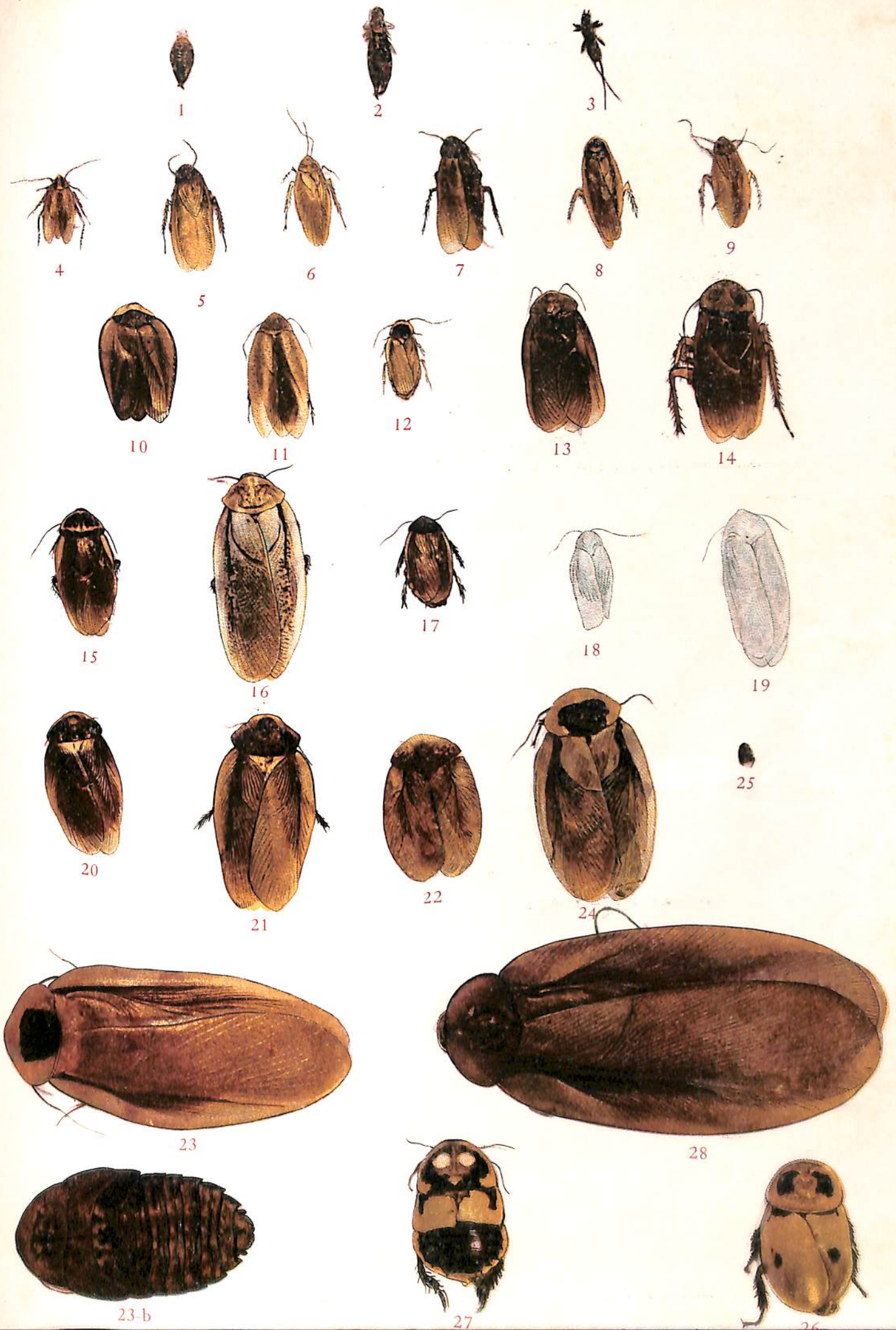
Blaberus parabolicus Walk.: En 1868, Walker describió un macho de la presente especie, que procedía de Cuenca (Ecuador).

El Museo de la Salle mandó al autor varios

Nombres de los insectos que figuran
en la siguiente ilustración:

Número

- 1.—*Psalis Apolinari* Heb. sp. nov.
- 2.—*Psalis compacta* Heb. sp. nov.
- 3.—*Neocosmiella atrata* Heb. sp. nov.
- 4.—*Blatella germanica* Lin.
- 5.—*Ischnoptera Apolinari* Heb. sp. nov.
- 6.—*Ischnoptera implicata* Heb. sp. nov.
- 7.—*Ischnoptera morio* Heb. sp. nov.
- 8.—*Xestoblatta poecila* Heb. sp. nov.
- 9.—*Xestoblatta micra* Heb. sp. nov.
- 10.—*Paratropes metae* Heb. sp. nov.
- 11.—*Epilampra substrigata* Walk.
- 12.—*Leurolestes palidus* Brun.
- 13.—*Hyporhichnoda lithomorpha* Heb. sp. nov.
- 14.—*Periplaneta brunnea* Brm.
- 15.—*Periplaneta australasiae* Tab.
- 16.—*Leucophaea maderae* Tab.
- 17.—*Picnoscelus surinamensis* Lin.
- 18.—*Panchlora cubensis* Saus.
- 19.—*Panchlora exoleta* Brm.
- 20.—*Phortioeca Apolinari* Heb. sp. nov.
- 21.—*Phortioeca phoraspoides* Walk.
- 22.—*Capucina paupula* Walk.
- 23.—*Blabera parabolica* Walk.
- 23-b—Larva
- 24.—*Blabera discoidalis* Serv.
- 25.—*Hypescompesa anolaimae* Heb. sp. nov.
- 26.—*Hormetica subcincta* Walk.
- 27.—*Hormetica Apolinaris* Heb. sp. nov.
- 28.—*Megaloblatta claveroides* Walk.



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

24

25

23

28

23-b

27

26

ejemplares, procedentes de la región oriental (Villavicencio, Susumuco, etc.).

Blaberus discoidalis Serv.: El ejemplar que describió Serville, en 1839, provenía de Santo Domingo.

De Colombia el señor Hebard recibió ejemplares de Santa Marta, Mamatoco y Cincinnati (señor A. Carriker), y de Honda, el Espinal, Susumuco, Villavicencio y Fusagasugá (Museo del Instituto de la Salle. Los ejemplares más grandes de estos insectos fueron cogidos en Mamatoco, y los más pequeños en Susumuco. La hembra procedente de Honda presenta la coloración más intensa. Los ejemplares jóvenes tienen el occipucio y el espacio interocular de color pardo oscuro; al paso que los ejemplares jóvenes de *B. parabolicus* tienen estas mismas partes leonadas.

Chorisoncurea translucida Saus.: El ejemplar en el cual Saussure basaba su descripción provenía de Méjico (Rev. et Mag. Zool. XVI—1864, p. 361).

El señor H. S. Parish, de Toronto, cogió recientemente un ejemplar en La Cumbre (Cordillera Occidental de Colombia).

Hypescompsa anolaimae sp. n.: La nueva especie se parece mucho a *H. Fieberi* Brun., del Brasil. La principal distinción consiste en que el campo anal está dividido por una vena longitudinal. La descripción (l. c. VIII—21, p. 150) se hizo sobre un par procedente de Anolaima, que remitió el Museo de la Salle.

Colapteroblatta gen. n.: El nuevo género se coloca cerca del género *Poroblatta*. Descripción completa l. c. VI—19, p. 120.

Colapteroblatta compsa sp. n.: Los machos de las especies vecinas son todavía desconocidos. La hembra, que se asemeja en algo a *Poroblatta cylindrica*, es mucho más grande.

La descripción (l. c., p. 121), la hizo el autor sobre un macho y cuatro hembras procedentes de San Lorenzo y San Miguel (Sierra Nevada de Santa Marta); fueron cogidos por el señor Carriker.

Poroblatta gen. n.: Del presente género no se conocen sino por dos individuos hembras. En su conjunto se parece mucho a *Colapteroblatta* en cuanto a los rasgos generales, en la forma de la cabeza, del pronoto, del abdomen y de los miembros. *Poroblatta* es más esbelta y el abdomen es más convexo.

Descripción: l. c. VI—19, p. 124.

Poroblatta apetala sp. n.: Se distingue fácilmente de *P. cylindrica* por las puntuaciones más numerosas que aparecen en el pronoto; la superficie oscura central del pronoto invade más amplia pero menos intensamente el borde claro del órgano. El campo lateral del abdomen aparece con manchas más numerosas y más apretadas.

Una hembra de La Palmeta (Santander). A. Carriker.

Descripción: l. c., p. 124.

Poroblatta cylindrica sp. n.: Una hembra de Cincinnati (Sierra Nevada de Santa Marta). A. Carriker.

Acroporoblatta gen. n.: El nuevo género se distingue fácilmente por una como hinchazón glandiforme que aparece sobre las alas.

Descripción: l. c., p. 126.

Acroporoblatta adenophora sp. n.: Dos ejemplares: una hembra adulta y una larva, cogidas por el señor A. Carriker en Cincinnati.

Hormetica subcincta Walk.: Especie descrita por Walker, en 1868, con el nombre de *Brachycola subcincta*, como procedente de Colombia. En 1907 Shelford volvió a describir la misma especie con el nombre de *Hormetica subcincta*.

El primer ejemplar que recibió el señor Hebard provenía de Ibagué y le fue remitido por el mismo señor Shelford. Los ejemplares hasta entonces conocidos pertenecían todos al sexo masculino.

El Museo de la Salle remitió al autor algunos ejemplares de esta especie, que procedían de Villavicencio y Susumuco. El lotecito comprendía tres machos y una hembra. Lo principal que hace notar el señor Hebard, consiste en la forma y la coloración del pronoto. Véase la descripción: l. c. VIII—21, p. 151.

Hormetica Apolinari sp. n.: El carácter distintivo más notable de la presente especie consiste principalmente en la cabeza de color negro, llevando una mancha del mismo color en el occipucio; además, el pronoto y las alas son de un color más pálido y en las alas aparecen dos manchas negras.

La especie pertenece al grupo de insectos del género *Hormetica*, marcados de negro en los élitros: *interna*, *strumosa* y *vittata*, tienen una mancha longitudinal; *Apolinari* y *verrucosa* una mancha vagamente triangular y *adrena* una mancha discal mucho más extendida.

De *verrucosa*, la forma más cercana, la nueva especie se distingue por la mancha pálida occipital y los bordes pálidos del pronoto.

La descripción (l. c. VI—19, p. 128) se hizo sobre un par, procedente de Fusagasugá. Más recientemente el Museo de la Salle remitió otros ejemplares: un macho de Muzo; tres machos y una hembra de Susumuco; seis machos y siete hembras con dos larvas, de Villavicencio.

De la Oficina de Patología Vegetal de Nueva York, el autor recibió una larva cogida entre orquídeas procedentes de Colombia.

(Continuará)

LA EVOLUCION COSMICA

RAFAEL TORRES MARIÑO

Ex-Rector de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería
de la Universidad Nacional—Bogotá.

Los factores principales que han llevado a cabo la evolución cósmica desde el caos primitivo hasta el universo actual han sido la atracción o gravitación universal y el movimiento de rotación. Se ve claramente la sencillez y unidad del plan de la Providencia en el mundo físico. Nótese que al hablar del universo actual lo consideramos compuesto de nebulosas y astros, es decir, tratamos sólo de los cuerpos astronómicos. Y por tal motivo no nos ocupamos de las numerosas leyes físicas que rigen el mundo inorgánico.

La atracción liga entre sí a toda la materia existente. El lápiz que tenemos en la mano ejerce su acción gravitatoria sobre la más remota estrella. Pequeñísima, insignificante es esa acción, pero contribuye con todo al armonioso movimiento universal.

Todos los cuerpos o masas astronómicas giran: la tierra, la luna, el sol, los planetas, las nebulosas, la Vía Láctea.

La evolución del caos primitivo puede resumirse así: *caos-nebulosas-estrellas-estrellas binarias-estrellas múltiples*. Examinemos brevemente cada una de esas fases de la evolución.

Caos primitivo. En ese caos toda la sustancia del universo, la que hoy forma las estrellas, el sol, las nebulosas, estaba uniformemente extendida en el espacio. Ha calculado el doctor Hubble, del Observatorio de Monte Wilson, que la densidad de ese gas era de una quintillonésima parte (uno dividido por 10 seguido de 30 ceros) de la del agua. Esta densidad es inconcebiblemente pequeña. En el aire ordinario, cuya densidad es ochocientas veces menor que la del agua, la distancia media entre una y otra molécula es de dos millonésimas de centímetro; en el gas primitivo esa distancia era de unos dos metros. No se puede rigurosamente demostrar la existencia de ese caos primitivo, pero es la hipótesis más razonable.

Las grandes nebulosas. De la obra del eminente astrónomo inglés Sir James Jeans, "Astronomy and Cosmogony", traducimos lo siguiente: "Es difícil imaginar que las nebulosas espirales hubiesen sido creadas tales como están hoy, y el cuadro que naturalmente ocurre es el de la materia uniformemente distribuída. Es satisfactorio encontrar que si esta materia se hallaba en estado gaseoso, moviéndose sus moléculas con velocidades razonables de agitación termal, entonces el pró-

ximo estado en la evolución del universo sería la formación de distintas agregaciones que tendrían masas comparables a las de las nebulosas espirales".

Nos parece también más de acuerdo con la sencillez del plan providencial el que la evolución empezara en la materia uniformemente distribuída; y no en las nebulosas espirales, que representan ya una fase de la evolución. En este punto no acertó Laplace.

Esas condensaciones vinieron a convertirse en las nebulosas espirales o extragalácticas. Explican los matemáticos su formación diciendo que la masa gaseosa se hallaba en un estado de inestabilidad gravitatoria, y que en ese estado cualquier perturbación que destruya la uniformidad de la masa produce condensaciones de toda clase de dimensiones.

El cálculo demuestra que de esas condensaciones sólo podían persistir aquéllas cuya masa fuera por lo menos de 62 y medio millones de veces el peso del sol. Es una brillante confirmación de los estudios teóricos el que las grandes nebulosas extragalácticas tengan pesos del orden de los calculados. Hay dos muy importantes en este caso, que son la Gran Nebulosa de Andrómeda y la Nebulosa N. G. C. 4594 de Virgo.

Como dijimos, esas condensaciones se pusieron en rotación. Para explicar esta rotación dicen los astrónomos que cuando se contrajeron las condensaciones originales debieron producirse corrientes, y que la falta de simetría en estas corrientes dio lugar a una rotación en cada masa contraída.

Una prueba muy importante de que las nebulosas extragalácticas son masas de gas en rotación, es la coincidencia entre las formas variables que da el cálculo para estas masas, según la velocidad de rotación, y las que presentan las nebulosas mismas del cielo, según la observación. En efecto, el cálculo enseña que una masa de gas desprovista de rotación debe tomar la forma esférica, y se conoce cierto número de nebulosas de esta forma.

Con una pequeña rotación, la masa toma la forma de una naranja ligeramente achatada. Nebulosas de esta forma se conocen muchas. Al aumentar la rotación desaparece la forma de naranja y el ecuador va extendiéndose y adelgazándose hasta llegar a mostrar un borde afilado, apareciendo la masa como una lente biconvexa. Se ven en el

cielo gran número de nebulosas de forma lenticular.

La teoría demuestra que llegado el adelgazamiento del ecuador a su máximo, un aumento en la velocidad de rotación da por resultado el que la materia gaseosa sea lanzada al través del borde afilado y se extienda en el plano del ecuador. También en este caso la observación confirma los cálculos. (Se ha calculado que el tiempo necesario para que el caos primitivo se condensara en nebulosas espirales es de 60.000 millones de años).

Las estrellas. En la capa comparativamente delgada de gas que queda en el plano ecuatorial se forman, por cualquier perturbación, como pasaba en el gas primitivo, condensaciones, que se convierten en estrellas. Estudiando las dos nebulosas antes mencionadas de Andrómeda y Virgo, se ha podido calcular la densidad de ese gas, que queda en el plano ecuatorial. Esa densidad es un millón de veces mayor que la del caos, y sin embargo inconcebiblemente pequeña. Una molécula por pulgada cuadrada. Una sola respiración de una mosca podría llenar una catedral con aire de esta densidad.

Calculando los pesos de las más pequeñas condensaciones que pueden formarse y persistir en un gas de esa densidad, se encuentra que esos pesos son comparables con el del sol, y por lo tanto, con el de las estrellas. No hay duda, por tanto, de que de esa manera nacieron las estrellas.

Por consiguiente, nuestro sol y sus compañeros en el espacio deben haber nacido de una nebulosa rotatoria. Desde el tiempo de los Hershell se ha repetido muchas veces que el sistema galáctico tiene la forma general de las nebulosas extragalácticas. Es posible que aun tenga ésta una región central que no se ha condensado en estrellas. En la dirección de las constelaciones Escorpión y Ofiuco hay nubes negras que pueden ocultar el centro del sistema o ser ellas el centro mismo.

Estrellas binarias. Dijimos que la existencia de corrientes en el caos primitivo dio por resultado el que las nebulosas resultantes tuviesen variadas velocidades de rotación. Por la misma razón los hijos de las nebulosas, las estrellas, nacieron también con movimientos rotatorios. El principio general de la "conservación del momento angular" requiere que la rotación, como la energía, no pueda perderse y deba conservarse en su totalidad.

Por causa de su continua pérdida de peso, el diámetro de las estrellas va disminuyendo, y en virtud del anterior principio su velocidad de rotación va aumentando. Suponiendo que las estrellas, como las nebulosas, estén constituidas por materia gaseosa, ellas lanzarían parte de esta materia por su plano ecuatorial, y se formarían condensaciones, como en las nebulosas, pero el cálculo demuestra que esas condensaciones no podrían subsistir sino en el caso de que su peso fuera por lo menos igual al peso total de la estrella, lo que prueba

que no pueden subsistir. Para que una estrella pueda partirse en dos, es necesario admitir que sus regiones centrales no se hallen en un estado puramente gaseoso; sus átomos, núcleos y electrones deben estar estrechamente unidos, de manera que no puedan moverse libremente los unos respecto de los otros como en un gas.

En estas condiciones, el aumento de rotación da por resultado el que la estrella vaya achatándose más y más: luégo su masa va concentrándose alrededor de dos puntos del eje mayor, formándose al mismo tiempo en un punto intermedio una cintura. Esta cintura va estrechándose, hasta que al fin la estrella se divide en dos partes, que giran una alrededor de la otra, formando una estrella binaria.

Las estrellas binarias son de dos clases: las resolubles, que por medio del telescopio se ven separadamente, y las espectroscópicas, cuya condición de dobles se deduce solamente por el desplazamiento periódico de sus rayas espectrales.

Juzga Eddington que posiblemente la mitad de las estrellas del cielo son dobles. Entre las doce más brillantes del cielo han resultado binarias: Sirio, Capella, Alfa del Centauro, Rigel, Proción, Altair y Betelgeuse. La observación demuestra que un gran número de estrellas, probablemente todas las estrellas, siguen la marcha antes indicada de la concentración de la masa alrededor de dos puntos, entre los cuales se forma una cintura. Así se explica la formación de los numerosos sistemas binarios espectroscópicos.

Estrellas múltiples. Las dos componentes de la estrella binaria van continuamente disminuyendo de peso, disminución que generalmente causa una contracción del diámetro. Si la contracción continúa por un tiempo suficientemente largo, puede suceder que una de las dos estrellas, o ambas, se dividan en dos masas separadas, formándose así una estrella tripe o cuádruple.

Aun puede formarse una sexta generación de estrellas, si una de las del sistema triple o cuádruple, procedente de la división de una de las del sistema binario se divide, a su turno.

El anterior estudio de la evolución de los cuerpos celestes lo hicieron los astrónomos primeramente por medio de los cálculos matemáticos, cuyos resultados fueron luégo comprobados por la experiencia. Pudo haberse empezado y llevado a cabo sólo por la observación, excepto para el caos primitivo. En todo caso, bien se descubre la potencia maravillosa del análisis matemático.

La evolución se verifica, pues, desde una tenuísima nebulosa que llena todo el espacio hasta unas pequeñas, contraídas y moribundas estrellas, sin capacidad para ulterior división.

En otro artículo hablamos del fin o muerte del universo, según las leyes de la Termodinámica. Meditando en esta idea, al par que en la de la evolución cósmica, que acabamos de exponer, no pue-

de el pensador menos que experimentar cierta melancolía ante el panorama ecuménico que se ofrece a su vista.

Ningún sér creado goza un instante de reposo: todos parecen tocados de perenne inquietud: todos se mueven con varios y simultáneos movimientos, con los cuales cumplen finalidades diversas, entre ellas la de marchar a su último término.

Breve es la vida de los seres organizados. La del hombre es como una sombra que pasa.

La vida de los cuerpos celestes es relativamente larguísima. La tierra cuenta unos dos mil millones de años de existencia, y, sin embargo, esta duración es como un momento en la vida de las es-

trellas. La del sol es ya de ocho millones de millones de años, y ésta misma es la de la generalidad de las estrellas. La vida futura de aquél y de éstas será de muchos billones de años; pero qué significa esa cifra ante la serie indefinida de los siglos? Es menos que un momento. Todo lo que se acaba, todo lo que tiene fin es corto.

Todos los seres, uno a uno, y también su conjunto, llegarán a su fin; todos desaparecerán. Y ninguno, salvo el hombre, volverá a la existencia. El hombre volverá a ella por un decreto especial del Autor de la vida. Es claro que Dios puede crear un nuevo universo, pero ese hecho ya queda fuera del orden natural, y no podemos en absoluto siquiera presumir si el Creador querrá realizarlo.

LA OPTICA ASTRONOMICA DE GARAVITO

EXPLICACION PRELIMINAR REFERENTE AL FOLLETO "NOTA SOBRE OPTICA MATEMATICA"

JORGE ALVAREZ LLERAS
Director del Observatorio Astronómico Nacional.

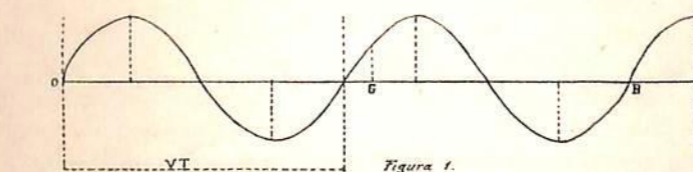
En el número anterior de esta Revista se insertó como introducción al escrito de Garavito titulado: "Teoría de la aberración de la luz", una "explicación preliminar", que complementamos hoy con esta otra relativa a una de las cuestiones que tratamos entonces de modo general al exponer brevemente cuál fue la labor del astrónomo colombiano en el campo de la Óptica. Se trata ahora del punto concreto a que da lugar la interpretación de Huyghens respecto de la onda en la propagación ondulatoria de la luz.

Pero como escribimos para quienes no estén al corriente de estas cuestiones, vamos a empezar por recordar algunas nociones referentes a la propagación de los movimientos periódicos en un medio isótropo ilimitado, entendiéndose por éste el medio en el cual toda propiedad física válida para un punto, en una dirección determinada, es válida para todos los otros puntos, y en la misma dirección. Así, por ejemplo, un cuerpo que vibra en un medio isótropo indefinido transmite en todas las direcciones un estremecimiento que se propaga con una velocidad definida, en todas direcciones. (*)

Según una dirección determinada que parte del centro donde tiene lugar el estremecimiento (origen O del estremecimiento), el tal, causado en el origen O , se reproducirá en las mismas condiciones a una distancia OA , al cabo de la unidad de tiempo. Se tendrá por consiguiente: $V = OA$ en donde V será la velocidad de propagación que dependerá de las propiedades del medio y no de la naturaleza del movimiento.

El fenómeno de la propagación ondulatoria se puede representar de esta suerte:

Sea OM el eje de propagación. A partir del origen O tomemos un período VT . Evidentemente al cabo del tiempo T , duración de un pe-



ríodo, la propagación del movimiento se representará por la abscisa VT . (Figura 1ª). Pero en este mismo tiempo el movimiento vibratorio en

O habrá pasado por una faz entera y todo estará en este punto O , como lo estuvo al principio del movimiento. Esta longitud VT es lo que se llama longitud de onda λ o sea el camino recorrido por el estremecimiento dicho, en el medio que rodea al punto O , durante un período.

Para un punto B que dista de O una longitud $OB = K\lambda$ (siendo K un número entero), el movimiento está en faz con el de O . A una distancia $K\lambda + \frac{\lambda}{2}$ la faz es opuesta a la de O , y a una distancia $K\lambda + \frac{\lambda}{4}$ la faz está en cuadratura con la de O .

Se podría representar el movimiento para un punto C tal que $OC = K\lambda + \frac{\lambda}{n} = x$. Esta representación sería semejante a la de O , pero los fenómenos observados en O se reproducirían en C con un retardo de $\frac{1}{n}$ de período.

Si el movimiento vibratorio en O está representado por $y_o = f(t)$ el movimiento en C será de mismo período y de misma amplitud, y se expresará así:

$$y_c = f\left[\frac{T}{t} - \frac{x}{\lambda} + K\right] \quad \left[\text{siendo } n = \frac{T}{t} \right]$$

Evidentemente en un medio isótropo lo que pasa según la línea OM debe tener lugar en todas las direcciones y de la misma manera, lo que quiere decir que el estremecimiento en O se propaga en todo sentido, reproduciéndose los fenómenos vibratorios del origen O exactamente iguales, a las distancias $\lambda, 2\lambda, \dots, n\lambda, \dots$

El conjunto de los puntos distantes $n\lambda$ del origen forma una superficie esférica que se llama superficie de onda. Hé aquí una explicación esencialmente elemental de la propagación ondulatoria.

Esta propagación puede tener lugar en un cuerpo sólido, en un líquido, en un gas y en el éter. Pero por lo que vimos en la explicación inserta en el primer número de esta Revista, el fenómeno de la propagación ondulatoria en el éter debe tener lugar como si se tratara de un sólido, para efecto de las vibraciones transversales y longitudinales.

De modo general esto es lo que deduce Garavito en el estudio que se inserta a continuación, al establecer la ecuación diferencial a que obede-

(*) Physique Générale de M. Prince et M. Prédhumeau. Ecole Speciale des Travaux Publics.—Paris.

ce la propagación de la luz en el éter, pero sin hacer hipótesis alguna referente a la intimidad de este fenómeno, como se sentó en el número anterior de esta Revista, a que acabamos de hacer referencia, y sin caer en el error a que da lugar el concepto Huyghens.

Según este concepto, cada punto de un medio en movimiento vibratorio es el sitio de un estremecimiento oscilatorio que se transmite por radiación, absolutamente como sucede para el punto central causa del fenómeno de propagación.

Así los estremecimientos producidos en un número infinito de puntos, sobre toda la superficie de la onda, se propagan aisladamente, pero lo único que nos es perceptible es el movimiento del conjunto, mientras no haya manera, por medio de una superficie de discontinuidad, de analizar un movimiento elemental. Las ondas sensibles que se propagan en un medio indefinido son las envolventes de esas pequeñas ondas elementales. Hé aquí simplemente enunciado el principio de Huyghens o de las ondas envolventes.

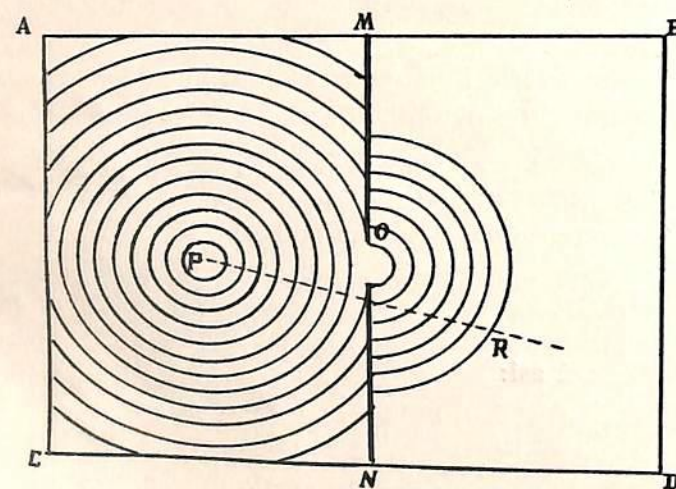


Figura 2.

Este principio, en lo que se refiere a los medios elásticos conocidos directamente en la Física y en relación con los movimientos lentos, no deja lugar a duda: es obvio por sí mismo. Así, si consideramos (Figura 2ª), por ejemplo, un depósito de agua ABCD, dividido en dos partes por un tabique MN, que se encuentra perforado por una abertura O, al nivel del líquido observamos lo siguiente:

Si se produce en P un choque sobre la superficie del líquido, o se hace vibrar en ese punto un diapasón, el estremecimiento producido se propaga en ondas esféricas que se manifiestan en la superficie por circunferencias concéntricas de radio creciente. En el momento en que la onda llega al punto O, este punto se convierte en el centro de un nuevo movimiento absolutamente idéntico al que tiene lugar antes del tabique MN y que proviene de P. Así de O parten ondas esféricas, que en la superficie del líquido aparecen

como circunferencias concéntricas, con centro en O.

Como se dijo, esto que la sencilla experiencia enseña, en este ejemplo, se verifica para todos los movimientos periódicos que se propagan en medios elásticos: tal sucede con el fenómeno de la propagación del sonido en el aire.

Pero ello no tiene lugar en el fenómeno de la propagación de la luz, pues una ventanilla estrecha, por donde pasa un rayo luminoso, constituye una sección cualquiera del tubo de flujo de luz que ella limita, y nunca podrá considerarse

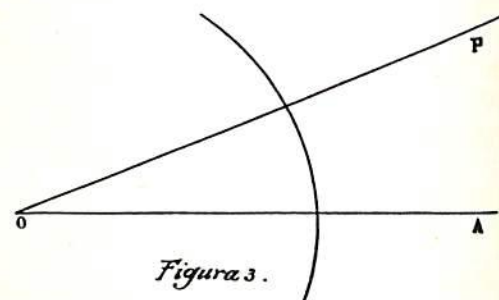


Figura 3.

se como centro de propagación del fenómeno, como superficie luminosa, en sí, tal como sucede en la abertura del ejemplo anterior.

Así, según lo que hemos dicho sobre la propagación del movimiento vibratorio, pudiera parecer insensato decir que el tal se transmite en línea recta (el caso de la luz) y admitir que esta transmisión se hace según los radios OA, OP, etc. de acuerdo con la hipótesis ondulatoria, tal como lo apunta Garavito, en el estudio que comentamos aquí. (Figura 3ª).

Por este motivo algunos expositores anteriores a nuestro sabio astrónomo, idearon una explicación que justifica la teoría de la transmisión radial según una línea recta, explicación considerada no como una realidad, sino como un procedimiento cómodo y que conduce a resultados exactos para el estudio de las cuestiones referentes a

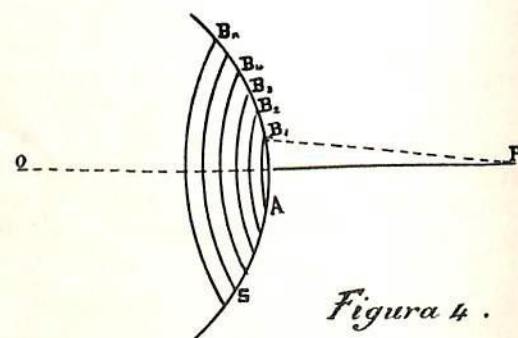


Figura 4.

la teoría ondulatoria y que sean independientes de la naturaleza de las vibraciones o movimientos periódicos, que se transmiten libremente.

Sean una superficie (Figura 4ª) de onda S y un punto P. Si el movimiento vibratorio se transmitiera en línea recta, según el radio OAP, esto querría decir que el punto P quedaría influencia-

do solamente por el movimiento del punto A, que llegaría al cabo de un tiempo $\frac{AP}{V}$.

Cortemos la superficie de la onda por esferas de radios: $PA=m$; $PB_1=m+\frac{\lambda}{2}$; $PB_2=m+\lambda$; $PB_3=m+\frac{3\lambda}{2}$ etc.... [creciendo en $\frac{\lambda}{2}$]; y hagamos a m muy grande en relación con la longitud de onda λ .

Según esto, se puede considerar que los planos de las circunferencias de intersección están igualmente alejados unos de otros, y, por consiguiente, se puede concluir que las zonas esféricas definidas sobre la misma onda esférica, tienen todas igual área o superficie.

Así a un punto M situado sobre la zona n corresponden dos puntos M_1 y M_2 sobre las zonas (n-1) y (n+1), para las cuales se tendrá:

$$PM_2 - PM = PM - PM_1 = \frac{\lambda}{2}$$

Las vibraciones recibidas de cada uno de estos puntos en el punto P producen en ese punto un

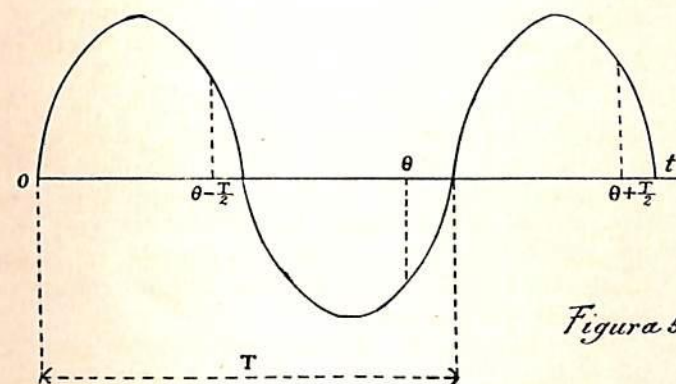


Figura 5.

efecto simultáneo y son entonces para M la elongación en el tiempo θ y para M_1 la elongación en el tiempo $\theta - \frac{T}{2}$ y para M_2 la elongación en el tiempo $\theta + \frac{T}{2}$ (Figura 5ª).

La resultante será la suma geométrica, y como las elongaciones son iguales y sucesivamente de signo contrario, se puede decir que M anula la mitad del efecto de los otros. Y como las zonas esféricas tienen la misma superficie habrá tantos puntos M como puntos M_1 y M_2 .

Así se puede concluir que cada zona anula el efecto de la mitad de la zona precedente y de la mitad de la zona siguiente, hasta que esta anulación sucesiva no deje subsistir sino la mitad de la zona central o polo de la onda con relación al punto P. Todo debe pasarse, pues, como si P no recibiera sino las vibraciones transmitidas por un pequeñísimo casquete esférico que rodea al polo, siendo el conjunto de puntos tales como el punto A, lo que constituye el rayo de luz OP.

A esta explicación, más o menos artificiosa, conviene observar con Garavito: "El supuesto

plano de la onda ha sido sugerido por el concepto hipotético de Huyghens, según el cual la onda es todo en la propagación, mientras el rayo luminoso no es sino un simple lugar geométrico; concepto erróneo, pues es precisamente lo contrario".

En el estudio que comentamos ahora, Garavito establece la ecuación diferencial de la propagación en los movimientos periódicos y da una interpretación de ella, que denomina *solución radial*, dejando a la solución corriente sugerida por la hipótesis de Huyghens, la designación de *solución ondulatoria*.

Más adelante agrega: "La experiencia prueba que la luz tiene una velocidad definida, dependiente de las condiciones físicas del medio, lo cual nos induce a pensar que ella es una forma de energía que se transmite continua y sucesivamente de unas masas a otras en el interior de los medios diáfanos. A este respecto Huyghens tiene razón: no hay transporte de materia sino de energía. Esto es lo que se puede admitir de la teoría de Huyghens; pero ella tiene un defecto que la experiencia no confirma, el cual consiste en que hace, además, otra hipótesis, la de transmisión esférica y no radial. Al contrario, la hipótesis de Newton supone la materialidad de la luz, el transporte real de materia, lo cual no es admisible; pero en cambio acepta la transmisión rectilínea de conformidad con la experiencia".

"Explicamos las razones que nos inducen a desechar la transmisión esférica. Resumiremos la hipótesis ondulatoria:

"Las vibraciones del éter en un punto del espacio pueden ser consideradas, dice Huyghens, como resultantes de los movimientos elementales que producirían aisladamente, al mismo instante, todas las partes de la superficie de las ondas en una cualquiera de sus posiciones anteriores.

"Según este concepto, la onda es todo, mientras el rayo luminoso no es la trayectoria de la energía luminosa sino un simple lugar geométrico: la línea tal que las vibraciones comunicadas por las ondas anteriores en la región vecina de cada uno de sus puntos están en el más alto grado de concordancia.

"Ahora bien: la experiencia prueba que la onda puede ser fragmentada por pantallas, sin que deje de propagarse la luz, mientras el rayo no puede ser fragmentado sin interrumpir la propagación. Así, la onda no es sino un simple lugar geométrico, el lugar a donde llega a cada instante la luz emanada de un foco. Es una esfera en los medios isótropos; un elipsoide en los cristales, etc.; mientras el rayo luminoso es la trayectoria real de la energía.

"Supongamos una ventanilla de un centímetro cuadrado de sección, por la cual pasa un rayo de luz procedente de un punto luminoso muy lejano. El rayo de luz será un cilindro de un centímetro cuadrado de sección y el flujo luminoso

es constante a través de las varias secciones transversales. Huyghens explica la razón por la cual la luz debe verse en la dirección del rayo a causa de que la tangencia común de las ondas nacientes en cada punto de la onda que llega a la ventanilla, es un plano paralelo a dicha onda. Pero no podría explicar cómo siendo la propagación esférica con centro en los varios puntos de la sección de la ventanilla, se conserva la intensidad luminosa en las varias secciones del tubo de luz".

En la explicación preliminar que dimos del primer folleto de Garavito sobre Optica astronómica, hicimos notar que el concepto de tubo de flujo de energía para explicar la aberración y la refracción de la luz en las primeras capas atmosféricas, puede conducirnos a la idea, absurda al parecer, de que la hipótesis ondulatoria es susceptible de asociarse con la de la emisión suponiendo que esta última sirva para darnos idea de la propagación luminosa fuera de la atmósfera de la tierra, y que la primera sea más apropiada para explicarnos todos los fenómenos ópticos que observamos en los medios diáfanos materiales que nos rodean y que estudiamos directamente con la experiencia.

Ahora creemos, al entrar en explicaciones más concretas al respecto, que aun para el examen de la propagación rectilínea de la luz, en forma de tubos de flujo, a lo largo de los cuales el flujo de energía es constante, la hipótesis ondulatoria tropieza fundamentalmente con el hecho anotado atrás, cuando se dio una idea elemental de cómo se manejan las ondas esféricas en los movimientos ondulatorios lentos, totalmente distintos y separados de lo que debe suceder en el mecanismo íntimo de la propagación de la luz.

Evidentemente, dentro de la teoría clásica de la propagación ondulatoria, la solución de Garavito es admirable: ella da la clave para resolver

mecánicamente los fenómenos de la reflexión y de la refracción de la luz en los medios diáfanos en movimiento, y para explicar, por ende, el fenómeno de la aberración; pero como presupone, de acuerdo con la teoría ondulatoria clásica, la existencia del éter, necesita que se acepte el arrastre total del éter por la atmósfera de la tierra, estando esta consecuencia de acuerdo con los experimentos de Michelson y Morley.

Además de esto, como la Mecánica ondulatoria de Broglie nos suministra hoy una representación radial de la propagación de la energía, suponiendo que, en realidad, el electrón es una sucesión de ondas, podemos asociar a lo largo de un tubo de flujo de energía, el movimiento periódico con el desalojamiento de masas mecánicas que se desalojan con la velocidad V .

Esta velocidad, para el fenómeno de la propagación de la luz, lo mismo que para las ondas electromagnéticas, es la máxima posible a , que corresponde, según la teoría ondulatoria, a la transmisión del estremecimiento en un medio infinitamente elástico e incomprensible, como el éter.

Así, si prescindimos de la necesidad del éter, dentro de la solución radial de Garavito, y admitimos una idea semejante a lo que sugiere la hipótesis de Broglie, la interpretación artificiosa de la figura 4ª no se requeriría ni habría contradicción entre las experiencias de Michelson y Morley y el fenómeno de la aberración interpretado por Fresnel con el arrastre parcial del éter.

En estas dudas quedamos al prologar el segundo opúsculo de Garavito sobre Optica astronómica, opúsculo en donde su espíritu analítico poderoso descubre el error de interpretación, en que, desde tiempos de Huyghens, se vino incurriendo cuando se ha considerado la transmisión esférica de los movimientos periódicos.

NOTA SOBRE OPTICA MATEMATICA

JULIO GARAVITO ARMERO
Director del Observatorio Astronómico Nacional, de 1893 a 1919.

(SEGUNDO ESCRITO DE LA SERIE SOBRE OPTICA MATEMATICA)

EXPLICACION DE ALGUNOS FENOMENOS OPTICOS QUE SE RELACIONAN CON LA ASTRONOMIA

I

Generalidades

El movimiento intelectual moderno sigue dos rutas opuestas, en lo que respecta a la Física.

La una, la de la ciencia clásica, continúa en su derrotero y no confiere a las teorías otro papel que el de resumir en unas pocas ecuaciones diferenciales el conjunto de leyes que se refieren al orden de fenómenos que estudia la teoría. A este respecto la Termodinámica no deja qué desear; es el modelo de lo que deben ser las teorías físicas. En la Optica y en la Electricidad se ha necesitado, desgraciadamente, del auxilio de hipótesis destinadas a guiar el pensamiento en el planteo de las ecuaciones que resumen las leyes que rigen los fenómenos concernientes a esos ramos; pero los verdaderos sabios no ven en tales hipótesis otra cosa que simples metáforas, y sólo confieren valor a las relaciones cuantitativas expresadas en las ecuaciones.

La corriente opuesta pretende adivinar el mecanismo íntimo de los fenómenos físicos a fin de hacer en esta ciencia lo que se realizó en Astronomía con la gravitación; pero si se atiende a que los fenómenos relativos a los movimientos celestes están al alcance de nuestros sentidos y de nuestros instrumentos, y son infinitamente más sencillos que los que corresponden a la materia atómica, se comprenderá que el fin perseguido en la Física por la tendencia modernista, es de éxito improbable. Una derivación de esta corriente intelectual se ha encargado de maravillar al público con los más extravagantes descubrimientos, hasta el punto de alarmar a ciertas gentes impre-

sionables, quienes deducen de esto la decadencia de la civilización actual. El alarma es infundado, porque nada más benéfico para la ciencia clásica que las exageraciones de la tendencia opuesta.

En la Optica matemática clásica, han quedado dos puntos defectuosos: lo que respecta a la propagación de la luz en los medios en movimiento relativo. El objeto que nos hemos propuesto en el presente opúsculo es el de demostrar que toda la dificultad reside en una hipótesis que se ha conservado implícita en la teoría, descartada la cual, desaparece la paradoja sin que las ecuaciones de la Optica sufran modificación sustancial que impida deducir de ellas lo que se ha deducido siempre.

No es posible sustraer el estudio de los fenómenos naturales de toda hipótesis, pero hay que distinguir entre éstas, las que son naturales de las circunstanciales, de las metafóricas y de las que corresponden a conceptos más o menos concretos sobre la manera de ser de los hechos que se estudian. Estas últimas son evidentemente las más peligrosas cuando no pertenecen a las hipótesis de la segunda clase.

Las radiaciones solares impresionan nuestra retina y se manifiestan bajo distintas formas: colorífica, mecánica, química y biológica, las cuales, sabemos, pueden transformarse mutuamente. Esta propiedad permite conceptualizarlas todas como manifestaciones distintas de una misma entidad cuantitativa, expresable de la misma manera que su forma mecánica, esto es, por ML^2T^{-2} mediante las magnitudes, masa, longitud y tiempo. Esta hipótesis, por ser forzosa para el objeto que nos hemos propuesto, es circunstancial. En efecto, si los fenómenos concernientes a la transmisión luminosa no obedecieran a las leyes mecánicas, por ser la luz una entidad de naturaleza distinta totalmente de las cantidades mecánicas,

sería imposible juzgar el efecto, sobre propagación de la luz, del movimiento relativo de los medios diáfanos.

Esta hipótesis puede, sin embargo, ser sustituida por otra de la cuarta categoría cuando se trata de medios en reposo relativo y la cual no es aplicable al caso de movimiento. Esto es lo que ha acontecido en la Óptica. Ahora bien, nuestra teoría satisface tanto al reposo como al movimiento de los medios diáfanos; mientras la hipótesis actualmente en uso es sólo aplicable al reposo relativo, y veremos, además, cómo presenta otros inconvenientes que la hacen del todo desechable.

La luz puede muy bien ser energía mecánica, hay razones para creerlo; pero no es eso lo que nos interesa establecer; lo que sí nos interesa, es que su propagación se verifique como si se tratase de una energía mecánica para poder, así, someterla al análisis cuantitativo.

Que la luz sea realmente energía mecánica es en el fondo asunto de la filosofía natural, mientras a la Óptica física sólo importa que las ecuaciones de la luz tengan tal o cual forma y puedan integrarse de tal o de cual manera, a fin de poder prever fenómenos más o menos complejos.

Después del deplorable abuso que en estos últimos tiempos se ha hecho de las hipótesis en Física, nada de extraño hay en una reacción contraria; pero no debemos exagerar demasiado porque esto estancaría el avance de la ciencia.

II

Propagación de la luz

Es un hecho conocido de todos que la luz se propaga en línea recta. Sobre esta ley funda la Física experimental la teoría de las sombras y de las imágenes formadas por las pequeñas aberturas.

En 1676 Roëmer notó que los eclipses de los satélites de Júpiter retardaban tanto más cuanto mayor era la distancia del planeta, y atribuyó este efecto a la diferencia de los intervalos gastados por la luz en llegar hasta nosotros. El fenómeno de la aberración, descubierto en 1728, por Bradley, confirmó este punto de vista. De estos hechos resulta que la luz gasta 497 segundos en recorrer la distancia que nos separa del sol. El valor hallado hace cerca de doscientos años, no difiere del hallado actualmente sino en una fracción imputable a los errores de observación. Bradley halló, en efecto, $20''25$ como valor de la constante de la aberración, mientras el valor hoy admitido es de $20''47$. Se puede concluir de esto que en una extensión muy superior a la del sistema solar, como debe ser el espacio descrito por éste en doscientos años, las condiciones del medio en el cual se transmite la luz se han conservado sensiblemente las mismas, puesto que el

cambio de posición no ha influido en la velocidad de la luz. Esta velocidad puede tener, sin embargo, en regiones muy lejanas de nuestro sistema solar, valores diferentes sin que podamos darnos cuenta de ello por ningún medio posible.

Experiencias físicas directas han demostrado que en cada medio diáfano la luz tiene una velocidad definida. Dentro de la atmósfera de la tierra, la velocidad es la misma en todos sentidos horizontalmente; pero es probable que en el sentido vertical tenga valor diferente en atención al cambio de densidad del aire por la disminución gradual de la presión, y también por las variaciones de la temperatura.

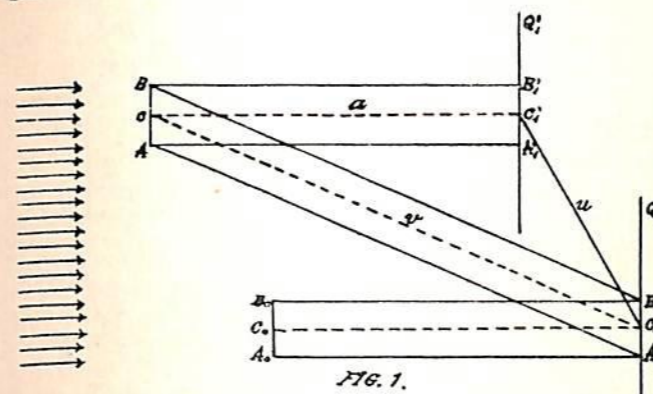
Supongamos un punto luminoso A y frente de éste una pantalla con una pequeña ventanilla por la cual pasa un haz de luz divergente, de forma cónica con vértice en A . Cuando el punto está muy lejos respecto de las dimensiones de la ventanilla, el haz puede considerarse prácticamente como cilíndrico. Diremos que el medio en el cual se propaga la luz es perfectamente diáfano si la cantidad de luz que atraviesa la ventanilla en la unidad de tiempo, es también la que atraviesa las varias secciones transversales del rayo de luz. Esto no se verifica rigurosamente en la práctica a causa de que los medios transparentes, como nuestra atmósfera, contienen en suspensión materias sólidas o vapor de agua, etc., sustancias que interceptan mayor o menor cantidad de luz. En los espacios interestelares la diafanidad puede considerarse casi perfecta y la cantidad de luz que atraviesa en la unidad de tiempo una sección transversal del tubo cónico procedente de un punto luminoso, será la misma que en el mismo intervalo atraviesa las varias secciones normales; y como estas secciones tienen áreas proporcionales a los cuadrados de las distancias al punto, resulta que *el flujo de energía luminosa que atraviesa en la unidad de tiempo la unidad de área normal al rayo de luz, varía en razón inversa del cuadrado de la distancia al foco luminoso*.

Si colocásemos un obturador en la ventanilla por la cual pasa un rayo de luz procedente de un punto A muy lejano, y lo abrimos durante un intervalo de tiempo θ , la luz que atraviesa la ventanilla formará un segmento de longitud $a\theta$ el cual se transporta con la velocidad a de la luz. Este segmento podremos hacerlo tan pequeño como queramos, disminuyendo más y más la duración θ . Si hacemos funcionar sucesivamente el obturador, abriéndolo y cerrándolo, obtendremos una serie sucesiva de segmentos de luz, los cuales se transportan unos a continuación de los otros a lo largo del tubo de flujo luminoso con la velocidad a , como si fuesen verdaderos proyectiles, y los cuales se manejan cinemáticamente, como si fuesen verdaderos móviles materiales. El fenómeno de la aberración se explica, pues, sin necesidad de hipótesis respecto de la naturaleza de la luz.

III

Flujo de luz a través de una superficie móvil.

Sea $A_0B_0A_1B_1$ un segmento de rayo luminoso (figura 1) de sección A_1B_1 igual a la unidad de área y de longitud $A_0A_1=B_0B_1=a$ = velocidad de la luz. Supongamos que la propagación se efectúa de izquierda a derecha.



Llamemos W la cantidad de luz o de energía luminosa contenida a cada instante en el segmento $A_0A_1B_0B_1$. Dicha cantidad de luz o de energía luminosa será la que cae o atraviesa el área A_1B_1 en la unidad de tiempo, al hallarse dicha área en reposo.

Imaginemos un plano Q normal a la propagación de la luz, que se mueve con la velocidad

$$u = C_1 C_1'$$

Tomemos por plano de figura el plano de los movimientos, esto es, uno paralelo a la velocidad a de la luz, y a la velocidad u del plano móvil Q .

Si al instante t una sección perteneciente al plano Q ocupa la posición A_1B_1 al fin del tiempo $t+1$ ocupará la posición $A'_1B'_1$.

Si el plano Q quedase fijo en la posición Q_1 el flujo de luz durante la unidad de tiempo a través de A_1B_1 sería W . Pero éste no sería el valor del flujo a través de A_1B_1 en el caso de movimiento.

En efecto, durante el intervalo transcurrido de t a $t+1$ la sección pasa de la posición A_1B_1 a la $A'_1B'_1$. Imaginemos otro tubo de luz que tenga $A'_1B'_1$ por base y $AA_1=BB'_1=CC_1=a$ por altura. La sección móvil corta durante la unidad de tiempo al haz de luz que se propaga de izquierda a derecha, y la cantidad de energía luminosa que la atraviesa será evidentemente la contenida en el cilindro oblicuo A_1B_1AB . Así:

$$L = W \frac{\text{vol. } (ABA_1B_1)}{\text{vol. } (A_0B_0A_1B_1)}$$

Ahora bien, la longitud $v = CC_1$ del cilindro oblicuo es la velocidad relativa de la luz con relación a la sección móvil A_1B_1 y la dirección de dicho cilindro es la de esa misma velocidad relativa. Tenemos pues, llamándola v

$$L = W \frac{\text{vol. } (ABA_1B_1)}{\text{vol. } (A_0B_0A_1B_1)} = W \frac{v \cos(a, v)}{a}$$

Pero el cilindro oblicuo, o sea el rayo relativo de luz que incide sobre A_1B_1 tiene por sección normal $A_1B_1 \cos(a, v)$ en vez de A_1B_1 y, por tanto, la cantidad de luz que atraviesa en la unidad de tiempo la unidad de área normal al rayo relativo, será:

$$W_r = \frac{L}{\cos(a, v)} = W \frac{v}{a}$$

Por tanto: *la luz que incide sobre una superficie móvil, se maneja como si su intensidad W se hubiera multiplicado por la relación numérica de la velocidad relativa de la luz con relación a la superficie móvil, a la velocidad efectiva de la propagación, y como si su dirección fuese la de dicha velocidad relativa.*

IV

Ecuación diferencial a que obedece la propagación de la luz.

Llamemos u aquello que produce acción sobre la retina y origina la sensación visual. Esta acción es multiforme, puesto que es posible descomponerla en los colores del espectro. Llamemos u especialmente a la acción que produce en nuestra retina cierta coloración especial, esto es, una radiación monocromática.

Esta acción no es constante para cada punto del espacio a donde llega la luz procedente de una fuente cualquiera, ella debe ser variable con el tiempo, y, además, su variación debe ser periódica, como lo prueba el fenómeno de las interferencias.

Por otra parte, la luz se propaga en el espacio en línea recta y con velocidad definida.

Llamemos s el espacio contado a partir de cierto origen en el sentido de la propagación de la luz a lo largo de un tubo o rayo luminoso.

A un instante físico t la cantidad u varía con la abscisa s . Y, por otra parte, para cada punto del espacio varía con el tiempo. Así pues u será una función de las dos variables independientes s y t o bien:

$$u = f(s, t)$$

Sabemos que la luz se propaga con una velocidad constante a de lo cual resulta que ligando a s con t por medio de la relación lineal

$$(a) \quad s = s_0 + at$$

se deberá tener

$$u = f(s_0 + at, t) = f(s_0, 0) = \text{constante}$$

cualquiera que sea s_0 . Por tanto, haciendo $ds = adt$ resultará

$$du = 0 \quad d^2u = 0 \dots \dots \quad d^n u = 0.$$

Diferenciando a u totalmente, tendremos

$$du = \frac{du}{dt} dt + \frac{du}{ds} ds$$

Si en du hacemos $ds = adt$ se deberá tener $du = 0$ y, por tanto:

$$\frac{du}{dt} + a \frac{du}{ds} = 0$$

o sea

$$(1) \quad \frac{du}{dt} = -a \frac{du}{ds}$$

Derivemos parcialmente a (1) con relación a t y luego a (1) con relación a s . Se hallará:

$$(b) \quad \frac{d^2u}{dt^2} = -a \frac{d^2u}{ds dt} \quad \frac{d^2u}{ds dt} = -a \frac{d^2u}{ds^2}$$

Multiplicando miembro a miembro estos últimos tendremos:

$$(2) \quad \frac{d^2u}{dt^2} = (-a)^2 \frac{d^2u}{ds^2}$$

Derivando la primera de las ecuaciones (b) con relación a t y la (2) con relación a s se halla:

$$(a) \quad \frac{d^3u}{dt^3} = -a \frac{d^3u}{ds^3} \quad \frac{d^3u}{dt^3 ds} = (-a)^2 \frac{d^3u}{ds^3}$$

Multiplicándolos se tendrá:

$$(3) \quad \frac{d^3u}{dt^3} = (-a)^3 \frac{d^3u}{ds^3}$$

Procediendo de la misma manera, hallaremos en general:

$$(1) \quad \frac{d^n u}{dt^n} = (-a)^n \frac{d^n u}{ds^n} \quad (\text{siendo } n = 1, 2, 3, \dots)$$

Tal es la ecuación general de toda propagación rectilínea de velocidad constante a .

La ecuación (1) cualquiera que sea n equivale a la condición

$$d^n u = 0 \quad \text{para} \quad ds = a dt$$

Se tiene, en efecto

$$(e) \quad d^n u = \left[\frac{du}{dt} + a \frac{du}{ds} \right]^{(n)} dt^n$$

en donde el símbolo (n) indica que no se trata de una potencia efectiva, sino de una expresión simbólica. Haciendo en (e) $\frac{ds}{dt} = a$ se tendrá:

$$d^n u = \left[\frac{du}{dt} + a \frac{du}{ds} \right]^{(n)} dt^n$$

Cuando n es impar, el número de términos del desarrollo es par, y, por otra parte, sabemos que este desarrollo es simétrico. Así

$$\left[\frac{du}{dt} + a \frac{du}{ds} \right]^n = \frac{d^n u}{dt^n} + a^n \frac{d^n u}{ds^n} + n a \frac{d^2}{ds dt} \left[\frac{d^{n-2} u}{dt^{n-2}} + a^{n-2} \frac{d^{n-2} u}{ds^{n-2}} \right] + \frac{n(n-1)}{2} a^2 \frac{d^4}{ds^2 dt^2} \left[\frac{d^{n-4} u}{dt^{n-4}} + a^{n-4} \frac{d^{n-4} u}{ds^{n-4}} \right] + \dots = 0$$

En efecto, como n es supuesto impar, se tendrá según (I)

$$\frac{d^{2p+1} u}{dt^{2p+1}} + a^{2p+1} \frac{d^{2p+1} u}{ds^{2p+1}} = (-a)^{2p+1} \frac{d^{2p+1} u}{ds^{2p+1}} + a^{2p+1} \frac{d^{2p+1} u}{ds^{2p+1}} = 0.$$

Cuando n es par, el número de términos del desarrollo es impar, y no será aplicable la descomposición anterior. Pondremos entonces $n=2p$ y

$$d^n u = d^p(d^p u)$$

Si p es impar, se tendrá $d^p u = 0$ y por tanto $d^n u = 0$. Si $p=2q$ se escribirá

$$d^n u = d^{4q} u = d^{3q}(d^q u)$$

y así sucesivamente, hasta que se llegará a un valor q impar y por tanto a $d^q u = 0$.

La ecuación (I) puede ser puesta en otra forma. Llamemos x_0, y_0, z_0 las coordenadas del punto luminoso, o mejor aún, las coordenadas de un punto del rayo luminoso a donde llega la luz al instante $t_0=0$ y sean x, y, z los de otro punto del mismo rayo a donde llega la luz al instante t . Si llamamos a, β y γ los cosenos de los ángulos que hace el rayo luminoso con los ejes coordenados, tendremos para expresión del espacio s comprendido entre los puntos (x_0, y_0, z_0) y (x, y, z) (figura 2)

$$s = a(x-x_0) + \beta(y-y_0) + \gamma(z-z_0)$$

Ahora, como

$$\frac{dx}{ds} = a \quad \frac{dy}{ds} = \beta \quad \frac{dz}{ds} = \gamma$$

tendremos

$$\frac{d^n u}{dx^n} = a^n \frac{d^n u}{ds^n} \quad \frac{d^n u}{dy^n} = \beta^n \frac{d^n u}{ds^n} \quad \frac{d^n u}{dz^n} = \gamma^n \frac{d^n u}{ds^n}$$

Por tanto

$$\frac{d^n u}{dx^n} + \frac{d^n u}{dy^n} + \frac{d^n u}{dz^n} = (a^n + \beta^n + \gamma^n) \frac{d^n u}{ds^n}$$

de donde

$$\frac{d^n u}{ds^n} = \frac{1}{a^n + \beta^n + \gamma^n} \left[\frac{d^n u}{dx^n} + \frac{d^n u}{dy^n} + \frac{d^n u}{dz^n} \right]$$

Sustituyendo en (I) se obtiene

$$(1') \quad \frac{d^n u}{dt^n} = \frac{(-a)^n}{a^n + \beta^n + \gamma^n} \left[\frac{d^n u}{dx^n} + \frac{d^n u}{dy^n} + \frac{d^n u}{dz^n} \right]$$

Esta ecuación se simplifica para $n=2$ pues $a^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1$ y se hace

$$(II) \quad \frac{d^2 u}{dt^2} = a^2 \left[\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \right]$$

Esta ecuación se halla en la propagación del sonido; se halla también en la de las vibraciones transversales en los cuerpos elásticos y en la de los estremecimientos electromagnéticos en los dieléctricos perfectos.

No sabemos lo que sea u . Pudiera ser una cantidad vectorial orientada de cualquier manera, o aún la proyección de un vector sobre un eje cualquiera. Las hipótesis elástica, electromagnética, etc. pueden servir como ejemplos justificativos de la constancia

de la velocidad de propagación. En efecto, si un estremecimiento elástico en un medio isotropo se debe propagar, teóricamente, con velocidad constante, y si lo propio acontece con un estremecimiento electromagnético en un dieléctrico perfecto, algo análogo debe acontecer con la propagación de la luz.

La ecuación general (I) o (I') y por tanto, la particular (II), se satisfacen para funciones arbitrarias

$$u = \psi(\rho)$$

siendo

$$\rho = s - at = a(x-x_0) + \beta(y-y_0) + \gamma(z-z_0) - at$$

En donde

$$(m) \quad s = a(x-x_0) + \beta(y-y_0) + \gamma(z-z_0)$$

representa el espacio radial recorrido por la luz durante el tiempo t y comprendido entre el punto $A_0(x_0, y_0, z_0)$ y el punto $A(x, y, z)$ según una dirección, que forma con los ejes ángulos cuyos cosenos son a, β y γ .

Es ésta la única interpretación correcta que se puede dar a s en las soluciones de la ecuación de propagación rectilínea.

Otra interpretación es la que se da a s . Consiste ésta en imaginar un plano cuyos cosenos directores sean a, β y γ esto es, normal al rayo luminoso que parte del punto $A_0(x_0, y_0, z_0)$ y en llamar s la distancia entre A_0 y el supuesto plano. Si M es un punto cualquiera $M(x, y, z)$ de dicho plano, se tendrá:

$$s = A_0 M \cos(s, A_0 M) = A_0 M [\cos(A_0 M, x) \cos(s, x) + \cos(A_0 M, y) \cos(s, y) + \cos(A_0 M, z) \cos(s, z)] =$$

$$A_0 M \left[\frac{x-x_0}{A_0 M} a + \frac{y-y_0}{A_0 M} \beta + \frac{z-z_0}{A_0 M} \gamma \right]$$

o bien

$$s = a(x-x_0) + \beta(y-y_0) + \gamma(z-z_0).$$

Evidentemente, la ecuación diferencial se satisface para ambas interpretaciones; pero ésta última no resiste la crítica. La perpendicular s es el espacio recorrido por la luz en el tiempo t y con la velocidad a ; pero ¿porqué razón ha de llegar la luz al mismo tiempo a todos los puntos de ese plano? Es evidente que siendo M un punto cualquiera del plano, la distancia $A_0 M$ está sujeta a la sola condición

$$A_0 M \geq s$$

pudiendo ser tan grande como se quiera, pues la extensión del supuesto plano es ilimitada. Si el punto A_0 fuese el punto luminoso, la luz llegaría al fin del tiempo t a todos los puntos de una esfera cuyo centro es A_0 y no a todos los puntos de un plano.

La causa que ha motivado esta lamentable equivocación consiste en que la ecuación (II), y en general, la (I), admiten la solución $\psi(s-at)$, en la cual s puede tomar cualquiera de las dos interpretaciones; pero cuando se ha llegado a la ecuación diferencial por consideraciones hipotéticas, y mediante largos y laboriosos desarrollos, no es posible juzgar cuál es la correcta interpretación que deba darse a las soluciones de dicha ecuación y menos aún bajo la influencia que ha ejercido el concepto ondulatorio de Huyghens.

De todos modos, la distancia de los puntos de coordenadas (x, y, z) y (x_0, y_0, z_0) no puede ser sino s y, por tanto, al punto A_0 del rayo luminoso corresponde, según la dirección cuyos ángulos con los ejes tienen por cosenos a, β y γ un punto A y no cualquier punto del plano normal a la propagación.

Llamaremos solución radial a la correcta, y solución ondulatoria a la que ha sido sugerida por la hipótesis de Huyghens.

La aberración astronómica según la solución radial.

Hemos visto que la ecuación diferencial

$$\frac{d^n u}{dt^n} = (-a)^n \frac{d^n u}{ds^n}$$

admite la solución

$$u = \varphi(s-at)$$

en donde φ es una función arbitraria de la variable

$$\rho = s-at$$

en la cual

$$s = a(x-x_0) + \beta(y-y_0) + \gamma(z-z_0)$$

representa un segmento del trayecto recorrido por la luz con la velocidad a en el intervalo t comprendido entre dos puntos A_0 y A .

Consideremos un sistema coordenado fijo $(\Omega, \xi, \eta, \zeta)$

(fig. 2). Sean $A_0(\xi_0, \eta_0, \zeta_0)$ las coordenadas del punto luminoso, el cual lanza luz en todos sentidos; $A(\xi_1, \eta_1, \zeta_1)$ el punto del espacio a donde llega un rayo de luz $A_0 A$ al fin del tiempo $T-T_0$ después de su partida de A_0 . Supongamos un sistema coordenado (O, x, y, z) movable, de ejes paralelos a los ejes fijos, animado de un movimiento de traslación de velo-

cidad w cuya dirección forma con los ejes ángulos cuyos cosenos son l, m y n .

Llamemos h, i, j las coordenadas del nuevo origen. Se tendrá:

$$h = h_0 + w l T \quad i = i_0 + w m T \quad j = j_0 + w n T$$

siendo h_0, i_0, j_0 las coordenadas de O al origen del tiempo.

Las coordenadas del punto A a donde llega el rayo luminoso al instante T son

$$\begin{aligned} x &= \xi - h_0 - w l T \\ y &= \eta - i_0 - w m T \\ z &= \zeta - j_0 - w n T \end{aligned}$$

Las coordenadas del punto A_0 del cual parte el rayo luminoso al instante T_0 son:

$$\begin{aligned} x_0 &= \xi_0 - h_0 - w l T_0 \\ y_0 &= \eta_0 - i_0 - w m T_0 \\ z_0 &= \zeta_0 - j_0 - w n T_0 \end{aligned}$$

Restando, y haciendo $t = T - T_0$ se halla:

$$\begin{aligned} x - x_0 &= \xi - \xi_0 - w l t \\ y - y_0 &= \eta - \eta_0 - w m t \\ z - z_0 &= \zeta - \zeta_0 - w n t \end{aligned}$$

de donde

$$\begin{aligned} \xi - \xi_0 &= x - x_0 + w l t \\ \eta - \eta_0 &= y - y_0 + w m t \\ \zeta - \zeta_0 &= z - z_0 + w n t \end{aligned}$$

Hemos supuesto que w, l, m, n conserven valores constantes durante todo el intervalo de tiempo que gasta la luz en llegar de A_0 a A lo cual puede muy bien no acontecer en la práctica. Para obviar este inconveniente, nos basta notar que la solución

$$u = \varphi(s-at)$$

no implica que s represente todo el trayecto descrito por el rayo desde el punto luminoso hasta el punto que recibe la luz. El espacio s representa simplemente el comprendido entre dos puntos del rayo, separados por una distancia tal, que la luz gasta el tiempo $t = T - T_0$ en recorrerlo. El intervalo t puede ser escogido suficientemente pequeño para que durante él las variaciones sufridas por w, l, m y n sean insensibles.

Supondremos, pues, que A_0 no es el punto luminoso, sino un punto del trayecto del rayo de luz que llega a A al instante T y al cual llega la luz al instante T_0 . El intervalo $t = T - T_0$ gastado por la luz en recorrer el espacio $A_0 A$ siendo supuesto suficientemente pequeño para que w, l, m y n puedan considerarse constantes durante ese tiempo.

En el caso de ser variables w, l, m y n , se halla

$$x = \xi - h_0 - \int_0^T w l dt$$

$$y = \eta - i_0 - \int_0^T w m dt$$

$$z = \zeta - j_0 - \int_0^T w n dt$$

y

$$x_0 = \xi_0 - h_0 - \int_0^{T_0} w l dt$$

$$y_0 = \eta_0 - i_0 - \int_0^{T_0} w m dt$$

$$z_0 = \zeta_0 - j_0 - \int_0^{T_0} w n dt$$

por tanto

$$x - x_0 = \xi - \xi_0 - \int_{T_0}^T w l dt$$

$$y - y_0 = \eta - \eta_0 - \int_{T_0}^T w m dt$$

$$z - z_0 = \zeta - \zeta_0 - \int_{T_0}^T w n dt$$

Ahora, hemos supuesto que el intervalo $T - T_0 = t$ es suficientemente pequeño para que durante él las cantidades w, l, m y n permanezcan sensiblemente constantes, se tendrá, pues

$$x - x_0 = \xi - \xi_0 - w l t$$

$$y - y_0 = \eta - \eta_0 - w m t$$

$$z - z_0 = \zeta - \zeta_0 - w n t$$

de donde

$$\xi - \xi_0 = x - x_0 + w l t$$

$$\eta - \eta_0 = y - y_0 + w m t$$

$$\zeta - \zeta_0 = z - z_0 + w n t$$

Si se multiplica la primera por α , la segunda por β y la tercera por γ y se suman, tendremos:

$$s = \alpha(\xi - \xi_0) + \beta(\eta - \eta_0) + \gamma(\zeta - \zeta_0) = \alpha(x - x_0) + \beta(y - y_0) + \gamma(z - z_0) + w(l\alpha + m\beta + n\gamma)t$$

Pongamos

$$\sigma^2 = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2$$

y llamemos $\alpha'\beta'\gamma'$ los ángulos de σ con los ejes, así:

$$x - x_0 = \alpha'\sigma \quad y - y_0 = \beta'\sigma \quad z - z_0 = \gamma'\sigma$$

de donde

$$s = \alpha(\xi - \xi_0) + \beta(\eta - \eta_0) + \gamma(\zeta - \zeta_0) = (\alpha\alpha' + \beta\beta' + \gamma\gamma')\sigma + w(\alpha l + \beta m + \gamma n)t$$

Llamando (s, σ) el ángulo de las rectas s y σ y (ws) el ángulo de la velocidad w y el trayecto s se tiene:

$$\cos(s, \sigma) = \alpha\alpha' + \beta\beta' + \gamma\gamma' \quad \cos(ws) = \alpha l + \beta m + \gamma n$$

por tanto:

$$s = \sigma \cos(s, \sigma) + w \cos(ws) t$$

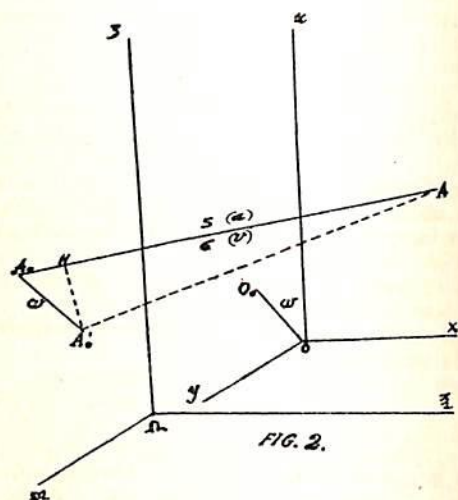
Sustituyendo el valor s en la variable p se halla:

$$p = s - at = \sigma \cos(s, \sigma) - [a - w \cos(ws)] t$$

o bien

$$p = \cos(s, \sigma) \left[\sigma - \frac{a - w \cos(ws)}{\cos(s, \sigma)} t \right]$$

Sean (fig. 2)



$$A_0 A = a, A_0 A' = w$$

en magnitud y dirección, se tendrá

$$AH = a - w \cos(ws) = AA' \cos(\sigma, s) = v \cos(\sigma, s)$$

Así AA' representará en magnitud y dirección la velocidad relativa v , siendo

$$v = \frac{a - w \cos(ws)}{\cos(s, \sigma)}$$

Por tanto

$$u = \varphi(p) = \varphi(s - at) = \varphi[\cos(s, \sigma)(\sigma - vt)]$$

y en consecuencia

$$\frac{du}{dt} = -v \frac{du}{d\sigma}$$

que es la ecuación (I) aplicada a la propagación relativa de la luz. Si, pues, ésta procede de una estrella y w representa la velocidad de la tierra, la estrella se verá según la dirección de la velocidad relativa, de conformidad con la teoría de la aberración dada por Bradley.

La Aberración astronómica ante la solución ondulatoria.

La transformación de la s es la misma que en el caso anterior; pero en este caso, nada tenemos que hacer con la distancia p , pues x, y, z representan un punto cualquiera del plano de la onda y no un punto del rayo luminoso. Se tendrá

$$u = \varphi[a(x - x_0) + \beta(y - y_0) + \gamma(z - z_0) - (a - w \cos(ws))t] = 0$$

La onda conserva, pues, su paralelismo y por tanto la luz no debería sufrir desviación alguna por causa del movimiento de la tierra. La aberración astronómica no resulta, pues, del concepto hipotético de Huyghens.

La experiencia prueba que la luz tiene una velocidad definida, dependiente de las condiciones físicas del medio, lo cual nos induce a pensar que ella es una forma de energía que se transmite continua y sucesivamente de unas masas a otras en el interior de los medios diáfanos. A este respecto Huyghens tiene razón: *no hay transporte de materia sino de energía*. Esto es lo que se puede admitir de la teoría de Huyghens; pero ella tiene un defecto que la experiencia no confirma, el cual consiste en que hace, además, otra hipótesis, la de transmisión esférica y no radial. Al contrario, la hipótesis de Newton supone la materialidad de la luz, el transporte real de materia, lo cual no es admisible; pero en cambio, acepta la transmisión rectilínea de conformidad con la experiencia.

Explanaremos las razones que nos inducen a desechar la transmisión esférica.

Resumiremos la hipótesis ondulatoria.

Las vibraciones del éter en un punto del espacio pueden ser consideradas, dice Huyghens, como resultantes de los movimientos elementales que producirían aisladamente, al mismo instante, todas las partes de la superficie de las ondas en una cualquiera de sus posiciones anteriores.

Según este concepto, la onda es todo mientras el rayo luminoso no es la trayectoria de la energía luminosa sino un simple lugar geométrico: la línea tal que las vibraciones comunicadas por las ondas anteriores en la región vecina de cada uno de sus puntos, están en el más alto grado de concordancia.

Ahora bien: la experiencia prueba que la onda puede ser fragmentada por pantallas sin que deje de propagarse la luz, mientras el rayo no puede ser fragmentado sin interrumpir la propagación. Así, la onda no es sino un simple lugar geométrico, el lugar a donde llega a cada instante la luz emanada de un foco. Es una esfera en los medios isotropos; un elipsoide en los cristales, etc.; mientras el rayo luminoso es la trayectoria real de la energía.

Supongamos una ventanilla de un centímetro cuadrado de sección, por la cual pasa un rayo de luz procedente de un punto luminoso muy lejano. El rayo de luz será un cilindro de un centímetro cuadrado de sección y el flujo luminoso es constante a través de las varias secciones transversales. Huyghens explica la razón por la cual la luz debe verse en la dirección del rayo a causa de que la tangencia común de las ondas nacientes en cada punto de la onda que llega a la ventanilla, es un plano paralelo a dicha onda. Pero no podría explicar cómo siendo la propagación esférica con centro en los varios puntos de la sección de la ventanilla, se conserva la intensidad luminosa en las varias secciones del tubo de luz. Según el concepto de Huyghens el flujo de luz a través de la sección del rayo distante un metro solamente de la ventanilla, debería ser

$$\frac{1}{2\pi r^2} = \frac{1}{62832}$$

del que penetra por el tragaluz.

* * *

Cantidades mecánicas que entran en juego en la propagación de la luz.

Quisiéramos no utilizar hipótesis alguna en el estudio que nos hemos propuesto, pero nuestra

labor quedaría entonces reducida a la sola ecuación que hemos planteado sin poder abordar problema alguno que se salga de la Cinemática pura. Los fenómenos de la reflexión y de la refracción ponen de manifiesto un cambio en la dirección de la propagación de la luz, cambio que no podríamos deducir de dicha ecuación si no atribuímos dimensiones definidas a la cantidad que figura en ella. Tenemos, pues, necesidad de emplear símbolos que guíen nuestro entendimiento en la traducción analítica de las leyes a que obedecen los fenómenos luminosos; símbolos de empleo forzoso si pretendemos que las ecuaciones analíticas puedan prestar servicio a la Física.

La ecuación (I) resulta simplemente de la variabilidad con el tiempo y de la propagación de esa variabilidad con velocidad rectilínea y constante. La experiencia prueba que las manifestaciones luminosas son multiformes, obedecen a periodicidad y son susceptibles de segregación. Se comprenderá por esto que la ecuación citada es demasiado amplia, para que sus soluciones puedan circunstanciar todas las modalidades que presentan los fenómenos ópticos.

Los fenómenos referentes a interferencias, polarización, difracción etc., prueban que la luz se manifiesta bajo formas periódicas representables por funciones de la forma

$$(A) \quad W = \Sigma \varphi \left[\frac{p}{l}(s - at) \right]$$

en la cual W representa algo susceptible de impresionar la retina, la placa fotográfica, el termómetro, etc., y en donde φ representa una función periódica de período p ; l una longitud llamada longitud de la radiación correspondiente a la coloración φ ; s el espacio recorrido a lo largo del trayecto según el cual se propaga la luz; t el tiempo y a la velocidad de propagación. Se ve que las formas (A) son soluciones particulares de la ecuación (I).

En el caso de movimiento relativo del sistema que recibe la luz y del medio en el cual se propaga, la ecuación (A) se transforma en

$$(B) \quad W = \Sigma \varphi \left[\cos(s, \sigma) \frac{p}{l} (\sigma - vt_1) \right]$$

En la práctica el factor $\cos(s, \sigma)$ es muy próximo de la unidad, pues el ángulo de la velocidad de propagación y de la velocidad relativa, esto es, el ángulo $(v, a) = (\sigma, s)$ es muy pequeño. Por otra parte, ese mismo ángulo es el que hace la sección normal al rayo luminoso con la sección normal al rayo relativo. Podemos, pues, poner en vez de (B)

$$(B') \quad W = \Sigma \varphi \left[\frac{p}{l} (\sigma - vt_1) \right]$$

En esta expresión, como en la (B) σ representa la trayectoria relativa y v la velocidad relativa de la luz con relación al sistema móvil de comparación.

La duración del período en el caso de reposo (A) es

$$T = \frac{l}{a}$$

y en el caso de movimiento

$$T_1 = \frac{l}{v}$$



Este cambio en la duración del período equivale a una reducción de la unidad de tiempo ocasionada por el movimiento relativo o también a una reducción de la longitud l de la radiación; pues si consideramos a T invariable, l debe reemplazarse por d de manera que

$$d = \frac{a}{v} l. \text{ (Fenómeno Doppler-Fizeau).}$$

Nos detendremos algo en lo que respecta a la transformación que sufre la ecuación de la luz por el movimiento relativo. Cinemáticamente nada tenemos que decir respecto a dicha transformación; pero desde el punto de vista mecánico, en la hipótesis de que la luz sea una forma de la energía, debemos hacer algunas consideraciones importantes.

Llamemos w la energía luminosa que se transporta a lo largo de un rayo o tubo cilíndrico de sección igual a la unidad. Esta energía estará representada por (A) cuando se considera su propagación con relación a un sistema fijo y por (B') cuando se considera con relación a un sistema o superficie móvil. Ambas expresiones satisfacen respectivamente a las ecuaciones diferenciales de propagación, a saber:

$$\frac{dw}{dt} = -a \frac{dw}{ds} \quad \frac{dw}{dt} = -v \frac{dw}{d\sigma}$$

Pero $\frac{dw}{ds} = \frac{dw}{d\sigma}$

pues ambos valores representan la energía del rayo incidente directo o relativo, por unidad de longitud, esto es, la energía por unidad de volumen en el primer medio.

Los dos primeros miembros representan las potencias o flujos de energía en la unidad de tiempo del rayo incidente directo y del rayo incidente relativo. Estos flujos no deben, pues, ser iguales y se debe tener

$$\frac{dw}{dt_1} = \frac{dw}{dt} \cdot \frac{v}{a}$$

lo cual conduce a considerar al tiempo con valores t_1 y t distintos en ambas ecuaciones; así

$$\frac{dt}{dt_1} = \frac{v}{a} \quad \text{ó} \quad t = \frac{v}{a} t_1 \quad \text{ó} \quad t_1 = \frac{a}{v} t$$

conclusión igual a la que habíamos deducido respecto a la duración del período de cada radiación luminosa.

Esta conclusión se acuerda bien con las consideraciones geométricas que hicimos al tratar (III) del flujo de luz a través de una superficie móvil.

Pongamos

$$W = \Sigma \varphi \left[\frac{P}{l} (\sigma - vt_1) \right]$$

siendo

$$t_1 = \frac{a}{v} t \quad \text{y} \quad W_r = \frac{v}{a} W$$

Tendremos

$$\frac{dW_r}{dt} = \frac{v}{a} \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dt} \cdot \frac{dt}{dt_1} = \frac{dW}{dt_1} = -v \frac{dW}{d\sigma} = -a \frac{dW_r}{d\sigma}$$

así, pues

$$(C) \quad \frac{dW_r}{d\sigma} = -a \frac{dW_r}{d\sigma}$$

y volvemos sobre la conclusión a que habríamos llegado en el parágrafo (III).

Esta conclusión presenta aspecto paradójico, lo cual nos proponemos aclarar.

Supongamos para esto dos medios transparentes (M) y (M') separados por una superficie. En el primero la luz se transporta con una velocidad a , en el segundo con una velocidad a_1 . Respecto de estos dos medios podemos hacer las siguientes hipótesis:

- a) Los dos medios (M) y (M') están en reposo relativo;
- b) El medio (M) está en reposo y el (M') en movimiento;
- c) El medio (M) está en movimiento y el (M') en reposo, y
- d) Los dos medios están en movimiento.

Evidentemente, estos cuatro casos se reducen a dos, a saber: al (a) y al (b) de conformidad con la idea de la relatividad.

Supongamos, pues, el caso (b) y llamemos u la velocidad del medio (M') con relación al (M) . La velocidad de la luz en el primer medio con relación a ese primer medio es a y la velocidad en el primer medio con relación al segundo será una velocidad relativa v resultante de a y de otra velocidad igual y contraria a u .

A primera vista parece que no debiera haber diferencia alguna entre el caso considerado y el de suponer los dos medios (M) y (M') en reposo relativo y que la velocidad de la luz fuese v en vez de a en el primer medio.

Es evidentemente lo mismo suponer que el medio (M) esté en reposo y el (M') en movimiento, o suponer lo contrario. Pero el caso de (M) en movimiento con relación a (M') siendo a la velocidad de la luz en (M) , no es el mismo caso de (M) y (M') en reposo siendo v la velocidad de la luz en (M) . Sólo en la hipótesis de la emisión de la luz sería valedera la paradoja, pues el medio (M) no existiría propiamente.

Para que se comprenda bien la idea que queremos expresar, volveremos sobre la figura 1. Supongamos que la luz estuviera constituida por una energía cuyo flujo a través de la unidad de área normal, en la unidad de tiempo, fuese W ; y que el flujo de esta energía produjera sobre dicha sección una fuerza F de cuya relación a W depende su velocidad de propagación; así

$$Fa = W$$

Podremos considerar esta fuerza como que actúa de parte de la luz sobre la unidad de sección normal al rayo luminoso y en el sentido según el cual se propaga. La experiencia demuestra la existencia de una presión de la luz sobre los cuerpos que reciben el rayo luminoso, presión sobre la cual se ha tratado de hacer una teoría de las colas cometarias.

Llamaremos pues fuerza de la luz a la relación entre el flujo de energía luminosa y la velocidad de propagación en el medio; fuerza que suponemos actúa sobre una sección fija normal al rayo luminoso.

Esto supuesto ¿cómo deberíamos considerar la fuerza de la luz sobre una sección móvil?

Se podría creer que, puesto que tratamos de símbolos, estuviésemos en plena libertad de dar la definición que nos plazca; pero no es así si queremos que esos símbolos nos sirvan para algo.

En efecto, si por simple analogía aparente llamásemos fuerza de la luz sobre una superficie móvil al cociente del flujo de energía luminosa por la velocidad relativa v tendríamos llamando W_r el flujo de energía correspondiente y F_r la fuerza sobre la sección móvil

$$F_r = \frac{W_r}{v}$$

Pero atrás vimos que

$$W_r = \frac{v}{a} W$$

de donde

$$F_r = \frac{W}{a} = F$$

de lo cual resultaría que la fuerza de la luz sobre una superficie fija sería la misma que sobre una superficie móvil, a pesar de ser diferente al flujo de energía.

Esta convención no la podemos hacer, pues está en contradicción con los hechos naturales análogos; por ejemplo, si suponemos que la sección móvil tuviese la misma velocidad que la luz en el sentido mismo de la propagación de ésta, no habría flujo de energía a través de la sección, y, sin embargo, tendríamos que admitir que la fuerza era la misma que si la superficie estuviese en reposo.

Para definir lo que debemos llamar fuerza de la luz sobre una superficie móvil, haremos la siguiente consideración:

Sea $A_0B_0A_1B_1$ un segmento de rayo de luz de longitud $A_0A_1 = a$ (igual a la velocidad de la luz) (figura 1). Si la sección A_1B_1 está en reposo, toda la energía W contenida en este segmento, atraviesa a A_1B_1 en la unidad de tiempo. El cociente

$$F = \frac{W}{A_0A_1} = \frac{W}{a}$$

de la energía transportada por el espacio C_0C_1 recorrido por la luz con relación a A_1B_1 en la unidad de tiempo, es homogenizable a fuerza, y es la que llamamos fuerza de la luz sobre la sección A_1B_1 del rayo de luz.

Supongamos ahora, que A_1B_1 está animada de la velocidad $u = C_1C_1'$. El flujo de energía luminosa que atraviesa dicha sección no será W sino

$$\frac{Wv \cos(v,a)}{a}$$

Ahora bien, el espacio recorrido por esta energía luminosa en la unidad de tiempo con relación a la sección móvil no es v como podría creerse, sino la misma velocidad de propagación a . En efecto, la sección que al fin de la unidad de tiempo llega a A_1B_1 es AB pero no recorre en realidad el espacio $CC_1 = v$ sino el trayecto

$$CC_1 = AA_1 = a \text{ (igual al } C C_1 = A_0A_1)$$

El espacio a forma con la dirección relativa de propagación, esto es, con la dirección de la fuerza, el ángulo (v,a) de la velocidad relativa v y de la de propagación a llamando como antes F_r la fuerza sobre la unidad de sección normal al rayo relativo. La expresión

$$F_r a \cos(v,a)$$

debe representar la energía del rayo relativo, y como esta es, por otra parte, igual a

$$\frac{Wv \cos(v,a)}{a}$$

se deberá tener

$$F_r a \cos(v,a) = \frac{Wv \cos(v,a)}{a}$$

o bien

$$F_r = \frac{Wv}{aa} = F \frac{v}{a}$$

Tenemos

$$W_r = \frac{v}{a} W$$

y

$$F_r = \frac{v}{a} F$$

De donde

$$\frac{W_r}{F_r} = \frac{W}{F}$$

Así, el movimiento relativo no altera la relación entre el flujo de energía y la fuerza de la luz.

Ahora bien, suponiendo A_1B_1 en reposo, y la luz animada de una velocidad igual a la velocidad relativa v se tendría que el flujo de energía W' y la fuerza F' sobre A_1B_1 deberían estar la una con la otra en la proporción v así:

$$\frac{W'}{F'} = v$$

Así, pues, no es lo mismo el movimiento relativo de los dos medios, siendo v la velocidad relativa de la luz en el primer medio con relación al segundo, y el caso de reposo de los dos medios, siendo también v la velocidad de propagación en el primer medio. La paradoja queda, pues, completamente desvanecida.

Consideremos un rayo de luz de sección normal igual a la unidad de área, y llamemos W la energía que se transporta a lo largo de este tubo de flujo luminoso.

La energía W obedece a la ecuación (I) así:

$$\frac{dW}{dt} = -a \frac{dW}{ds}$$

en donde a representa la velocidad de la propagación.

Si W representa energía, la derivada $\frac{dW}{dt}$ representará potencia o flujo de energía a través de la unidad de sección, y $-\frac{dW}{ds}$ será el flujo de impulsión, o fuerza, a través de la misma superficie. Esta fuerza deberá ser considerada como que actúa en el sentido mismo de la propagación, consideración que se deduce de las notaciones de la Mecánica, así:

$$-\frac{dW}{dx} \quad -\frac{dW}{dy} \quad -\frac{dW}{dz}$$

deberán representar las proyecciones de la fuerza sobre los ejes.

* * *

VI

Reflexión y refracción de la luz.

Hemos obtenido dos símbolos a saber:

$$\frac{dW}{dt} \quad \text{y} \quad \frac{dW}{ds}$$

los cuales representan los flujos de energía y de impulsión a través de una sección normal al rayo luminoso en la unidad de tiempo; y vamos a servirnos de ellos para que nos guíen en la interpretación de las leyes experimentales referentes a la reflexión y a la refracción de la luz.

Reflexión de la luz.

Supongamos que un rayo luminoso incide sobre una superficie pulida; sabemos que la luz es reflejada por la superficie de manera que los rayos, incidente y reflejado, se hallan en un mismo plano normal a la superficie, y que los ángulos de incidencia y reflexión son iguales.

Tomemos por origen de coordenadas el punto de la superficie reflejante a donde llega el rayo de luz, por plano xoy el plano tangente a esta superficie, por eje oz la normal externa, y por plano xoz el de incidencia (fig. 3).

Sea LO el rayo incidente y OL' el reflejado. Llamando S un segmento LK del rayo incidente recorrido por la luz entre el punto $L(x_0, 0, z_0)$ y el punto $K(x, 0, z)$ durante el intervalo t y S_1 el espacio descrito por el rayo reflejado entre $o(0, 0, 0)$ y el punto $K_1(x, 0, z)$ durante otro intervalo t_1 se tendrá:

$$(a) \begin{cases} S = (x - x_0) \operatorname{sen} I - (z - z_0) \operatorname{cos} I \\ S_1 = x \operatorname{sen} I + z \operatorname{cos} I \end{cases}$$

Ahora bien, no toda la luz incidente se refleja; parte de ella se refracta si el medio inferior es transparente, y parte se difunde, si la superficie no es perfectamente pulida. No nos interesa, por lo pronto, sino la luz que ha de ser reflejada. Sea W la luz o energía luminosa incidente que ha de ser reflejada, y llamemos, para distinguir, W_1 la energía del rayo reflejado. Evidentemente se tiene $W = W_1$ en valor numérico, y si la distinguimos, es porque cambia de dirección.

Llamando a la velocidad de la luz en el medio superior, tendremos

$$\frac{dW}{dt} = -a \frac{dW}{ds} \quad \frac{dW_1}{dt} = -a \frac{dW_1}{ds_1}$$

siendo evidentemente

$$\frac{dW_1}{dt} = \frac{dW}{dt}$$

se tendrá

$$-\frac{dW}{ds} = \frac{1}{a} \frac{dW}{dt} = \frac{1}{a} \frac{dW_1}{dt} = -\frac{dW_1}{ds_1}$$

Por tanto, las fuerzas

$$\left[-\frac{dW}{ds} \right] \quad \text{y} \quad \left[-\frac{dW_1}{ds_1} \right]$$

de los rayos incidente y reflejado, estimadas en sus direcciones, son, pues, iguales en valor, pero no están orientadas de la misma manera. Las componentes de estas fuerzas, según los ejes, serán:

Para el rayo incidente:

$$F = -\frac{dW}{ds}$$

y las componentes serán

$$X = -\frac{dW}{dx} = -\frac{dW}{ds} \frac{ds}{dx} = -\frac{dW}{ds} \operatorname{sen} I = \frac{dW}{dt} \frac{\operatorname{sen} I}{a}$$

$$Y = -\frac{dW}{dy} = 0$$

$$Z = -\frac{dW}{dz} = -\frac{dW}{ds} \frac{ds}{dz} = +\frac{dW}{ds} \operatorname{cos} I = -\frac{dW}{dt} \frac{\operatorname{cos} I}{a}$$

Ahora bien, para el rayo reflejado:

$$F_1 = -\frac{dW_1}{ds}$$

llamando $(X_1 Y_1 Z_1)$ a sus componentes se tendrá:

$$X_1 = -\frac{dW_1}{dx} = -\frac{dW_1}{ds_1} \frac{ds_1}{dx} = -\frac{dW_1}{ds_1} \operatorname{sen} I = \frac{dW_1}{dt} \frac{\operatorname{sen} I}{a}$$

$$Y_1 = -\frac{dW_1}{dy} = 0$$

$$Z_1 = -\frac{dW_1}{dz} = -\frac{dW_1}{ds_1} \frac{ds_1}{dz} = -\frac{dW_1}{ds_1} \operatorname{cos} I = \frac{dW_1}{dt} \frac{\operatorname{cos} I}{a}$$

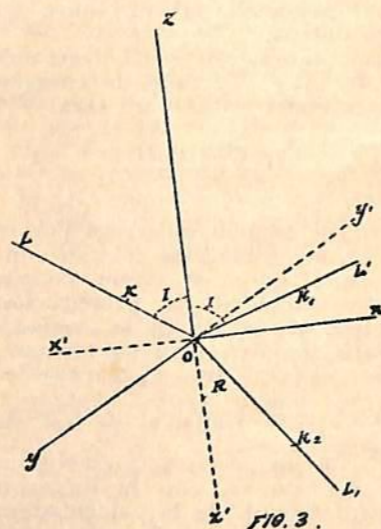
Como $\frac{dW}{dt} = \frac{dW_1}{dt}$ se tendrá:

$$X = X_1 \quad Y = Y_1 \quad \text{Siendo } Z \text{ diferente de } Z_1.$$

Evidentemente, la acción de la luz sobre la superficie que separa los dos medios, es la resultante de F y de una fuerza igual y opuesta a F_1 la cual llamaremos φ . Tendremos

$$\begin{aligned} \varphi_x = X - X_1 = 0 \quad \varphi_y = X - Y_1 = 0 \quad \varphi_z = Z - Z_1 \\ = -\frac{2dW}{a dt} \operatorname{cos} I \end{aligned}$$

De esto se deduce que la luz se maneja como si ejerciera una acción sobre las superficies reflejantes, dirigida según la normal interna, y de cuya reacción igual y opuesta, resulta la reflexión del rayo luminoso.



Refracción.

Consideremos ahora (fig. 3) dos medios transparentes (M) y (M_1) separados por una superficie. Llamemos a la velocidad de luz en el primer medio y a_1 en el segundo. Supongamos que la luz incide del medio (M) al (M_1) , según la dirección LO y tomemos por origen el punto O de la superficie que separa los dos medios a donde llega el rayo. Sabemos que los rayos incidente y refractado están en un mismo plano normal a la superficie que separa los dos medios y que los senos de los ángulos de incidencia y refracción están entre sí como las velocidades a y a_1 de la luz en los dos medios.

Llamemos ahora W' la cantidad de energía luminosa incidente que ha de ser refractada, la cual

debe ser igual en valor numérico a W_1 . Pero como su línea de propagación es diferente, la representaremos con notación distinta.

Tomemos como antes, por plano xoy el plano tangente a la superficie que separa los dos medios, por eje oz la normal hacia el primer medio, y por plano xoz el de incidencia.

Sea $s=LK$ el segmento recorrido por la luz incidente en un intervalo t y comprendido entre $L(x_0, 0, z_0)$ y un punto $K(x, 0, z)$ y s_1 el segmento oK_2 recorrido durante un intervalo igual t y comprendido entre el origen $o(0, 0, 0)$ y $K_2(x, 0, z)$. Tendremos:

$$\begin{aligned} s &= (x - x_0) \operatorname{sen} I - (z - z_0) \operatorname{cos} I \\ s_1 &= x \operatorname{sen} R - z \operatorname{cos} R \end{aligned}$$

Las ecuaciones de propagación de los rayos incidente y reflejado serán:

$$\frac{dW'}{dt} = -a \frac{dW'}{ds} \quad \frac{dW_1}{dt} = -a_1 \frac{dW_1}{ds_1}$$

y como los flujos

$$\frac{dW'}{dt} \quad \text{y} \quad \frac{dW_1}{dt}$$

son iguales, se tendrá:

$$a \frac{dW'}{ds} = a_1 \frac{dW_1}{ds_1}$$

Las fuerzas de propagación de los dos rayos incidente y reflejado, a saber

$$F = -\frac{dW'}{ds} \quad \text{y} \quad F_1 = -\frac{dW_1}{ds_1}$$

tendrán por componentes sobre los ejes, los siguientes valores:

Rayo incidente $F(X, Y, Z)$

$$X = -\frac{dW'}{dx} = -\frac{dW'}{ds} \frac{ds}{dx} = -\frac{dW'}{ds} \operatorname{sen} I = \frac{dW'}{dt} \frac{\operatorname{sen} I}{a}$$

$$Y = -\frac{dW'}{dy} = 0$$

$$Z = -\frac{dW'}{dz} = -\frac{dW'}{ds} \frac{ds}{dz} = \frac{dW'}{ds} \operatorname{cos} I = -\frac{dW'}{dt} \frac{\operatorname{cos} I}{a}$$

Rayo refractado $F_1(X_1 Y_1 Z_1)$

$$\begin{aligned} X_1 &= -\frac{dW_1}{dx} = -\frac{dW_1}{ds_1} \frac{ds_1}{dx} = -\frac{dW_1}{ds_1} \operatorname{sen} R \\ &= \frac{dW_1}{dt} \frac{\operatorname{sen} R}{a_1} \end{aligned}$$

$$Y_1 = -\frac{dW_1}{dy} = 0$$

$$\begin{aligned} Z_1 &= -\frac{dW_1}{dz} = -\frac{dW_1}{ds_1} \frac{ds_1}{dz} = -\frac{dW_1}{ds_1} \operatorname{cos} R \\ &= -\frac{dW_1}{dt} \frac{\operatorname{cos} R}{a_1} \end{aligned}$$

Ahora bien, la acción de la luz sobre la superficie de separación de los dos medios, será evidentemente la resultante de F y de otra igual y contraria a F_1 . Así llamando ψ esta acción se tendrá:

$$\begin{aligned} \psi_x = X - X_1 &= \frac{dW'}{dt} \frac{\operatorname{sen} I}{a} - \frac{dW_1}{dt} \frac{\operatorname{sen} R}{a_1} \\ &= \frac{dW'}{dt} \left[\frac{\operatorname{sen} I}{a} - \frac{\operatorname{sen} R}{a_1} \right] \end{aligned}$$

$$\psi_y = Y - Y_1 = 0$$

$$\psi_z = Z - Z_1 = \frac{dW'}{dt} \left[\frac{\operatorname{cos} R}{a_1} - \frac{\operatorname{cos} I}{a} \right] > 0$$

La acción de la luz sobre la superficie que separa los dos medios es normal a ésta, y dirigida del medio más refrigente, al menos refrigente. La reacción de la superficie es la que produce, pues, la desviación del rayo reflejado.

Si hacemos la hipótesis, en cierto modo gratuita, de que cuando un rayo luminoso incide sobre la superficie que separa los dos medios diáfanos, distribuye su energía de manera tal, que los flujos de reflexión y de refracción, a saber

$$P = \frac{dW}{dt} \quad Q = \frac{dW'}{dt}$$

sean tales, que las acciones de las dos fuerzas refractada y reflejada sobre la superficie que separa los dos medios, se compensen, se halla

$$\begin{aligned} \varphi_x + \psi_x &= -\frac{2}{a} \frac{dW}{dt} \operatorname{cos} I + \frac{dW'}{dt} \left[\frac{\operatorname{cos} R}{a_1} - \frac{\operatorname{cos} I}{a} \right] \\ &= -\frac{2}{a} P \operatorname{cos} I + Q \left[\frac{\operatorname{cos} R}{a_1} - \frac{\operatorname{cos} I}{a} \right] = 0 \end{aligned}$$

y notando que

$$\frac{a}{a_1} = \frac{\operatorname{sen} I}{\operatorname{sen} R}$$

se tendrá:

$$\frac{2}{a} P \operatorname{cos} I = Q \frac{1}{a} \left[\frac{a}{a_1} \operatorname{cos} R - \operatorname{cos} I \right] = \frac{Q}{a} \left[\frac{\operatorname{sen}(I-R)}{\operatorname{sen} R} \right]$$

de donde

$$(m) \quad \frac{P}{Q} = \frac{\operatorname{sen}(I-R)}{2 \operatorname{sen} R \operatorname{cos} I}$$

Esta fórmula relaciona las intensidades de los rayos reflejado y refractado, y se halla en los tratados de Óptica matemática. Sin embargo, la hipótesis hecha, es como dijimos, gratuita; pues una superficie puede reaccionar por sí misma sobre la luz, como acontece con las superficies metálicas, y en el caso de reflexión total.

* * *

Refracción de la luz en el caso en que los dos medios transparentes están en movimiento, el uno con relación al otro.

Supongamos dos medios transparentes (M) y (M') y que (M) esté en reposo, y (M') en movimiento. Llamemos a la velocidad de propagación de la luz en el primer medio y a_1 en el segundo, y v la velocidad relativa de la luz, en el primer medio, con relación al segundo.

Hemos visto que si W representa la energía de un rayo luminoso de sección unitaria, el flujo de impulsión con relación a una superficie fija es $\frac{dW}{dt}$

y través de la superficie móvil que separa los dos medios, es

$$\frac{v}{a} \frac{dW}{dt} = \frac{dW_r}{dt}$$

Sabemos también que la relación entre los flujos de energía y de impulsión se conserva la misma con relación a una sección móvil que con relación a una sección fija; en una palabra, la ecuación que liga la potencia y la fuerza del rayo relativo es la (C) del párrafo V; esto es

$$\frac{dW_r}{dt} = -a \frac{dW_r}{d\sigma}$$

Llamemos W' la energía del rayo refractado, la cual es igual a W_r así:

$$(a') \quad \frac{dW'}{dt} = \frac{dW_r}{dt}$$

La propagación de la luz en el medio (M') obedece a la ecuación

$$\frac{dW'}{dt} = -a_1 \frac{dW'}{d\sigma}$$

Sabemos por el estudio anterior, que las componentes tangenciales de las fuerzas del rayo incidente y del rayo refractado, son iguales. Por tanto

$$(b') \quad -\frac{dW_r}{dx} = -\frac{dW'}{dx}$$

Llamemos σ un segmento del rayo incidente relativo, e l el ángulo de incidencia de dicho rayo; σ_1 un segmento del rayo refractado, y R el ángulo de refracción, tomando por plano xoz el de incidencia, se tendrá:

$$\sigma = (x-x_0) \operatorname{sen} I - (z-z_0) \cos I \\ a_1 = x \operatorname{sen} R - Z \cos R$$

Así

$$-\frac{dW_r}{dx} = -\frac{dW_r}{d\sigma} \frac{d\sigma}{dx} = -\frac{dW_r}{d\sigma} \operatorname{sen} I = -\frac{1}{a} \frac{dW_r}{dt} \operatorname{sen} I \\ -\frac{dW'}{dx} = -\frac{dW'}{d\sigma_1} \frac{d\sigma_1}{dx} = -\frac{dW'}{d\sigma_1} \operatorname{sen} R = -\frac{1}{a_1} \frac{dW'}{dt} \operatorname{sen} R$$

Según (a') y (b') se tendrá

$$\frac{\operatorname{sen} I}{a} = \frac{\operatorname{sen} R}{a_1}$$

o bien

$$(A) \quad \frac{\operatorname{sen} I}{\operatorname{sen} R} = \frac{a}{a_1}$$

Así: El índice de refracción de los medios transparentes (M') y (M) es el mismo cuando estos dos medios están en reposo, que cuando uno de ellos está en movimiento con relación al otro; pero entendiendo por índice de refracción la relación de los senos de los ángulos de incidencia relativo y de refracción y no de incidencia absoluta.

Esta conclusión supone que la velocidad de la luz sea una constante para cada medio transparente, y dependa de las condiciones físicas de éste.

Pudiera acontecer que a_1 dependiese de la velocidad u del medio (M') con relación a (M). En este caso, la fórmula (A) sería la misma, como podríamos demostrarlo fácilmente; pero el índice de refracción no sería ya constante por no serlo a_1 .

Una experiencia debida a Fizeau, parece demostrar que la velocidad de la luz en el agua varía con la velocidad del agua dentro del aire. Esto lo expresan en el lenguaje hipotético usual, diciendo que hay un arrastre parcial y no total del éter por el agua. Sea de ello lo que fuere, es lo cierto que dentro de la atmósfera al menos en las capas inferiores, la velocidad a_1 de la luz, es la misma en todos los sentidos horizontales, esto es, que hay un arrastre total del éter.

Supongamos que en las capas superiores no haya arrastre total sino parcial; no por ello el índice de refracción da la luz, al pasar de una capa a otra, dejará de ser la relación de las velocidades de la luz en las dos capas.

Si llamamos I_n y R_n los ángulos de incidencia y refracción de un rayo de luz que viene de fuera de la atmósfera y atraviesa la superficie que separa dos capas n y $n-1$ atmosféricas consecutivas; se tendrá:

$$\frac{\operatorname{sen} I_n}{\operatorname{sen} R_n} = \frac{v_n}{v_{n-1}}$$

en donde v_n y v_{n-1} son las velocidades de la luz en esas dos capas. Llamaremos r_n y r_{n-1} los radios de las dos capas, se tendrá, siguiendo de la misma discusión de la teoría clásica:

$$\frac{\operatorname{sen} R_n}{\operatorname{sen} I_{n-1}} = \frac{r_{n-1}}{r_n}$$

De donde

$$\frac{\operatorname{sen} I_n}{\operatorname{sen} I_{n-1}} = \frac{v_n r_{n-1}}{v_{n-1} r_n}$$

o bien

$$(m) \quad \frac{r_n}{v_n} \operatorname{sen} I_n = \frac{r_{n-1}}{v_{n-1}} \operatorname{sen} I_{n-1} = \text{constante.}$$

Si multiplicásemos por la velocidad de la luz en el espacio interplanetario, llegaríamos a la fórmula conocida de la refracción.

Llamando r_0 , a_1 y Z el radio de la capa, la velocidad de la luz y el ángulo de incidencia en la superficie de la tierra, r , a e I en el límite superior de la atmósfera, tendremos:

$$\frac{r}{a_1} \operatorname{sen} I = \frac{r_0}{a'} \operatorname{sen} Z$$

o bien

$$\frac{\operatorname{sen} I}{\operatorname{sen} Z} = \frac{r_0}{r} \cdot \frac{a}{a_1}$$

Fórmula que demuestra que la refracción atmosférica es independiente del ángulo de la velocidad de la tierra y de la velocidad de la luz.

* * *

Resumen

La aberración anual de las estrellas y la circunstancia de que la refracción astronómica sea independiente del ángulo que hace la velocidad de la luz y de la tierra, no habían podido explicarse de acuerdo con las teorías ópticas.

Nos propusimos investigar las condiciones que debe cumplir la propagación de la luz para que ta-

les fenómenos se verifiquen, y hemos llegado a los siguientes resultados:

Para que se verifique el fenómeno de la aberración anual basta solamente que la luz se transporte en el espacio con velocidad mayor que la de la tierra, sin que influya para nada la manera como se efectúe tal propagación.

La circunstancia de que la refracción sea independiente del ángulo de las velocidades de la tierra y de la luz, requiere que ésta, al ser considerada como una forma de energía que actúa conforme a las leyes de la Mecánica, cumpla las siguientes condiciones:

a) La propagación a través de los medios diáfanos, se debe efectuar por conducción o comunicación de unas masas a otras, sin que haya, como en la hipótesis de la emisión, transporte de materia sino de energía;

b) En cada medio diáfano isotrópico, debe propagarse en línea recta y con velocidad constante, dependiente de las condiciones físicas del medio; y

c) Dentro de la atmósfera al menos cerca de la superficie terrestre, debe propagarse como si la atmósfera arrastrase totalmente al vehículo conductor de la luz.

Se comprende muy bien que la hipótesis de la emisión explique la aberración anual, y sea impotente respecto del fenómeno que presenta la refracción.

En cuanto a las hipótesis ondulatorias, tanto la elástica como la electromagnética, cumplen bien con todas las condiciones expresadas. La ecuación de segundo orden, a que obedece la propagación según tales teorías, no admite duda, pues a ella se llega también directamente sin más auxilio que los hechos experimentales. ¿Por qué motivo las hipótesis ondulatorias han sido impotentes para explicar los fenómenos indicados? Esto se explica notando que el error no está en la ecuación diferencial, sino en la interpretación que se ha dado siempre a las soluciones de dicha ecuación.

El supuesto plano de la onda ha sido sugerido por el concepto hipotético de Huyghens, según el cual la onda es todo en la propagación, mientras el rayo luminoso no es sino un simple lugar geométrico; concepto erróneo, pues es precisamente lo contrario.

La solución legítima sustituye con ventaja a la ondulatoria en todos los desarrollos referentes a la teoría de la luz en donde figura dicha solución; pero no está por demás advertir que la solución ondulatoria no presenta graves inconvenientes sino al tratarse del paso de la luz de un medio a otro en movimiento relativo.

Hubiéramos debido exponer la investigación conducente al conocimiento de las condiciones que requiere la propagación de la luz para que se verifiquen los fenómenos ópticos que se relacionan con el movimiento de la tierra, pero la exposición sería demasiado laboriosa. Hemos preferido proceder a la inversa y explicar los fenómenos cita-

dos, suponiendo que la luz obedezca a las condiciones expresadas.

Un primer ensayo a ese respecto lo efectuamos considerando a la luz como una energía que se transmite por choques sucesivos, a fin de concretar las ideas.

Hoy hemos querido presentar la cuestión sin el auxilio de ninguna hipótesis relativa a la naturaleza especial de la luz.

* * *

Posteriormente, en su escrito "Optica Astronómica", que reproduciremos en un número siguiente de esta Revista, Garavito complementó sus puntos de vista al respecto, de esta suerte:

La Optica había sido abordada por Newton y por Huyghens desde distintos puntos de vista. El primero, sugestionado por la teoría de la gravitación, no podía concebir otra fuerza que no fuese gravítica; el segundo, sugestionado con las ondas lentas del agua, formuló la teoría ondulatoria. Ambas deberían estar erradas: suponer lo contrario sería dar un gran valor al azar.

Cuando hay dos pareceres distintos sobre un asunto, es creencia general, aunque irreflexiva, que uno de ellos esté en lo cierto y el otro en el error. Tal fue el concepto de Fresnel al aceptar el punto de partida de Huyghens en vez de haber estudiado más a fondo el asunto.

En las investigaciones científicas se debe proceder de lo conocido a lo desconocido y no al contrario. De las leyes de Kepler dedujo Newton la de la gravitación: partió de hechos conocidos y halló por causa una fuerza real y conocida.

En Física matemática, mejor dicho en la Optica, se ha procedido a la inversa: no se ha ido del fenómeno a su causa inmediata, sino que de causas hipotéticas se ha tratado de deducir las leyes que rigen los fenómenos conocidos, ya sea aumentando o modificando las supuestas causas, ya agregando nuevas hipótesis, hasta conseguir un acuerdo más o menos completo.

Pero es evidente que no hay fenómeno por complejo que sea que no pueda explicarse mediante hipótesis más o menos complejas.

Este procedimiento constituye el llamado método *a priori*. Con él no podrá llegarse a una teoría positiva que interprete la realidad externa sino, a lo más, a hallar reglas neumónicas que resuman en unas pocas fórmulas matemáticas el conjunto de las leyes que corresponde a un ramo de la Física; esto es, algo como aquella regla de la Trigonometría esférica mediante la cual se hallan todas las fórmulas relativas a la resolución de los triángulos rectángulos.

La Física general está en el estado de desarrollo en que se hallaba la Astronomía después de Kepler y antes de Newton: se conocen experimentalmente sus leyes pero no han sido interpretadas correctamente.

Es probable que no pueda avanzarse de este estado. Se ha dicho, en efecto, repetidas veces y con razón, que si las observaciones de Ticho Brahe hubieran sido más numerosas o practicadas con instrumentos de mayor precisión que los empleados por aquel astrónomo, Kepler se hubiera dado cuenta de que sus leyes no eran exactas, sino simplemente aproximadas, y Newton no hubiera hallado la causa capaz de producir el movimiento kepleriano.

Esta consideración ha servido a Emile Picard para explicar la dificultad con que tropiezan los físicos modernos, puesto que se tiene inmenso acopio de observaciones físicas de alta precisión, que aumentan diariamente y las cuales, siendo resultantes de múltiples causas de diferente orden, es imposible separarlas.

Pero la dificultad no está solamente en esto; hay en mi concepto una causa aún mayor que imposibilita hacer de la Física una ciencia racional, un apéndice de la Mecánica. El universo astronómico es, en efecto, más sencillo desde el punto de vista de la Mecánica, que el mundo molecular: todo es visible en el primero, todo es oculto en el segundo. La gran solidez que tiene la ciencia astronómica consiste precisamente en la objetividad de la causa y del efecto. Le Verrier, por ejemplo, supuso que un nuevo planeta era el causante de las perturbaciones conocidas de Urano, calculó la posición de esa masa oculta y la observación descubrió a Neptuno. La causa se hizo así visible. En Física una verificación semejante es de todo punto imposible.

Es injustificable la pretensión de los físicos modernos de conferir a sus teorías hipotéticas valor

equiparable al de la astronómica. Lo único verificable en Física es la comprobación de que sus fenómenos obedecen a las leyes de la Mecánica; pero es incauto aspirar al conocimiento íntimo y detallado de ellos.

La Óptica astronómica debe establecerse desligada de las teorías hipotéticas de la Física, que no son sino teorías provisionales; ella debe fundarse sobre bases experimentales de valor incontrovertible.

Tal ha sido el propósito de mis estudios y de mis críticas sobre Óptica matemática, de los cuales he querido presentar aquí un extracto en la forma más elemental posible. Labor ésta muy ardua en verdad al renunciar los recursos plásticos del alto análisis como son los constantes de integración y otros; pero en cambio el valor demostrativo está al alcance de todos de una manera franca.

De esta suerte llego a establecer sobre bases experimentales la teoría de la refracción para dos medios diáfanos en reposo o en movimiento relativo. El resultado de este estudio justifica plenamente la explicación de Bradley relativa a la aberración anual de las estrellas; y pone de manifiesto el error de Fresnel respecto del deslizamiento parcial del éter en la atmósfera.

Con este trabajo creo conseguir separar la ciencia astronómica, ya definitiva, de las teorías provisionales de la Física; pero no me refiero al ramo astronómico en general, pues las cuestiones de este ramo están íntimamente mezcladas con las de la Física, como sucede, v. gr., con los estudios espectroscópicos, fotométricos y otros.

La Geometría y la Mecánica celeste quedan definitivamente en el campo de las ciencias puras.

FLORA DE COLOMBIA

SANTIAGO CORTES

Ex-miembro fundador de la Oficina de Longitudes—Bogotá.
Ex-miembro naturalista de la Comisión mixta colombiano-venezolana de límites, en 1904 (1).

GEOGRAFIA BOTANICA DE COLOMBIA.

Colombia es por su vegetación, uno de los países más ricos del mundo: participa de las inmensas selvas del Amazonas, del Orinoco, del Catatumbo y de las producciones de la América Central; encierra en su seno los dilatados bosques del Magdalena, del Cauca, del Atrato, del San Juan y de cien ríos más que llevan sus aguas a los dos Océanos; posee grande extensión de los Andes y todas las llanuras arenosas de La Guajira, cuya vegetación hace contraste con la del resto del país. En sus extensas cordilleras, donde se encuentran todos los climas de los demás países, habitan familias y géneros de plantas de todas las zonas, escalonadas unas, a modo de nivel barométrico, en las faldas de los Andes; distribuidas otras, en aparente confusión, según la humedad del suelo o el terreno geológico que las sustenta; y otras, cosmopolitas de todo clima y suelo, lucen dondequiera su follaje.

La distribución de los vegetales en la República puede considerarse de un modo general, así: bosques de avicenas, leguminosas y mangles, en las costas y en las orillas de aguas salobres; las cactáceas en toda tierra estéril y ardiente; un tribulo (cigofílea postrada de flores amarillas) que sostiene las arenas movedizas de La Guajira; las selvas seculares sensiblemente horizontales de nuestros grandes ríos, pobladas especialmente de leguminosas, malváceas, terebintáceas, urticáceas, rutáceas, cedreláceas y palmeras.

El territorio de la República puede dividirse botánicamente en trece regiones, a saber:

1ª—Región de La Guajira y Montes de Oca: en las llanuras arenosas, ardientes y de poca vegetación viven la familia de las cactáceas, la asplecias gigantea, varios arbustos espinosos de las leguminosas, algunos árboles pequeños de las caparidáceas y muchos de las burceráceas y terebintáceas; en las sierras, bosques de mamones, guáimaras, cedros, caracolies y jabillos.

2ª—Región del Zulia y Catatumbo, cubierta de selvas húmedas y malsanas, y de poca elevación sobre el nivel del mar. Hay árboles que pueblan toda esta grandísima región, tales como los higuerones y otros ficus, el lano o balso, los guarumos, etc.; pero de ordinario los árboles y varias plan-

tas herbáceas de una misma especie se encuentran reunidos en localidades más o menos extensas, tales como los cauchos, el árbol de copaiba o cabina, los guáimaras, el árbol de leche o vacajosa, la caoba, la tacamahaca, etc. En el valle de Cúcuta, donde se reúnen el Pamplonita y el Táchira, y en las faldas de las cordilleras circunvecinas, predominan como árboles las bignoniáceas del género tecoma, que en los meses de abril y mayo se cubren completamente de flores rosadas y amarillas, haciendo vistosísimo el paisaje.

3ª—Región del Páramo de Tamá y de los ríos Oirá y Margua: comprende un vasto territorio cubierto de bosques en la parte baja y en las faldas del Tamá, poblado de quinanas, clorantáceas, musgos, líquenes, melastomáceas, etc., en la región templada; y en la fría, pajonales y enanos frailejones, con algunos ribes, gencianas, berberis, plantagos, geraniáceas, cufeas, ericáceas y pequeños arbolillos de las saxifragáceas, el lisanthus princeps, etc.

4ª—Región de la Sierra Nevada de Santa Marta: rica, bella y extensísima, abundante en vegetales característicos, como algunas primorosas gesneriáceas y la calaminta cerulescens de las labiadas, que vive a 4.000 metros sobre el nivel del mar.

5ª—Región del Bajo Magdalena, una de las más extensas y de incomparable riqueza vegetal, donde se encuentra la mayor parte de la flora colombiana: palisandros, etc.

6ª—Región del Valle del Cauca; hermoso territorio, donde abundan especies vegetales que enriquecen nuestra flora, tales como la yerba del cáncer, el matatotumo, la hoja hedionda, el paloblanco, el precioso quereme, el burilico, la hoja atajasangre, etc.

7ª—Región del Chocó y río Atrato: la más rica en metales preciosos —el oro, el platino, el iridio y el rodio—, poblada de serpientes venenosas como la verrugosa, y rica en plantas medicinales y de ornato, tales como la hermosa catleya chocoensis, la palma almendrón, la curaverruga, y mil más.

8ª—Región del sur del Cauca, la cual participa de la flora del Ecuador, y en sus bosques se encuentran primorosas orquídeas, como la masdevalia chimaera y varios odontoglossum; el tulipán, bella melastomácea de Quilcacé; el peine de mico,

(1) En otro lugar de esta Revista aparece una corta nota biográfica de este autor.—La Dirección.

del Patía; la pata de gallo de Túquerres y otras ericáceas; la palma de barniz, las rubiáceas, del barniz de Pasto; el mariposo, la bellísima palmera gualte, entre Túquerres y Barbacoas; los oreopanax áurea y argentea, y en sus elevados páramos la yerba de conejo y otras labiadas, la salchapan-ga y otras lobelias, varias salvias y gencianas especiales de aquellas Cordilleras, y la preciosísima masdevalia rósea en la Cordillera Occidental.

9ª—Región de Antioquia y Cordillera Central, donde se encuentra la extensa zona del Quindío, con sus ricas selvas y su variada vegetación tropical, abundante en palmas de cera, labiadas, helechos, orquídeas y rubiáceas. En la región fría de la Cordillera viven el ceratostema y otras ericáceas; hay encinares y robledales, variedades de solanáceas y verbenas, la sinoglosa, que vive a 3.000 metros, y algunos plantagos o llantenes, más allá de 4.000, junto con varias umbelíferas, valerianas, geraniáceas, flex, gramíneas y compuestas. En Antioquia sobresalen por su belleza la masdevalia trochillus y la catleya áurea de color de oro.

10ª—Región de la Cordillera Oriental, de considerable extensión y de indecible riqueza en toda clase de plantas medicinales, industriales y de ornamento.

11ª—Región del Istmo de Panamá, cuya flora participa de la riqueza vegetal de Centro América, y es abundante en leguminosas. Su suelo ha sido botánicamente estudiado por Duchassaing, Seemann, Cuming, Sutton, Hayes, Walp, Triana, Fendler, Sinclair, Meg, y en la Fl. Bras.

12ª—Región de los Llanos u Oriental, que comprende una vastísima extensión y abraza gran parte de las riquezas vegetales del Amazonas y del Orinoco. Muchísimas especies de palmeras, tales como el cumare, el moriche, el chiquichique y el seje, pueblan aquella tierra virgen, donde se hallan, además, gardenias, el nocuito de Villavicencio, el philodendron gloriosum, la angostura, cupreas, la lechemiel y muchas otras apocináceas; la guachamaca toxicaria, artocarpeas, como el caimarón; el elemí o curruca, y bosques enteros de terebintáceas, burceráceas y rutáceas.

13ª—Región de las islas del Pacífico.

Formularemos en seguida algunas conclusiones para la distribución de los vegetales en Colombia.

Las familias, géneros y especies vegetales no están confusamente mezclados en los climas que les son favorables, sino tienen zonas de asociación, formando agrupaciones como si hubieran existido centros de creación, digámoslo así, para cada especie, género o familia. Exceptúanse de esta regla algunas especies o géneros cosmopolitas, que viven en todas las regiones botánicas del país, o a lo menos, en todas las alturas que tengan la temperatura adecuada. Hay géneros y aun especies, que viven a todas las alturas sobre el mar, por lo menos entre cero y 3.000 metros.

Hay familias, géneros y especies de nuestra flora cuya altura barométrica es sensiblemente cons-

tante en los Andes de la zona tórrida, por lo menos entre los 12º de latitud norte o sur.

Hay especies propias de cada cordillera y de cada región hidrográfica en Colombia.

Las especies de las criptógamas ocupan mayor extensión barométrica que las de las fanerógamas.

La frecuencia de una especie en un lugar indica de ordinario la proximidad de otras congéneres, o a lo menos de la misma familia.

Estos principios son el resultado de una larga observación, y pueden comprobarse con muchísimos ejemplos. Así avanzamos algunos conceptos sobre alturas de varias familias.

Las aristoloquias viven desde 20 hasta 1.000 metros sobre el nivel del mar.

Las plumpagináceas, desde 0 hasta 80 metros.

Las rubiáceas, desde el nivel del mar hasta 3.200 metros, a donde llegan algunos galium, psychotrias, hedyotis y mallostomas. Esta gran familia es muy numerosa de los 300 a los 2.000 metros, intervalo dentro del cual se hallan muchas cupreas, cinchonas, manetias, monadelphantus y las grandes plantaciones de café.

Las apocináceas viven desde el nivel del mar. Algunos echites alcanzan a la altura de 2.600 metros; pero la estación natural de esta familia son los climas ardientes.

Las asclepiadáceas son de climas ardientes, como la asclepias gigante *calotropis procera*. Caucho herbáceo, vulg. vejigo en Santander, árbol de seda en otros lugares. La lombricera sube hasta los 2.200 metros, y algunas especies llegan a 2.800.

Las verbenáceas, lo mismo que las cordiáceas, son de todos los climas y suben hasta los 2.800 metros.

Las solanáceas, desde 40 hasta 3.900 metros, altura a que llega el género solanum.

En la gran familia de las leguminosas, que viven desde el nivel del mar y habitan de ordinario los climas ardientes, hay algunas que suben hasta 2.900 metros.

Entre las bignoniáceas llaman la atención las codazzias, que viven en los climas fríos, hasta 2.800 metros: el fresno o flor amarilla, de 1.200 a 1.700 metros; el chicalá o cañaguante, de 200 a 900 metros, y el ocobo o roble, desde 50 hasta 1.300 metros, todos ellos árboles de hermosas maderas.

La escorzonera vive desde el nivel del mar hasta 600 metros, en La Guajira.

Las lorantáceas son plantas parásitas de los árboles de todos los climas, desde 0 hasta 3.300 metros.

Las saptotáceas suben hasta 1.400 metros, y las ebenáceas hasta 2.900.

Las euforbiáceas se encuentran en todos los climas. La euforbiácea —gota de sangre— sube hasta 1.200 metros.

De las sapindáceas, la dodonaea viscosa, sube de los 2.150 hasta 2.500 metros.

Entre las piperáceas, el género piper o cordoncillo se encuentra especialmente en los climas tem-



FLORA DE COLOMBIA
POR SANTIAGO CORTES
PASSIFLORACEAE
PASSIFLORA SPECIOSA
DEL OCCIDENTE DE CUNDINAMARCA

plados y fríos; en la región del Chocó y Barba-coas, desde 20 metros.

Los papayos de tierra fría (*vasconcella*) están localizados entre 1.900 metros y llegan a más de 2.800: la lechosa o verdadera papaya, sólo sube hasta 1.800 metros.

Las pasifloráceas viven desde 10 hasta 3.500 me-tros. El género *tacsonia* o *curuba*, sólo se encuen-tra desde 2.200 metros para arriba.

La gran familia de las compuestas tiene distri-buidos sus géneros a diferentes alturas, siendo me-nos numerosas en los climas ardientes.

De la riquísima familia de las urticáceas, los fi-cus o cauchos se encuentran de los 50 a los 2.600 metros.

Las lauráceas son de todas las temperaturas, pero en especial de las ardientes y templadas.

El cucharo o mantequillo, de las mirsináceas, vive especialmente desde los 1.000 hasta los 1.500 metros, y lo mismo los limoncillos del género *ci-trosma*.

De las ranunculáceas, los clemantis viven entre 800 y 1.800 metros, más o menos, y los ranúnculos de 2.000 a 4.000 metros.

Las calceolarias, primoroso género de las escro-larináceas, habitan entre 2.500 y 3.200 metros.

La bellísima familia ornamental de las gesne-riáceas pertenece a los climas templados y fríos, desde 1.000 hasta 2.700 metros, con excepción de las regiones del Chocó y Barba-coas, donde ésta y otras familias de los Andes, alcanzan un límite muy bajo.

Las ericáceas aparecen a los 1.500 metros, y su-ben hasta 3.300; una especie baja a 1.000 metros, en Susumuco, cerca de Villavicencio, y algunas hasta cerca del nivel del mar en el litoral Pacífico.

De 1.000 a 2.800 metros viven las begonias; los ensenillos, de 1.400 a 3.000; las herberidáceas, en-tre 2.600 y 3.000; las fitolacas, de 1.800 a 3.000, como las tropeoláceas y las cufeas; las convolvu-láceas, de 0 a 2.800.

De los helechos, el *pteris arachnoidea* se encuen-tra desde los 1.000 metros, y las especies arbores-centes desde 1.500.

Son cosmopolitas los plantagos o llantenes, pues se encuentran desde los climas ardientes hasta arriba de 4.000 metros, como las gramíneas, y en-tre éstas el maíz.

A los 2.000 metros viven especialmente las pro-táceas.

Las oxalidáceas y geraniáceas prosperan de los 2.200 a más de 3.000 metros.

Las miricáceas, que producen la cera de laurel o de roble, se encuentran de 2.000 a 3.000 metros.

Los granizos o clorantáceas, desde 1.900 hasta 2.700 metros.

El género *cardamine* de las crucíferas, que son de clima frío, sube hasta 3.900 metros, y las dra-bas pasan de 4.500.

Las berberidáceas, los drimis y los ílex son de los páramos, de 2.700 metros en adelante; las um-

belíferas son ordinariamente de los páramos y lle-gan hasta 4.600 metros; el aliso o *alnus ferrug*, desde los 2.200 hasta los 2.800 metros.

Los robles, desde 2.300 hasta 2.800 metros.

Hay quenopodiáceas de 2.600 a 3.000 metros, y valerianas de 2.000 a 4.000.

Las lobelias, excepto en la región oriental, prin-cipian a los 1.200 metros y llegan hasta los 3.000.

Las gencianas viven de 3.000 a 4.000 metros, y la *halenia* baja hasta 2.600.

De las labiadas, las salvias se hallan de ordina-rio entre 1.500 y 3.000 metros; la *calaminta*, en la Sierra Nevada de Santa Marta, a 4.000 metros; el *stachys pucilla*, en la Cordillera Central, a 3.200 metros; el género *sphacale*, de 2.600 a 2.900 metros y las borragináceas, de 2.600 a 3.200 metros.

De las criptógamas, los licopodios se encuentran desde 2.400 metros, hasta el *lic. atenuantum* a 4.100, en el sur del Cauca.

Las batídeas y algunas chenopodiáceas y ama-rantáceas viven en la orilla del mar de La Guaji-ra, junto con un *statice*, *salicornias*, *zigofleas* y leguminosas.

La flora del litoral Atlántico, en especial desde Cartagena hasta la costa oriental de La Guajira, está caracterizada por los siguientes géneros, co-mo más notables:

Cordia, *barronia*, *tabernaemontana*, *plumeria*, *echites*, *ipomaea*, *miginda*, *cuscuta*, *cissus*, *hedyotis*, *chomelia*, *petesia*, *scoparia*, *hippocratea*, *justicia*, *coccoloba*, *euphorbia*, *batis*, *avicenia*, *rizophora*, varias leguminosas y el botoncillo, cuyo tronco presenta curvaturas donde se ocultan varios ofi-dios peligrosos.

Las familias vegetales más ricas en géneros y es-pecies en Colombia son: los musgos (1) que tapi-zan completamente el suelo de la región fría de los Andes y visten, junto con los líquenes, los troncos de los árboles y arbustos y las piedras; los helechos y licopodios, que, como delicados y finos encajes, son el ornamento artístico de la flora; las grami-neas, con que se nutren la mayor parte de los ani-males, hasta algunos insectos; las primorosas bro-meliáceas y las orquídeas, que viven al abrigo del sol, bajo la tenue luz crepuscular de las selvas, y son el mejor ornato de los bosques americanos; las palmeras; las piperáceas, *aristoloquias*, com-puestas, rubiáceas y solanáceas, cuyas virtudes medicinales estarán siempre sobre toda pondera-ción; la riquísima familia de las leguminosas, que encierra gran variedad de maderas y productos para la industria; las apocináceas, de jugos gene-ralmente tóxicos; las gencianáceas, labiadas y ver-benas, de preciosas virtudes en la medicina domés-tica; las aromáticas mirtáceas; las abundantísi-mas y variadas melastomáceas; las inflexibles cactáceas, que pueblan el norte de la República;

(1) Las gruesas capas de musgos que cubren nuestros páramos, a manera de enormes esponjas, sirven para regular el agua de las fuentes y ríos que nacen en aquellas húmedas y frías regiones: ellas reciben el agua de las lluvias y la distribuyen económicamente.

(N. del A.)

las rosáceas; las urticáceas y terebintáceas, de que están llenos nuestros bosques y suministran cauchos, resinas e incienso; y entre la multitud de bejucos y cables vivientes, sobresalen por su número y belleza las pasifloráceas, que existen en todas las temperaturas; las sapotáceas, cuyos frutos son tan delicados y cuya resina produce la gutapercha.

Las que en seguida se mencionan suministran maderas para diversas aplicaciones industriales: las leguminosas, rosáceas, lauráceas, de conocido perfume; terebintáceas, que producen resinas aromáticas; las preciosas meliáceas y bignoniáceas, las avicénias y mangles del litoral, las esterculiáceas y muchas malváceas, algunas tiliáceas y saxifragáceas, xantoxiláceas, algunas ebenáceas de madera durísima y muy fina, las combretáceas y las incomparables cigofileas de madera incorruptible, las preciosas mistáceas y sapotáceas, y unas pocas especies de melastomáceas, magnoliáceas, mirtáceas, cupulíferas, betuláceas, y uglandáceas y rizobóleas, muchas rutáceas, simarrubeas, urticáceas, rubiáceas y cordiáceas.

Como familias ornamentales figuran entre los primores de la creación y de nuestra flora las orquidáceas, bromeliáceas, helechos, amarilidáceas, begoniáceas, pasifloráceas, ninfeáceas, gesneriáceas, acantáceas, calceolarias, algunas labiadas y campanuláceas, las bouganvillas, amarantáceas y aroidáceas. Todas ellas contribuyen, cuál más, cuál menos, a la decoración del suelo en que vivimos. Hé aquí uno de los servicios que gratuitamente prestan estos vegetales al hombre: al par que cultivan su inteligencia con el estudio de las flores que ellos ostentan, hacen por su belleza elevar hasta el Creador el corazón humano. Y no es decir que sólo éstas nos llenen de admiración, pues que aún la más modesta de las plantas y el alga del mundo microscópico encierran, a nuestro parecer, tanta maravilla como las que en primer término figuran en la escala ornamental.

En cuanto a los productos industriales que el reino vegetal suministra, indicaremos someramente los notables y más generalmente estimados, sin contar las sustancias medicinales y alimenticias.

El caucho y la gutapercha se encuentran en bastante cantidad en el jugo lácteo de algunas plantas de las urticáceas, euforbiáceas, apocináceas y sapotáceas. La balata del Orinoco es una gutapercha.

La gutagamba procede de algunas gutíferas.

Los taninos son producidos por numerosos árboles de nuestra Flora, como los robles o encinas, las mimóseas, las quinas, melastomáceas, mirtáceas, los ensenillos, etc. y generalmente todos nuestros árboles los producen en mayor o menor cantidad.

La tinta negra de escribir, aplicable también al dibujo de la acuarela en lugar de la tinta de China, es, como se sabe, un compuesto de tanino, goma y sales de hierro, con ácido sulfúrico u otra

sustancia microbiciada libre, para evitar que se cubra de moho. Los frutos de varios arbustos suministran una bellísima tinta morada oscura que no exige más preparación sino un poco de goma y una pequeña cantidad de alguna sustancia microbiciada, a fin de impedir que se enmohezca. El *Cestrum* o uvilla, de las solanáceas, ofrece una de las mejores tintas de escribir. Nuestras plantas producen una infinidad de tintes, cuya preparación es del dominio de la química industrial. Muchos líquenes dan tintes de varios colores. El gamón (*dianella*) produce un tinte moreno; las melastomáceas, amarillo; lo mismo el palo mora (*maclura*), algunas compuestas, las berbediáceas, el fustete (*rhys*), la tuya, que se cultiva en Bogotá, las flores de dalia, la orellina del achiote y la corteza de las zantoxileas, que encierran un principio amarillo cristizable llamado zantoxilina. Tienen de verde, las chilcas (*baccharis*) y las hojas de varias otras compuestas, cuyo principio se extrae por el agua y el amoníaco. De azul, una melastomácea del Huila llamada teñidor, el añil y las bayas de una pequeña rubiácea. De rojo y anaranjado, la rubia nítida de los páramos, la chica (*bignonia*), el azafrán o color (*scobedia*), las bayas de algunas fitolacáceas o guabas, el achiote y el palo brasil. De morado, las flores de árnica (*senecio*), la genipa americana o jaguo, la uvilla (*cestrum*), el puyón de Bogotá (*craepaloprumnon*) y varias acederas u oxalis. Las ramnáceas y la morinda *choensis* producen varios tintes oscuros.

Como productoras de materias textiles pueden citarse las malváceas, palmeras, liliáceas, amarilidáceas, musáceas, esterculiáceas, tiliáceas, asclepiadáceas, pasifloráceas, araliáceas, el murra-po (*carludovica*) y las ortigas. Las esencias o aceites esenciales de la flora colombiana que pueden usarse para la preparación de perfumes, proceden de muchas familias; pero principalmente los suministran las orquidáceas, liliáceas, amarilidáceas, iridáceas, clorantáceas, piperáceas, lauráceas, valerianáceas, anonáceas, terebintáceas, algunas cingiberáceas, varias apocináceas, rubiáceas y compuestas, muchas mirtáceas, labiadas y verbenáceas.

Muchos aceites saponificables y para diferentes usos industriales y medicinales se producen en las plantas de nuestro suelo. Suministranlo en abundancia el cocotero y otras palmeras, el ajonjolí, el maní, el algodón, el ricino y muchas especies de crotones, el cardosanto, el cacao, el almendro y todas las lecitídeas, las miristicáceas, y la mayor parte de las lauráceas y meliáceas.

Resinas, gomas y gomorresinas: las terebintáceas, gran número de mimóseas, las rubiáceas, las burseráceas, etc. Bálsamos: muchos árboles de las leguminosas y terebintáceas. La cera vegetal es producto de muchas plantas, pero especialmente puede extraerse en abundancia de las miricáceas y palmas de cera de la Cordillera Central.

Las diferentes cochinillas que producen la gra-

na y las lacas rojizas, habitan en los nopales o cactus cochinillífera de climas secos y ardientes, en varias especies de ficus y en algunas ilicíneas. En La Guajira prosperarían muy bien los nopales de la cochinilla. En la provincia de Pamplona se encuentran los que habitan en el *ficus umbracula*, vulgarmente uvos.

Las cochinillas segregan una materia blanca agodonosa, muy abundante en algunas especies. La acumulación de tales insectos hace que en las plantas se vean como grandes manchas de una sustancia blanquecina.

En La Guajira la flora es pobre relativamente a la del resto de Colombia, lo que en gran parte proviene de su topografía, meteorología y geognosia. La península está limitada así: por el lado del mar, partiendo de Riohacha y siguiendo por la costa hasta llegar al castillo de San Carlos, y por tierra, dos rectas trazadas de los dos puntos nombrados en dirección al caño o riachuelo Majayure. Hay allí tres pequeñas serranías: la de Cojoro o de los Cocinas, al centro, y las de Irúa y Macuira, al norte, aparte del cerro eruptivo y aislado de La Teta, situado casi a igual distancia de las dos costas. Ordinariamente no existe más agua dulce que la de algunos pequeños arroyos en las sierras y la de los pozos o casimbas de agua, algo salobre, cavados por los indios en las arenosas, ardientes y estériles llanuras del norte y del centro. En las del sur corre hacia el nordeste el río Parhuachón, cuyo caudal de aguas se disminuye y aun se agota totalmente en algunas épocas del año. Al pie de los montes de Oca está el arroyo Majayure, que corre al oriente.

Pasaremos a indicar cómo está vestida de vegetación esta comarca plana y arenosa.

En aquellas llanuras calcinadas por un sol abrasador y azotadas por fuertes huracanes, no hay vegetación vigorosa ni bosques propiamente dichos. En las orillas del mar se ven de trecho en trecho y a largas distancias, mangles, botoncillos y avicénias, y por el suelo raquílicas yerbas de las amarantáceas y otras plantas salobres productoras de seda; pero en la generalidad de las costas y zonas de tierra adyacentes, tan sólo existen médanos de arena fina y movediza hasta de treinta metros de altura, totalmente desprovistos de vegetación.

En aquellos sitios no hay líquenes ni otras criptógamas, fuera de las algas (*fucáceas*) que las olas del mar acumulan en la playa. Las cactáceas, vulgarmente llamadas tunales, cardones y nopales, son la vegetación característica de las grandes sabanas. Descúbrese tal cual arbusto aislado y cardonales impenetrables donde se agrupan varias especies de esta importante familia vegetal. Los guamachos son abundantísimos hasta Guarero, los cuales florecen de mayo a julio. Al lado de las cactáceas suelen vivir las *asclepias* gigantes, de grandes hojas blanquecinas decusadas; el olivo, caparidácea de aspecto y color semejante al árbol cuyo nombre lleva, el cují, el yabo y el dividivi, re-

presentantes de las leguminosas, y el túa-túa, o purga de fraile o frailejón de tierra caliente, arbustillo leñoso y desprovisto de hojas ordinariamente. La altura de los matorrales no pasa de 8 metros. Encuéntrase uno que otro caricari y unas tres leguminosas arborescentes en pocos parajes. La vegetación herbácea no es común, y en muchos lugares el suelo arenoso y seco está completamente descubierto. Amparadas por algún cardo, vegeta tal cual mata de algodón, una que otra de malva, dos iresines y pocas gramíneas, casi siempre secas y marchitas. La única planta que resueltamente lucha con ventaja es una especie de tribulo de las cigofiláceas, pequeña yerba postrada, siempre verde, de hermosas flores amarillas y fruto espinoso, que se extiende en todas direcciones tratando de fijar la arena a despecho de la sequedad y del huracán.

Ningún animal hace uso de esta planta, salvo los cerdos y las gallinas, que se comen las flores. Hácese notar por su resistencia a la sequedad y al calor, y sin ella sería La Guajira tan inhabitable como el desierto de Sahara. Al lado del tribulo germinan algunas pequeñas leguminosas. En el centro y sur de la península, hacia Guarero y Guaguarao, aumentan las gramíneas y disminuyen las cactáceas. En el primero de aquellos lugares principian ya los bosques del Parhuachón, y los cardones quedan reducidos en número y representados sólo por las especies *cereus* y *pereskia*.

En la línea que va de Paraguaipoa a Riohacha, pasando por Guarero, termina la península propiamente dicha y comienza hacia el sur la región de los bosques, cuya estructura va cambiando hasta los Montes de Oca.

En la región de Guarero y río Parhuachón, la vegetación herbácea es más importante. Los abrojos y los curarires (*tecoma*), de flores amarillas, son las plantas más abundantes y de mayor ostentación. Sobresalen un añil cimarrón, la damiana, stáctice, una convolvulácea, alguna escorzonera, más abundante hacia el Parhuachón y Boshocoarrijuna, la *asclepias* gigantea, una pequeña liliácea en las orillas del caño de Guarero, dos lorantáceas, dos pasifloráceas, dos aristoloquias, la esponjilla del Magdalena, varias borragináceas o asperifolias, como el cariaquito (*licopsis*), varias lantanas y algunas cordias, dos malvas herbáceas y el algodón; una euforbia y un crotón paullinias; de las leguminosas herbáceas, una zornia, el añil, ya mencionado, y la brusca; y varios hongos; de las solanáceas, un lulo; la *espigelia* revientapuerco; malpigíáceas, una pequeña margarita y otra compuesta, un esmílax y la *hippocratea scandens*. Entre los árboles, varias caparidáceas, la eritrina umbrosa (cámbulo o búcaro); el caricari y el indio desnudo; de las burseráceas, el cauvaro o cordia. La vera y el curarire, que dan magnífica madera de azul verdoso en el corte reciente; un pequeño bombax, una euforbia arborescente, el cotoperis, una mirtácea, simarrubeas, habitadas por el acri-

dium giganteum, vulgarmente maraquera; araguaneyes, dividivis, el matapalo, una hermosa calliandra, el cardón de breva, totumos, urapes espinosos, el aceituno, el daguaro (leguminosa) y los abundantes guamachos (pereskia), vestidos de flores amarillas.

En la región del alto Parhuachón, hacia el río Majayure, el suelo está más cubierto de bosque, y los espacios abiertos poblados de mejores gramíneas y leguminosas herbáceas de forraje. Hay muy pocos hongos y otras criptógamas; tan sólo cerca de la sierra de Montes de Oca van apareciendo la usnea barbata y la tenuifolia. Existe mucha pringamosa y árbol de seda (asclepias); este último en toda La Guajira, menos en el río Majayure. Los bosques, compuestos de árboles y tupidas enramadas de bejucos, están formados de ceibas (bombax), jabillos, daguaros, cedros, indios desnudos, caricaris, diomates, bejucos de malpigiáceas leguminosas, dileniáceas, menispermáceas y bignoniáceas, palomora y mamones muy agradables por su sombra y sus frutos. En las riberas del Majayure, que corre al pie de los Montes de Oca, hay abundantes caracolies, guáimaras, cedros, guarumos blancos, varasanta, cacaíto, cauchos, guásimos, achiotte cimarrón, carutos y palmeritas de albarico, chontas y matambitas, una laurácea y una ceibita de tronco recto y cubierto de gruesos juncos.

Hasta las riberas del Majayure apenas se subido algo menos de 200 metros en pendientes suaves e insensibles. El Majayure corre paralelamente a la base de la cordillera, la cual se presenta regularmente abrupta. En pocas partes están a la vista sus capas casi verticales y destrozadas, pues hallan generalmente cubiertas de altos y frondosísimos árboles, de muchos bejucos, lianas y plantas herbáceas. En las llanuras salobres de la costa habitan las batdeas, amarantáceas, quenopodiáceas, frankeniáceas y algunas malvas y raquílicas gramíneas. Parece tierra más apropiada para lagartos y cangrejos.

La Meteorología es la que determina de la Botánica agrícola e industria. En un modo parece que debe formar parte de un país como el nuestro, de tanta variedad de climas y condiciones atmosféricas. A reserva de hacer un bosquejo meteorológico de cada uno de ellos, demos desde ahora algunas observaciones.

En la vida de las plantas obran de modo peculiar e importantísimo el calor y la luz. No se sabe aún sino de manera imperfecta la acción directa del fluido eléctrico en la vegetación. Sábese con certeza que, por lo común, la germinación se verifica más fácilmente en los tiempos tempestuosos, más rápido el desarrollo de los tallos, más pronta la maduración de los frutos, y la vida vegetal más activa en todas sus partes, pero fuera de estas generalidades, cuandoqu

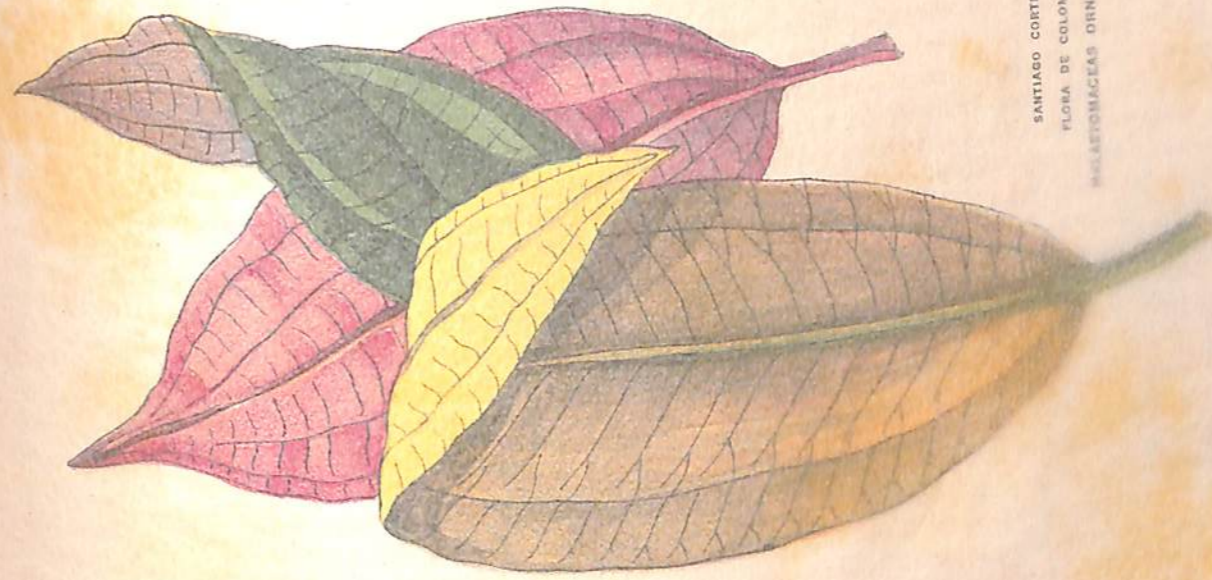
que se ha tratado de penetrar las causas de semejante fenómeno o siquiera de seguirlo en sus detalles y de reproducirlo artificialmente, se ha tropezado con la duda y aun en ocasiones se ha llegado a la contradicción. Con todo, después de los descubrimientos de Davy sobre la descomposición de los óxidos térreos por la pila galvánica, Becquerel ha demostrado con experimentos que, si las grandes fuerzas eléctricas no parece que obran sobre las plantas sino de una manera destructora, no sucede lo propio con las fuerzas pequeñas, cuyo estudio debe originar descubrimientos importantes para la ciencia (1). En los lugares y situaciones, donde el viento es frecuente y violento, los árboles, por ejemplo los totumos, son de poca elevación, muy ramosos, rígidos, e indican por la inclinación de sus ramas el punto del horizonte de donde el viento sopla. En los valles y lugares de atmósfera tranquila se ven, por el contrario, árboles muy derechos, elevados, que dirigen hacia el zenit su delgado tallo, poco ramoso y coronado de follaje.

Los instrumentos de Meteorología, tales como el barómetro, el termómetro, el higrómetro, etc., hacen apreciar con más exactitud las influencias atmosféricas y el estado actual del tiempo; pero no contribuyen sino de una manera accesoria a dar a conocer el estado actual. Ahora bien: a nadie interesa conocer este estado, sino a los agricultores, quienes por su trabajo se ven obligados a conservar y mejorar sus bienes.

Un conocimiento exacto de la atmósfera que rodea a la planta es importante para el cultivo de ella. En la agricultura se ven a menudo plantas que por su posición en el campo producen frutos de diferente calidad y cantidad, a causa de la influencia de los vientos y de la luz.

Atmosférica
s de
par
ho-
y en
dos

la atmós-
ristolofilar
el Rosario
autor).



SANTIAGO CORTES
FLORA DE COLOMBIA
MELASTOMACEAS ORNAMENTALES



SANTIAGO CORTES
COLOMBIA

PASSIFLORACEAS TECTORIA
PASSIFLORA SPECIOSA
VULG. CUCURBA DE INDIOS
SABANA DE BARRETA

las rosáceas; las urticáceas y terebintáceas, de que están llenos nuestros bosques y suministran cau-chos, resinas e incienso; y entre la multitud de bejucos y cables vivientes, sobresalen por su núme-ro y belleza las pasifloráceas, que existen en todas las temperaturas; las sapotáceas, cuyos frutos son tan delicados y cuya resina produce la guta-percha.

Las que en seguida se mencionan suministran maderas para diversas aplicaciones industriales: las leguminosas, rosáceas, lauráceas, de conocido perfume; terebintáceas, que producen resinas aro-máticas; las preciosas meliáceas y bignoniáceas, las avicénias y mangles del litoral, las esterculiá-ceas y muchas malváceas, algunas tiliáceas y sa-xifragáceas, xantoxiláceas, algunas ebenáceas de madera durísima y muy fina, las combretáceas y las incomparables cigofleas de madera incorrup-tible, las preciosas mistáceas y sapotáceas, y unas pocas especies de melastomáceas, magnoliáceas, mirsináceas, cupulíferas, betuláceas, y uglandá-ceas y rizobóleas, muchas rutáceas, simarrubeas, urticáceas, rubiáceas y cordiáceas.

Como familias ornamentales figuran entre los primores de la creación y de nuestra flora las or-quidáceas, bromeliáceas, helechos, amarilidáceas, begoniáceas, pasifloráceas, ninfeáceas, gesneriá-ceas, acantáceas, calceolarias, algunas labiadas y campanuláceas, las bouganvillas, amarantáceas y aroidáceas. Todas ellas contribuyen, cuál más, cuál menos, a la decoración del suelo en que vivi-mos. Hé aquí uno de los servicios que gratuita-mente prestan estos vegetales al hombre: al par que cultivan su inteligencia con el estudio de las flores que ellos ostentan, hacen por su belleza ele-var hasta el Creador el corazón humano. Y no es decir que sólo éstas nos llenen de admiración, pues que aún la más modesta de las plantas y el alga del mundo microscópico encierran, a nuestro pa-recer, tanta maravilla como las que en primer tér-mino figuran en la escala ornamental.

En cuanto a los productos industriales que el reino vegetal suministra, indicaremos someramen-te los notables y más generalmente estimados, sin contar las sustancias medicinales y alimenticias.

El caucho y la gutapercha se encuentran en bas-tante cantidad en el jugo lácteo de algunas plan-tas de las urticáceas, euforbiáceas, apocináceas y sapotáceas. La balata del Orinoco es una guta-percha.

La gutagamba procede de algunas gutíferas.

Los taninos son producidos por numerosos ár-boles de nuestra Flora, como los robles o encinas, las mimóseas, las quinas, melastomáceas, mirtá-ceas, los ensenillos, etc. y generalmente todos nues-tros árboles los producen en mayor o menor can-tidad.

La tinta negra de escribir, aplicable también al dibujo de la acuarela en lugar de la tinta de Chi-na, es, como se sabe, un compuesto de tanino, go-ma y sales de hierro, con ácido sulfúrico u otra

sustancia microbiciida libre, para evitar que se cu-bra de moho. Los frutos de varios arbustos sumi-nistran una bellísima tinta morada oscura que no exige más preparación sino un poco de goma y una pequeña cantidad de alguna sustancia microbici-da, a fin de impedir que se enmohezca. El cestrum o uvilla, de las solanáceas, ofrece una de las me-jores tintas de escribir. Nuestras plantas produ-cen una infinidad de tintes, cuya preparación es del dominio de la química industrial. Muchos lí-quenes dan tintes de varios colores. El gamón (dianella) produce un tinte moreno; las melas-tomáceas, amarillo; lo mismo el palo mora (ma-clura), algunas compuestas, las berbedídeas, el fus-tete (rhus), la tuya, que se cultivaba en Bogotá, las flores de dalia, la orellina del achiote y la corteza de las zantoxileas, que encierran un principio ama-rillo cristalizable llamado zantoxilina. Tienen de verde, las chilcas (baccharis) y las hojas de varias otras compuestas, cuyo principio se extrae por el agua y el amoníaco. De azul, una melastomácea del Huila llamada teñidor, el añil y las bayas de una pequeña rubiácea. De rojo y anaranjado, la rubia nítida de los páramos, la chica (bignonia), el azafrán o color (scobedia), las bayas de algu-nas fitolacáceas o guabas, el achiote y el palo bra-sil. De morado, las flores de árnica (senecio), la genipa americana o jaguo, la uvilla (cestrum), el puyón de Bogotá (craepaloprumnon) y varias ace-deras u oxalis. Las ramnáceas y la morinda cho-coensis producen varios tintes oscuros.

Como productoras de materias textiles pueden citarse las malváceas, palmeras, liliáceas, amari-lidáceas, musáceas, esterculiáceas, tiliáceas, as-clepiadáceas, pasifloráceas, araliáceas, el murra-po (carludovica) y las ortigas. Las esencias o acei-tes esenciales de la flora colombiana que pueden usarse para la preparación de perfumes, proceden de muchas familias; pero principalmente los su-ministran las orquidáceas, liliáceas, amarilidá-ceas, iridáceas, clorantáceas, piperáceas, laurá-ceas, valerianáceas, anonáceas, terebintáceas, al-gunas cingiberáceas, varias apocináceas, rubiáceas y compuestas, muchas mirtáceas, labiadas y ver-benáceas.

Muchos aceites saponificables y para diferentes usos industriales y medicinales se producen en las plantas de nuestro suelo. Suminístranlo en abun-dancia el cocotero y otras palmeras, el ajonjolí, el maní, el algodón, el ricino y muchas especies de crotones, el cardosanto, el cacao, el almendro y todas las lecitídeas, las miristicáceas, y la mayor parte de las lauráceas y meliáceas.

Resinas, gomas y gomorresinas: las terebintá-ceas, gran número de mimóseas, las rubiáceas, las burseráceas, etc. Bálsamos: muchos árboles de las leguminosas y terebintáceas. La cera vegetal es producto de muchas plantas, pero especialmente puede extraerse en abundancia de las miricáceas y palmas de cera de la Cordillera Central.

Las diferentes cochinillas que producen la gra-

na y las lacas rojizas, habitan en los nopales o cac-tos cochinillífera de climas secos y ardientes, en varias especies de ficus y en algunas ilicíneas. En La Guajira prosperarían muy bien los nopales de la cochinilla. En la provincia de Pamplona se en-cuentran los que habitan en el *ficus umbracula*, vulgarmente uvos.

Las cochinillas segregan una materia blanca al-godonosa, muy abundante en algunas especies. La acumulación de tales insectos hace que en las plan-tas se vean como grandes manchas de una sustan-cia blanquecina.

En La Guajira la flora es pobre relativamente a la del resto de Colombia, lo que en gran parte pro-viene de su topografía, meteorología y geognosia. La península está limitada así: por el lado del mar, partiendo de Riohacha y siguiendo por la costa hasta llegar al castillo de San Carlos, y por tierra, dos rectas trazadas de los dos puntos nom-brados en dirección al caño o riachuelo Majayure. Hay allí tres pequeñas serranías: la de Cojoro o de los Cocinas, al centro, y las de Irúa y Macuira, al norte, aparte del cerro eruptivo y aislado de La Teta, situado casi a igual distancia de las dos cos-tas. Ordinariamente no existe más agua dulce que la de algunos pequeños arroyos en las sierras y la de los pozos o casimbas de agua, algo salobre, ca-vados por los indios en las arenosas, ardientes y estériles llanuras del norte y del centro. En las del sur corre hacia el nordeste el río Parhuachón, cuyo caudal de aguas se disminuye y aun se agota totalmente en algunas épocas del año. Al pie de los montes de Oca está el arroyo Majayure, que co-rre al oriente.

Pasaremos a indicar cómo está vestida de vege-tación esta comarca plana y arenosa.

En aquellas llanuras calcinadas por un sol abra-sador y azotadas por fuertes huracanes, no hay ve-getación vigorosa ni bosques propiamente dichos. En las orillas del mar se ven de trecho en trecho y a largas distancias, mangles, botoncillos y avice-nias, y por el suelo raquícticas yerbas de las ama-rantáceas y otras plantas salobres productoras de seda; pero en la generalidad de las costas y zonas de tierra adyacentes, tan sólo existen médanos de arena fina y movediza hasta de treinta metros de altura, totalmente desprovistos de vegetación.

En aquellos sitios no hay líquenes ni otras crip-tógamas, fuera de las algas (fucáceas) que las olas del mar acumulan en la playa. Las cactáceas, vul-garmente llamadas tunales, cardones y nopales, son la vegetación característica de las grandes sa-banas. Descúbrese tal cual arbusto aislado y car-donales impenetrables donde se agrupan varias especies de esta importante familia vegetal. Los guamachos son abundantísimos hasta Guarero, los cuales florecen de mayo a julio. Al lado de las cactáceas suelen vivir las asclepias gigantes, de grandes hojas blanquecinas decusadas; el olivo, ca-paridácea de aspecto y color semejante al árbol cuyo nombre lleva, el cují, el yabo y el dividivi, re-

presentantes de las leguminosas, y el túa-túa, o purga de fraile o frailejón de tierra caliente, ar-bustillo leñoso y desprovisto de hojas ordinaria-mente. La altura de los matorrales no pasa de 8 metros. Encuéntrase uno que otro caricari y unas tres leguminosas arborescentes en pocos parajes. La vegetación herbácea no es común, y en muchos lugares el suelo arenoso y seco está completa-mente descubierto. Amparadas por algún cardo, vege-ta tal cual mata de algodón, una que otra de mal-va, dos iresines y pocas gramíneas, casi siempre secas y marchitas. La única planta que resulta-mente lucha con ventaja es una especie de tribulo de las cigofiláceas, pequeña yerba postrada, siempre verde, de hermosas flores amarillas y fru-to espinoso, que se extiende en todas direcciones tratando de fijar la arena a despecho de la seque-dad y del huracán.

Ningún animal hace uso de esta planta, salvo los cerdos y las gallinas, que se comen las flores. Hácese notar por su resistencia a la sequedad y al calor, y sin ella sería La Guajira tan inhabitable como el desierto de Sahara. Al lado del tribulo germinan algunas pequeñas leguminosas. En el centro y sur de la península, hacia Guarero y Gua-raguarao, aumentan las gramíneas y disminuyen las cactáceas. En el primero de aquellos lugares principian ya los bosques del Parhuachón, y los cardones quedan reducidos en número y represen-tados sólo por las especies cereus y pereskia.

En la línea que va de Paraguaipoa a Riohacha, pasando por Guarero, termina la península pro-piamente dicha y comienza hacia el sur la región de los bosques, cuya estructura va cambiando has-ta los Montes de Oca.

En la región de Guarero y río Parhuachón, la vegetación herbácea es más importante. Los abro-jos y los curarires (tecoma), de flores amarillas, son las plantas más abundantes y de mayor osten-tación. Sobresalen un añil cimarrón, la damiana, statice, una convolvulácea, alguna escorzonera, más abundante hacia el Parhuachón y Boshoco-roarijuna, la asclepias gigantea, una pequeña li-liácea en las orillas del caño de Guarero, dos lo-rantáceas, dos pasifloráceas, dos aristoloquias, la esponjilla del Magdalena, varias borragináceas o asperifolias, como el cariaquito (licopsis), varias lantanas y algunas cordias, dos malvas herbáceas y el algodón; una euforbia y un crotón paullinias; de las leguminosas herbáceas, una zornia, el añil, ya mencionado, y la brusca; y varios hongos; de las solanáceas, un lulo; la espigelia reiventapuer-cos; malpigiáceas, una pequeña margarita y otra compuesta, un esmílax y la hippicratea scandens. Entre los árboles, varias caparidáceas, la eritrina umbrosa (cámbulo o búcaro); el caricari y el indio desnudo; de las burseráceas, el cauajaro o cordia. La vera y el curarire, que dan magnífica madera de azul verdoso en el corte reciente; un pequeño bombax, una euforbia arborescente, el cotoperis, una mirsinea, simarrubeas, habitadas por el acri-

dium giganteum, vulgarmente maraquera; araguaneyes, dividivis, el matapalo, una hermosa calliandra, el cardón de breva, totumos, urapes espinosos, el aceituno, el daguaro (leguminosa) y los abundantes guamachos (*pereskia*), vestidos de flores amarillas.

En la región del alto Parhuachón, hacia el río Majayure, el suelo está más cubierto de bosque, y los espacios abiertos poblados de mejores gramíneas y leguminosas herbáceas de forraje. Hay muy pocos hongos y otras criptógamas; tan sólo cerca de la sierra de Montes de Oca van apareciendo la usnea barbata y la tenuifolia. Existe mucha pringamosa y árbol de seda (*asclepias*); este último en toda La Guajira, menos en el río Majayure. Los bosques, compuestos de árboles y tupidas enramadas de bejucos, están formados de ceibas (*bombax*), jabillos, daguaros, cedros, indiosdesnudos, caricaris, diomates, bejucos de malpigíáceas leguminosas, dileniáceas, menispermásicas y bignoniáceas, palomora y mamones muy agradables por su sombra y sus frutos. En las riberas del Majayure, que corre al pie de los Montes de Oca, hay abundantes caracolífes, guáimaras, cedros, guarimpos blancos, varasanta, cacaíto, cauchos, guásimos, achiote cimarrón, carutos y palmeritas de albarico, chontas y matambitas, una laurácea y una ceibita de tronco recto y cubierto de gruesos agujones.

Hasta las riberas del Majayure apenas se han subido algo menos de 200 metros en pendientes suaves e insensibles. El Majayure corre paralelo a la base de la cordillera, la cual se presenta repentinamente abrupta. En pocas partes están a la vista sus capas casi verticales y destrozadas, pues se hallan generalmente cubiertas de altos y frondosísimos árboles, de muchos bejucos, lianas y plantas herbáceas. En las llanuras salobres de la costa habitan las batdeas, amarantáceas, quenopodiáceas, frankeniáceas y algunas malvas y raquílicas gramíneas. Parece tierra más apropiada para la gartos y cangrejos.

La Meteorología es la ciencia preliminar de la Botánica agrícola e industrial, y en cierto modo parece que debe formar parte de la flora de un país como el nuestro, de tanta riqueza vegetal y tanta variedad de climas y condiciones topográficas y atmosféricas. A reserva de hacer separadamente un bosquejo meteorológico de Colombia, expon-dremos desde ahora algunas observaciones al respecto.

En la vida de las plantas obran de un modo especial e importantísimo el calor y la luz. Al presente no se conoce aún sino de manera muy imperfecta la acción directa del fluido eléctrico sobre la vegetación. Sábese con certeza que, por lo común, la germinación se verifica más fácilmente en los tiempos tempestuosos, más rápido el desarrollo de los tallos, más pronta la maduración de los frutos, y la vida vegetal más activa en todas sus partes; pero fuera de estas generalidades, cuandoquiera

que se ha tratado de penetrar las causas de semejante fenómeno o siquiera de seguirlo en sus detalles y de reproducirlo artificialmente, se ha tropezado con la duda y aun en ocasiones se ha llegado a la contradicción. Con todo, después de los descubrimientos de Davy sobre la descomposición de los óxidos térreos por la pila galvánica, Becquerel ha demostrado con experimentos que, si las grandes fuerzas eléctricas no parece que obran sobre las plantas sino de una manera destructora, no sucede lo propio con las fuerzas pequeñas, cuyo estudio debe originar descubrimientos importantes para la ciencia (1). En los lugares y situaciones donde el viento es frecuente y violento, los árboles, por ejemplo los totumos, son de poca elevación, muy ramosos, rígidos, e indican por la inclinación de sus ramas el punto del horizonte de donde el viento sopla. En los valles y lugares de atmósfera tranquila se ven, por el contrario, árboles muy derechos, elevados, que dirigen hacia el zenit su delgado tallo, poco ramoso y coronado de follaje.

Los instrumentos de Meteorología, tales como el barómetro, el termómetro, el higrómetro, etc., hacen apreciar con más exactitud las influencias atmosféricas y el estado actual del tiempo; pero no contribuyen sino de una manera accesoria a dar a conocer previamente este estado. Ahora bien: a nadie interesa más conocer este resultado que al agricultor, al jardinero, quienes podrían perfeccionar sus cultivos, apresurar o retardar sus trabajos, tomar medidas para conservarlos o sacar partido de los meteoros cuya llegada próxima hubiesen previsto.

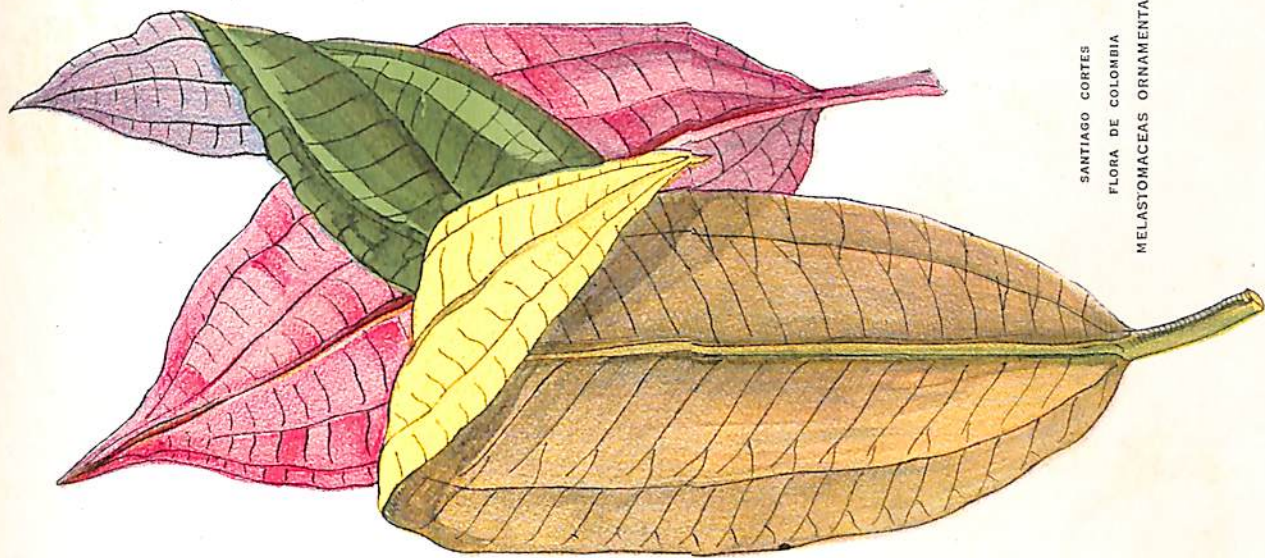
Puede asegurarse que un conocimiento tal aumentaría en más de una cuarta parte los productos de la tierra; y si es cierto que la mayor parte de los habitantes de los campos adquieren por su experiencia personal el arte de prever el tiempo de su localidad, no se pone en duda la importancia que tiene para ellos el aprovechar todas las observaciones hechas sobre este punto, a fin de poder ilustrar acerca de él su experiencia, en cierto modo intuitiva, por medio de los signos que son verdaderos indicadores o pronósticos de los diferentes cambios de tiempo.

En un clima tan variable como el de nuestro país, este arte es muy difícil y exige siempre el conocimiento de las localidades, y también el resultado de las observaciones generales.

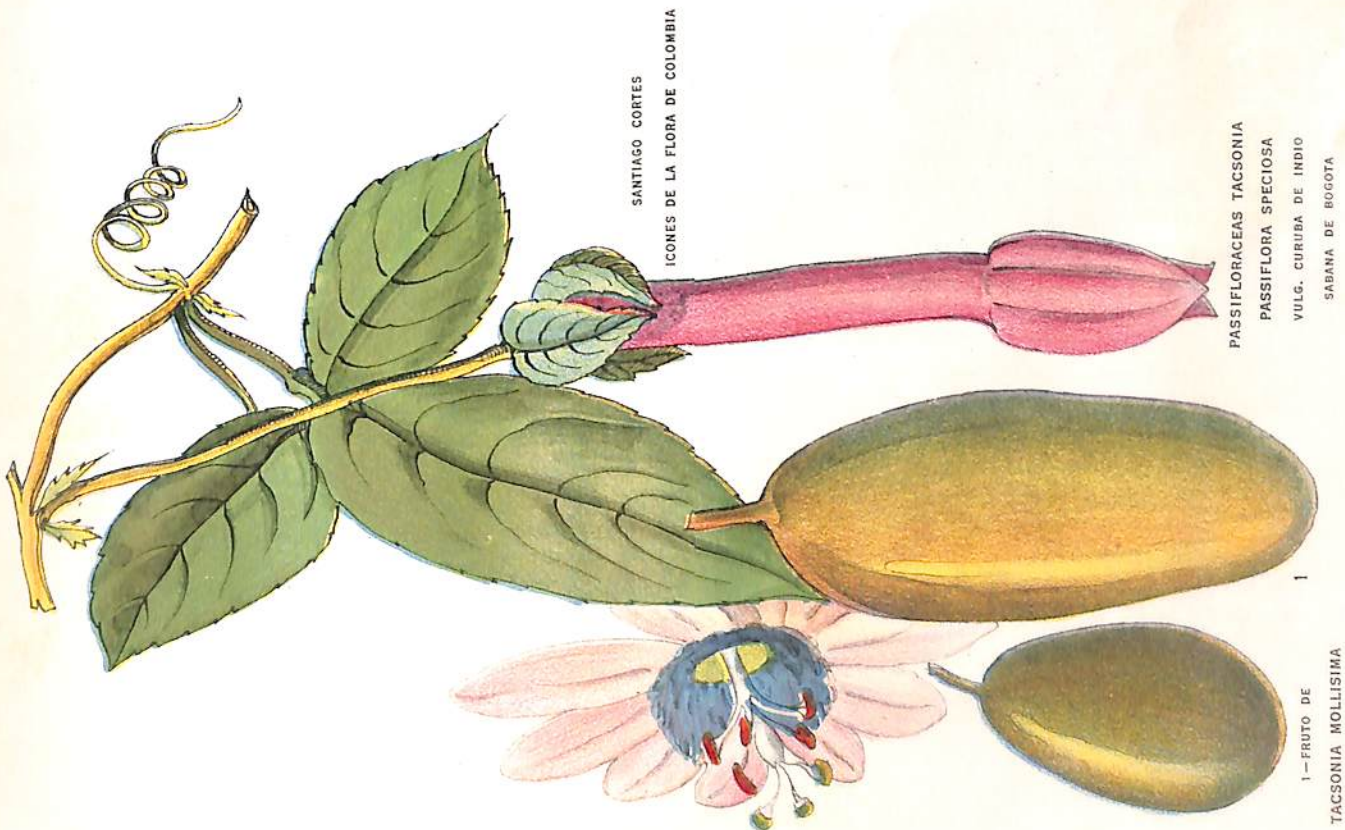
Región de Pamplona a San Faustino (2), pasando por el río Margua y por Tamá. Entre Pamplona y Toledo se encuentra un páramo de 3.000 metros de altura, y en sus declives las boconias, con la particularidad de que en algunos individuos las hojas son crenadas y con grandes incisiones, y en otros son enteras. Arbustos hay que tienen las dos

(1) Mühy hace notar que la intensidad eléctrica de la atmósfera decrece del ecuador a los polos.—(Nota del autor).

(2) Los páramos de Pamplona son, geológicamente, cristolofilianos. Tamá, San Faustino y el Alto Táchira, cretáceos; el Rosario, San Antonio, Ureña y La Mulata, terciarios.—(Nota del autor).



SANTIAGO CORTES
FLORA DE COLOMBIA
MELASTOMACEAS ORNAMENTALES



SANTIAGO CORTES
ICONES DE LA FLORA DE COLOMBIA

PASSIFLORACEAS TACSONIA
PASSIFLORA SPECIOSA
VULG. CURUBA DE INDIO
SABANA DE BOGOTA

1—FRUTO DE
TACSONIA MOLLISIMA

clases de hojas con las incisiones más o menos avanzadas; tal como si las dos especies de boconias y sus variedades se encontrasen aquí confundidas en una sola.

En esta comarca no hay el género salvia, muy rico en especies en el Quindío y en algunos otros puntos de las cordilleras cercanas a la línea equinoccial; pero abundan, como en la parte alta de San Faustino, las rubiáceas, melastomáceas, clorantáceas de agradable perfume y las miricáceas.

En el río Margua o Chitagá hay bellísimas pasifloráceas o pasionarias, y en sus riberas, a 2.000 metros, abunda el alnus ferrugínea.

En Tamaita, donde el termómetro oscila entre 16° y 23° c., hay hermosa vegetación: abundan extraordinariamente los musgos, líquenes y selagineas; una melastomácea de grandes hojas, de 80 a 100 centímetros de longitud (*m. grandifolia*), otra acuminada de hermoso follaje (*m. acuminata*); muchas lecitídeas o variedades de ollas de mico, y una hermosa zona de quinas (*cinchonas*) y cedros en la parte alta. También predominan los árboles de sarno (*rhus*), resino o caraño, cuya madera arde muy bien; cañaguates (*tecoma*), taray, moral, etc. Infinidad de criptógamas visten los troncos de estos árboles; sus frondosas ramas están unidas por lianas y bejucos de varias especies, y de sus altas copas se desprenden, sobre la silenciosa maleza, las rojas corolas de una primorosa lorantácea.

En las altas y frías llanuras de Tamá, cubiertas de ordinario por la niebla, hay poca vegetación, reducida a pajonales y frailejones enanos. En las transparentes aguas del Oirá, a 3.200 metros, vegetan algas rudimentarias, materia protoplásmica verdosa, filamentosa o amorfa. De los 3.000 metros para abajo se ven araliáceas, dracenas, aroides, bejucos de asclepiadáceas, begonias, una berberídea de flores naranjadas, pequeñas bromeliáceas de hojas rosadas y verdosas, *siphocampylus*, el aromático granizo, de virtudes medicinales; muchas ericáceas, entre las que sobresale una bejaria arborescente, el bellissimo *lisianthus princeps* de Karsten, geraniáceas ornamentales y un sinnúmero de jamesonias y otros helechos, algunas labiadas, licopodiáceas, cufeas, lorantáceas, melastomáceas acaules —carácter que toman algunas familias en los páramos— plantagos, oxalis, pequeñas pasifloras, rosáceas y rubiáceas.

En la hacienda de *La Siberia*, al pie de Tamá, la vegetación es completamente de tierra fría. El valle del Táchira es amplio, cubierto de bosques y de algunos cultivos; al bajar a Mundonuevo se estrecha entre peñas casi verticales, y torna a ensancharse en Planadas, donde toca ya la gran llanura cuaternaria que forman el Pamplonita y el Zulia.

El camino de Mundonuevo para Cúcuta está cultivado en gran parte. Baja por los elevados peñascos de la orilla izquierda del Táchira, por entre bosquecillos de verbenas, durantas, crotones y leguminosas; por los angostos lechos de las quebra-

das o riachuelos levantan sus amarillas copas los cañaguates o chicalaes; al norte se ven los enrojecidos cámbulos o búcares, bajo cuya sombra protectora crece y fructifica el delicioso cacao de Cúcuta.

En el valle de Cúcuta, donde se reúnen el Pamplonita y el Zulia, crecen el mamón (*melicocca*) (1) hermoso árbol de gran frondosidad, la eritrina umbrosa (cámbulo o ceibo), varios tecomas que se visten de flores rosadas y amarillas en los meses de mayo, junio y julio; el cacho, hermoso árbol de las leguminosas, que se ostenta cubierto de flores moradas en los meses de abril y mayo; el zorrocloco y otras caparidáceas del género *crataeva*, notables por la frescura de su sombra; el tambor, magnífico árbol de las esterculiáceas; apocíneas, meliáceas, cujies, chipios y los clemones, cuya madera ostenta aguas y juegos de luz de bonito efecto en ebanistería. Hay en abundancia, entre las yerbas, arbustillos de las cordias, de fruto rojo, crotones varios, verbenas, convolvuláceas, cuyas flores se hallan matizadas de diversos colores, la damiana, muchas leguminosas, malvas y algunas compuestas, espigelias, gramíneas, el plumbago o flor del diablo, daturas, tiliáceas, ornamentales emarantáceas, y pequeñas cactáceas, el *statice* y hermosas aristoloquias y asclepiadáceas.

Hacia San Faustino crecen los chaparros y varias palmeras, el teñidos caruto y un monadelphantus, una postrada cigofílea, una malva de La Guajira (*sida variegata*), el árbol de cascarillo, de agradable olor balsámico, y la preciosa malagueta.

Vegetación riquísima en melastomáceas y rubiáceas es la que puebla las alturas de San Faustino. Protegidas por un clima medio, agradable, viven en las faldas del empinado cerro del Mucujú.

En los bosques del Zulia y Catatumbo, habitados por multitud de aves, hacen contraste, al amanecer, el gris nebuloso del cielo, el azul oscuro de las montañas lejanas, el verde glauco de los orumos entre el follaje laca verdoso de los grandes y tupidos higuerones, y el reflejo de esta vegetación en el agua amarillenta de los ríos.

En el Tarra y Bajo Catatumbo abundan los cauchos, la copaiba, el tacamahaco y el árbol de leche o vacajosca. También se encuentran en aquellas extensísimas selvas ollas de mono, caracolies, varasanta y palmeras. Hay árboles comunes a toda la región del Catatumbo y de sus grandes tributarios, y se encuentran por todas partes, como los higuerones y orumos, ya mencionados; pero de ordinario los de una misma especie habitan juntos en localidades relativamente de poca extensión, como los cauchos y copaibos. Abundan el guayabón, guayabo, peronío, guáimaro, caimito, guarumaco, palo de cruz o ariza, bodoque, menudito, ya-ya; palmas de albarico, manaca y lucateca; indio desnudo o pelón; jobo y otras terebintáceas; ja-

(1) Tiene la peculiaridad de que sus peciolos son unos alados y otros no, y suelen llevar una hoja suplementaria en el último par de foliolos.—(Nota del autor).

gua, balso, cañaguante, estoraque, cedros, guamos, caoba, balaústre, roble, palmas maporas y arribataderas. Muchísimas monocotiledóneas, plantas herbáceas y bejuocos pueblan las riberas majestuosas de estos ríos y embalsaman el aire con delicados perfumes, como para neutralizar los miasmas palúdicos que se levantan de una tierra húmeda y ardiente y cubierta de despojos vegetales acumulados en muchos siglos.

Una de las plantas más hermosas de nuestra flora —la meriana majalis— embellece en San Faustino las faldas del cerro Mucujú, donde nacen la quebrada de Don Pedro, la del pueblo y otros riachuelos que corren hacia el norte en busca del río de La Grita.

En la región del Caquetá o Yupurá, terminada en su parte inferior por llanuras de bosques inundados, se encuentran las caucheras de *Hevea Duckei* Hub. y *H. Benthianr*: varios *ficus*; palmeras de los géneros *Astrocaryum javary* Mart., *Euterpe precarotia* Mart., *Iriartea exorrhiza* Mart., pequeños *Bactris* y *Mauritia Martiana* Spruc. Apocináceas como el juanzoco o *Hanrocnia* aff. *amapa* Hub., *Couma macrocarpa* Barb. *Theobroma cacao* y otras esterculiáceas; *Jacaranlas*, vaco o *Brosimum* afin del *galactodendron*; *Nectandras* y otras lauráceas. Entre las Poligonáceas el *Triplaris surinamensis* Cham., habitado por unas hormigas del gen. *Pseudomyrma*. En las tierras inundadas hay en especial *Cecropias*, *Heliconias*, *Caumas*, *Olmédia* y algunas palmeras.

Hacia las tierras altas de La Pedrera aparecen entre las Ocnáceas la *Cespedezia amazonica* Hub., varias legumináceas cesalpínias, *Diploctropis Martiusi* Benth., *Elisabetha Duckei* Hub., *Brownea langipedicellata* Hub. y *Heterostemon conjugatus* Spruce, cuyas flores grandes y rosadas aparecen sobre el tronco: la *Juga strigillosa*, que es muy común, *apeiba loevis* Aubl., de las Tiliáceas.

Como árboles corpulentos son notables el higuerón, el palo de vaca o vaco y algunas leguminosas.

En las tierras altas no sujetas a inundaciones abundan, junto con las Heveas, varias Melartimáceas y Rubiáceas; algunas mirmecófilas, en especial de los géneros *Tococa*, *Myrmedome* y *Duroia*; la *Bertholletia excelsa* H.B.K. y numerosas Apocináceas, entre las que es notable la *Couma macrocarpa* Barb. de frutos comestibles, y abundante látex perfumado y muy agradable.

Se halla una sarrapia de la especie *Dipteryx polyphylla* Hub., una *Mahurea* de las Teáceas; la hermosa *Episcia reptans* Mart. con flores de un rojo vivo, la *Weagewiezia coccinea* de brácteas escarlatas, un *Caryocar* y la *Scleronema grandiflorum* Hub. de las Bombáceas.

En el cerro de La Pedrera o de Cupaté abunda el bosque revestido de Bromelias, Peperomias, pequeñas Orquidáceas, una *Zamia* entre las Cycadáceas, numerosas aroidáceas, una pequeña palmera y una soberbia *Cattleya*. Las piedras de aquel cerro, y aun los troncos y las hojas, se hallan cubier-

tos de Bryophitas y Pteridophitas. Allí se ven elevadas palmeras, como *Mauritia Martiana* Spr. y la *Oenocarpus circumtextus* Mart., Remijias o árboles de quina, Bignoniáceas raras como la *Nemotopogón densicoma* Bur. et Schum. de flores blancas y la *Euceraea nitida* Mart. género monotípico, conocido solamente en esta montaña.

La utilidad de las plantas se manifiesta de mil maneras, embalsaman y purifican el aire; embellecen la morada del hombre y contribuyen a perfeccionar sus sentimientos más nobles y delicados; lo proveen de alimento sano y nutritivo; procuran una infinidad de medicinas para combatir las enfermedades de los animales, y contribuyen de mil modos al bienestar de la humanidad y al desarrollo de la riqueza pública.

* * *

APUNTES BOTANICOS

Dicotiledóneas

Legumináceas. Esta familia comprende árboles, arbustos y yerbas de todas dimensiones; las hojas generalmente compuestas, pennadas y con estípulas, las flores ordinariamente hermafroditas e irregulares, polipétalas y de diez estambres *mono* o *dia-delfos*. El fruto es casi siempre una vaina o legumbre, dehiscente o indehiscente. Esta gran familia se divide en cuatro sub-familias, a saber: *Papilionáceas*, *Cesalpínias*, *Swartzias* y *Mimosas*, y contiene más de quinientas especies conocidas en nuestra Flora, de las cuales mencionaremos las más eminentes por sus virtudes medicinales:

Abrus precatorius L., bejuco llamado *pionía* en Cundinamarca; *chochito de indio* en Antioquia; *jequiriti* en Terapéutica, *peronilla* en la Costa Atlántica.

Es un arbusto voluble, originario de Asia, de flores papilionáceas y en racimos; las hojas tienen 15 pares de folíolos generalmente. Todas las partes de este bejuco se emplean contra la tos y la bronquitis. Las semillas en maceración en el agua constituyen un remedio para la curación de diferentes oftalmías (*Journ de Therap.*). Se emplean también en la conjuntivitis granulosa, con hipertrofia papilar, especialmente, en solución al 1 por 100 en agua caliente y filtrada, trituradas previamente las semillas. El *jequiriti* (*Anuario de Medicina y Cirugía*) debe sus propiedades a la *abrina*, sustancia albuminóidea muy venenosa, que pertenece a los fermentos solubles y se presenta bajo la forma de un polvo pardo amarillento soluble en el agua. Bardet (*Nouveaux remedes*, 1897) considera esta materia albuminóidea químicamente como una *jequirityzimas* (*Chemistry organic by Bloxam*, etc.). Fonssagrives y otros químicos opinan que el *jequiriti* debe su acción medicinal no a un principio tóxico determinado, sino a ciertos *bacilos*, cuyos gérmenes encierran los granos o semillas, y que se desarrollan y pululan al contacto del agua. Los mencionados microbios parece que encuentran en el organismo de los animales de sangre fría un medio favorable a

su multiplicación, de tal manera que los batracios son los animales que deben emplearse en estos experimentos.

Según Cornil y Berlioz, las inyecciones hipodérmicas de 1 a 2 centímetros cúbicos de la maceración de 32 gramos de semillas en 500 de agua, mata los conejos en el espacio de 3 a 5 días, presentando estos animales, además, equimosis y una considerable hipertrofia de las glándulas de Peyero, pudiendo demostrarse a la vez la existencia de *bacilus* en la cavidad del peritoneo.

Erythrina corolodendron L. Arbolillo de tallo subespinoso, de pecíolos inermes; las flores son papilionáceas. Es planta de la América tropical. Según Vilanova y Piera, las flores son pectorales, y las raíces sudoríficas. Encierra (Bardet, *Nuevos remedios*) en la madera un alcaloide narcótico que obra sobre el sistema nervioso central, sin alterar la excitabilidad motriz ni la contractilidad muscular; dicho alcaloide ha sido llamado *erythrocoraloidina*.

El extracto de este arbolillo es hipnótico y sedativo; muy útil en la locura con agitación e insomnio, pues proporciona a los enfermos un sueño tranquilo y reparador; los ensayos clínicos y estudios experimentales enseñan que en estos casos se puede usar el extracto a la dosis de 0.50 centigramos, dos o tres veces por la noche; también obra esta droga como diurética y purgante, y sirve para neutralizar los efectos tóxicos de la estricnina.

La *erythr. rubrinervia* H. B. K., vulgarmente *chochos colorados*, goza de propiedades semejantes, así como la *E. umbrosa*, llamado este árbol: *anaco*, en el Socorro; *cámbulo*, en Cundinamarca y el Tolima; *búcare*, en el Magdalena; *barbabusco*, en Ocaña; *ceibo*, en Cúcuta, y *písamo*, en Antioquia y Cauca.

Las tres especies anteriores gozan (*Journ. de Ther.*) de las mismas propiedades medicinales, y producen los mismos efectos fisiológicos. Con el líber de la corteza se prepara un extracto, tintura o jarabe, y la decocción para usos externos.

Los interesantes resultados obtenidos por el doctor Bochefontaine, al practicar el estudio fisiológico de estas plantas, animaron al Rey a ensayarlas en los casos de insomnio y agitación arriba mencionados.

El extracto flúido de las *erythrinas* se preconiza para muchas afecciones, como insomnio, tos, asma, coqueluche, neuralgias histéricas, hepatitis crónicas e infartos del hígado. El Anuario de Medicina y Cirugía de Madrid (1884) habla de sus buenos efectos en la elefantiasis de los árabes. Los doctores Caminhoa, D'Azevedo y otros, del Brasil, han empleado esta sustancia como sedante del sistema nervioso, e hipnótico.

Según el doctor Costa, del Brasil, el extracto a la dosis de 0.40 a 0.50 centigramos, no altera la temperatura ni la respiración, pero es menor la impulsión cardíaca y hay adormecimiento de la

sensibilidad para el dolor; cuando no se produce el sueño, hay siempre un estado de calma y de bienestar para los enfermos; cuando se produce, es sin agitación, y está seguido de un despertar fácil y tranquilo como después del sueño normal. No ejerce acción hipnótica en los adultos a la dosis de 0.10 a 0.20 centigramos.

En ciertas personas hay vómitos consecutivos a la administración de esta sustancia. El doctor Freire manifiesta que las semillas del *E. corolodendron* son venenosas, convulsionantes y estupefacientes.

Dolichos urens L., (*Mucuna urens* D. C. *mucuna mutisiana*).— Este bejuco lleva generalmente el nombre de *ojo de venado*, *ojo de buey*; *pica-pica* en Cúcuta, etc.

Es planta voluble con flores amarillentas manchadas de púrpura, dispuestas en largos racimos; la vaina tiene de 10 a 15 centímetros de longitud y de 5 a 6 de anchura, comprimida, e hinchada donde se encuentran las semillas, doblada y cubierta de pelos caducos, rojizos, ásperos y urticantes, que provocan en la piel una rascazón muy viva; las semillas son córneas, redondas, aplanadas, de color ocre oscuro y rodeadas en los dos tercios de su circunferencia por una banda negra; estas semillas se llaman *ojos de venado*, y son tenidas por agentes específicos para curar las hemorroides con sólo cargarlas úno consigo; la decocción de la planta entera sí es eficaz, en baños de asiento, para corregir esta molesta enfermedad, y la tintura tomada interiormente, pues obra de un modo especial sobre la circulación venosa, como el *hamamelis virginica* y el *castaño de la India*. Los pelos que cubren las vainas se trituran y mezclan con almíbar (0.05 centigramos) para tomarlos como vermícidas. Se encuentra esta preciosa planta en todas las tierras templadas, de 1,000 a 2,000 metros especialmente, y no debe confundirse con el *dolichos pruriens* L. (*mucua pruriens* D. C.) que es planta de flores rojizas, vainas pequeñas indehiscentes, de la longitud y grosor del dedo pequeño, recurvadas en S. y cubiertas también de pelos urticantes como los de la especie anterior. Este bejuco está diseminado por Asia, Oceanía y las Antillas.

Calliandra clavellina Krst. Arbol de la clase de las mimóseas, que se encuentra al norte de Santander; se llama *clavellina* en Ocaña; *carbonero* en Medellín. Le viene el nombre genérico a esta planta de dos palabras griegas, que significan *hermosos estambres*. Las *calliandras* son árboles parecidos a los *guamos* o *ingas*, y producen el *Pambotano*, agente terapéutico de medicina mexicana; dicha sustancia se extrae de la corteza de la raíz de estas plantas y se emplea para tratar el paludismo crónico. Contiene el *Pambotano* un glucosido, un aceite esencial y otro saponificable, materia cérea y dos taninos: uno que precipita en negro las sales de hierro, y otro en verde-oscuro. Sin embargo, como este agente no mata el microbio de

Laverán, su acción febrífuga no es permanente. Más eficaz es la de varios *guamos* que tienen las hojas febrífugas y astringentes en alto grado.

Brownea grandiceps Jacq. Arbol pequeño, sin espinas, de madera amarillosa, muy dura, como la de casi todos los árboles de esta familia; las flores, de color rojo naranjado, están reunidas en pseudo-capítulos grandes, muy hermosos, con brácteas.

Este árbol es conocido en todo el bajo Magdalena, en Ocaña y en otros lugares de la República de Colombia, y lo llaman *palo de cruz*, *ariza* y *roso de monte*.

Las flores en infusión son laxantes. Pasa por uno de los mejores hemostáticos, pero la única propiedad terapéutica comprobada de esta especie y de las otras del género, es que sus semillas son afrodisíacas.

Myroxilum peruiferum. Mutis (*myrospermum pedicallatum* Lamk) y algunas variedades. Arbol llamado *tache* en el Cauca, y que produce el *bálsamo del Perú* (Kunth); se encuentra igualmente en el bajo Magdalena; tiene las hojas coriáceas y persistentes; legumbre indehisciente. Contiene una resina insoluble en el sulfuro de carbono, que constituye próximamente el 35 por 100 de su peso, y una sustancia líquida, de olor muy suave y aromático, denominada *cinameina* o *cinamato-benzolío*. (Fonssagrives).

Esta sustancia balsámica tiene numerosas aplicaciones terapéuticas: es poderoso antiséptico, y especialmente activo contra el bacilo del cólera. En Viena lo han empleado en inyecciones en la tuberculosis, ya sean los tubérculos torácicos o abdominales (Bardet). Ha sido empleado con buen éxito por el doctor W. Ebstein, de Alemania, en el tratamiento local de la *ozena*; por varios días se barniza el interior de la nariz con el bálsamo, y se deja en las partes interiores de este órgano un tapón empapado en dicha sustancia.

Desde 1880 era usado contra la sarna, y en 1888 publicó Roseberg los brillantes resultados que había obtenido con esta droga en la leucoplasia; posteriormente Landerer ha tenido la felicidad de señalar la acción enérgica de las inyecciones de *bálsamo del Perú* en la tuberculosis. En este caso se cree (*Pharm. Ztng.* 1889) que su acción no es debida tanto al poder microbicida de que está dotado el bálsamo, cuanto al poder destructor de las protomías producidas por los microbios.

Toluifera balsamun. *Bálsamo de Tolú*. Arbol de Colombia y de otros lugares de la América intertropical; su tronco es recto y pasa de 20 metros de altura; tiene las hojas compuestas imparipinadas; las flores forman racimos axilares; el fruto es una legumbre con una sola semilla. El bálsamo mana de las incisiones hechas en la corteza del árbol, y se endurece al contacto del aire, pero se ablanda con el calor; tiene olor suave y aromático. Se usa en terapéutica para combatir las bronquitis crónicas.

Dipteryx odorata Willd. Es un árbol de la región septentrional de la América del Sur; tiene las hojas alternas, el peciolo marginado y las hojuelas también alternas. Las flores son papilionáceas. Las semillas, conocidas con el nombre de *tonka* o *sarrapia*, son muy aromáticas, contenida cada una en un fruto drupáceo ovoide, monospermo o indehisciente. Se usan en perfumería.

Debe la *tonka* su aroma a una sustancia cristalizabile que, según las investigaciones de Quibourt y otros, es diferente del ácido benzoico; constituye un principio especial llamado *cumarina*, obtenido recientemente por síntesis. La *cumarina* se encuentra asociada en la sarrapia a un aceite graso y al ácido benzoico.

Estas semillas, además de ser perfume, son tóxicas y gozan, según Fonssagrives, de propiedades estimulantes y antiespasmódicas. La tintura es de efecto medicinal, recomendable en los casos de debilidad notable con somnolencia, vértigos y náuseas.

En Colombia se encuentra este árbol hacia la región del Orinoco y en los Departamentos de Magdalena, Bolívar y Santander.

Anda-Brasilensis, árbol elegante de buena madera; la corteza macerada en el agua embriaga los peces; con dos semillas de este árbol, mezcladas con anís y canela debidamente endulzadas, se prepara un purgante agradable aun para las mujeres en cinta. (Pis. et Maregr. H. N. Bras.).

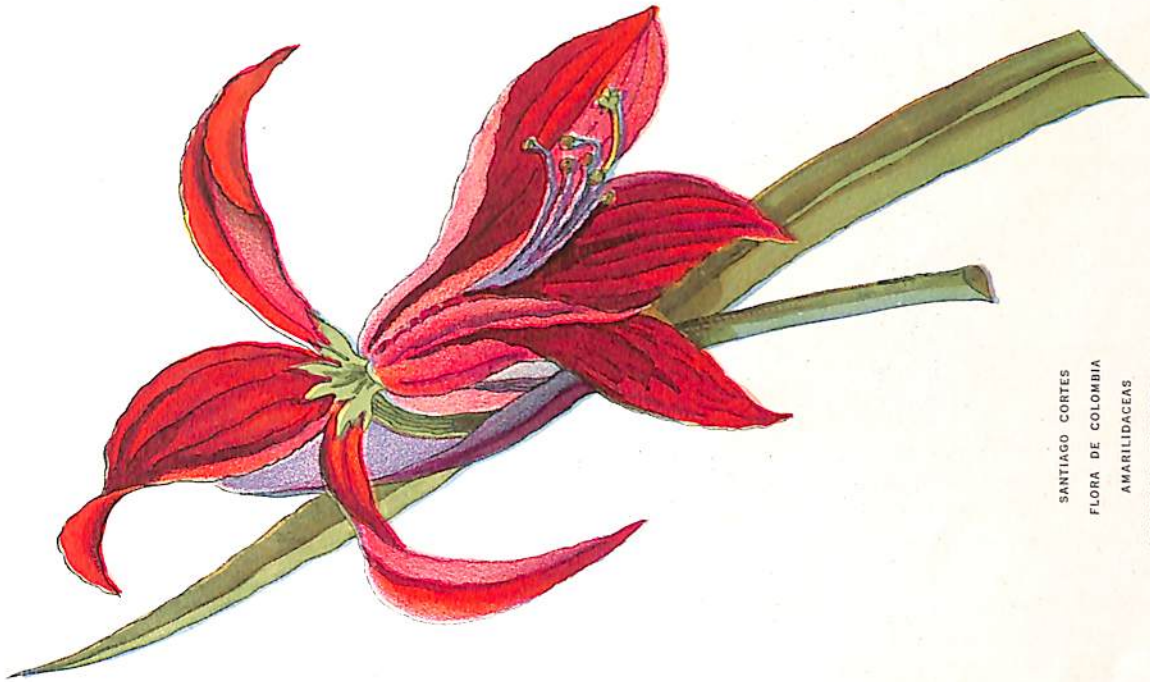
Cassia. Este género encierra plantas generalmente purgantes, árboles o arbustos; muchas son apenas laxantes, algunas febrífugas, y otras empleadas en las dispepsias.

Son plantas de flores amarillas, patentes y caducas; el cáliz es cinco-filido e irregular; la corola pentapétala, rosácea, más o menos irregular, pétalos unguiculados; diez estambres desiguales con los filamentos libres; las anteras biloculares, un estilo y estigma sencillo; la legumbre multilocular aplanada, cilíndrica o alada, conteniendo a veces una pulpa laxante. Las hojas son alternas, estipuladas y paripinadas.

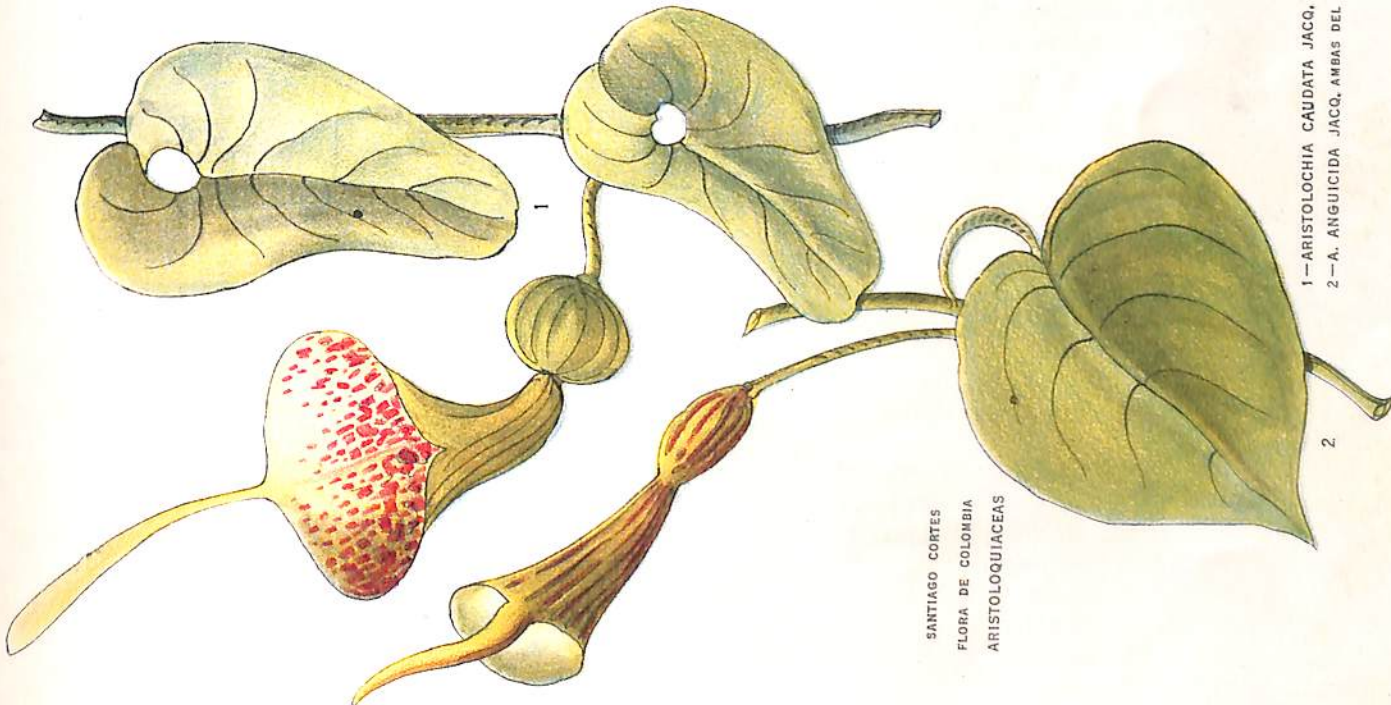
Cassia brasiliensis Lamk (*Cathartocarpus brasiliensis* Jacq.). Se encuentra entre Turbaco y Cartagena (Kunth) y en muchos otros lugares de Colombia y de la América intertropical. Las hojas de este árbol tienen de diez a veinte pares de hojuelas tomentosas en la cara inferior. Se llama *cañafístula gruesa* por sus frutos; la pulpa es laxante. De propiedades semejantes gozan las especies siguientes:

Cassia moschata (Kunth) del bajo Magdalena; *pequeña cañafístula* de América. (Fonssagrives).

La pulpa de estas cañafístulas contiene azúcar, peptina, goma, materia extractiva amarga, glutina y una pequeña cantidad de un principio purgante análogo a la *catartina* del Sen. El extracto acuoso constituye un excelente purgante, de acción segura y suave, sin provocar perturbaciones orgánicas de ningún género. Es purgante propio



SANTIAGO CORTES
 FLORA DE COLOMBIA
 AMARILLIDACEAS
 AMARILLIS FORMOSISSIMA



SANTIAGO CORTES
 FLORA DE COLOMBIA
 ARISTOLOQUIACEAS

1—ARISTOLOCHIA CAUDATA JACQ.
 2—A. ANGUICIDA JACO. AMBAS DEL LITORAL

2

de los niños y de las personas debilitadas. (Fonsagrives).

Cassia alata L. (*Cassia herpética* Jacq.) Este subarbusto es común en las Antillas y en el bajo Magdalena, desde el nivel del mar hasta 1.200 metros. Se le llama *mocuteno* o *hierba de playa*, en el centro de Santander, y *bajagua* o *locutema* en Ocaña y Magdalena.

Tiene las hojas grandes, con ocho a doce pares de folíolos (Kunth) y el pecíolo con un canal longitudinal; flores amarillas, patentes, en espiga erguida. Los estambres son diez, así: uno en forma de saeta; dos grandes, encorvados, de color amarillo de ocre; cuatro más pequeños, y tres más pequeños, de forma más irregular. Las legumbres son largas, de unos quince o veinte centímetros y con dos expansiones aladas. Se aplica tópicamente con éxito contra algunas dermatosis; es, además, laxante o purgante suave; las hojas contienen ácido crisofánico y *chrysarobina*, y su tintura pasa por diurética. (Bocquillon Limousin, form., *Les médic. nouv.*). El polvo de las hojas se usa en pomada contra los herpes, dertos, etc., y otras dermatosis agudas o crónicas.

Cassia indecora Kunth. Del Norte de Santander y de Venezuela, donde se llama vulgarmente *chiquichique*. Se emplea para combatir las fiebres biliosas. (Trans. of the Pan-Amer. Med. c.).

Cassia tomentosa Mutis (*C. multiglandulosa* Jacq.) De la Sabana de Bogotá, vulgarmente *alcaparro*. Arbusto que se cubre de flores amarillas en la época de la inflorescencia; las hojas tienen seis pares de folíolos, a veces siete u ocho sub-oblongos, agudos, tomentosos; las flores en racimos axilares; legumbres pequeñas, aplanadas, tomentosas. El cocimiento de esta planta se ha empleado con buen éxito en algunos casos de fiebre tifoidea y en las disenterías; sus efectos son más seguros asociada a la verbena.

Cassia occidentalis L. Arbusto pequeño, el tallo es algo rojizo; la base de los pecíolos tiene una glándula rojiza en forma de un botoncito, y las hojas se componen de cinco pares de folíolos, ordinariamente lanceolados, glabros y separados. Esta útil especie se llama *brusca* en Venezuela y en el Norte de Santander; *bicho* en Ocaña; *furrusca* en el oriente de Cundinamarca (?) y *comida de murciélagos* en Cumbitara y otros lugares del Cauca.

El cocimiento se emplea en la dismenorrea, cólicos uterinos y supresión de los loquios (*Transactions of the first Pan-American medical Congress*. Washington, 1895, vol. 1), como que es efectivamente un tónico del útero. Los granos tostados a modo de café son empleados ventajosamente en las dispepsias de los artítricos, en el asma nerviosa y como emenagogos; en tintura gozan en alto grado de propiedades febrífugas y antiperiódicas, lo mismo el cocimiento de las hojas (Bocq. Limous). M. Martineau ha preconizado esta planta

como reconstituyente, antianémica y antidismenorreica, y en los sudores de los tísicos.

Las semillas han sido estudiadas por Heckel, Schlagdenhaufen y Clouet, y han encontrado, además del tanino y otros principios inmediatos, la *achrosina* [$C^{14} H^{18} O^8$].

Se emplean las siguientes dosis: sufusión de las semillas, 15 gramos por 250 de agua, dos o tres veces al día, infusión (de café negro) tostadas las semillas; tintura hidroalcohólica de la planta y extracto acuoso. M. Natton ha preconizado un vino y un elixir a la dosis de cuatro cucharadas de café por día.

Cassia macrophylla Kunth, de la Costa Atlántica.

Cassia speciosa Kunth, del bajo Magdalena.

Cassia macrantha, del Oriente de Cundinamarca.

Cassia stenocarpa, en Utica, vulgarmente *chilinchile*, y otras, llamadas *chilinchiles*, *hierba de gallinazo*, *frijolillo*, etc., contienen ácido catártico y son purgantes y febrífugas generalmente.

Hymenaea. Este género encierra unas pocas especies, que son grandes árboles de los climas ardientes de la América tropical; producen excelentes maderas en todos sentidos, conocidas con los nombres de *algarrobo*, *algarrobillo*, *nazareno*.

Hymenaea curbaril L. El extracto flúido de la corteza es astringente y sedativo arterial; se aplica ventajosamente en las hemoptisis, hematurias y disenterías, de 10 a 20 gotas del extracto; también es vermífugo. La resina se puede emplear en algunas afecciones pulmonares (Bocq. Limous).

Mimosaeae Juss. Esta subfamilia se compone de árboles, arbustos o plantas herbáceas, frecuentemente espinosas, como lo es el grupo de las *acacias*. Flores polígamas en capítulo o espiga, las hojas compuestas de muchos pares de pequeños folíolos que se juntan al contacto de cuerpos extraños, o en la oscuridad, en algunas especies.

Son plantas de muchas virtudes terapéuticas, y algunas suministran la sustancia conocida con el nombre de *goma arábica*, que es un producto patológico vegetal, lo mismo que las gomas de otros árboles.

El doctor Beiferink, en un trabajo publicado por la Academia Real de Amsterdam en 1884, ha emitido la opinión de que la producción de la goma arábica y otras, puede excitarse artificialmente, incrustando particillas de goma en heridas artificiales practicadas en la corteza del respectivo árbol o arbusto que deba producirla.

Como las heridas en la corteza de las acacias no son suficientes por sí solas para producir goma, ni se produce tampoco si en dichas heridas se incrustan partículas de goma que hayan experimentado la acción prolongada del calor, cree dicho naturalista que la goma desarrolla una inflamación en la herida de la acacia, por el concurso de bacterias o de otros organismos vivos que ella contiene.

El primer síntoma de la *gomosis* es la aparición de una mancha rojiza alrededor de la herida, debida, sin duda, a la formación de un pigmento en las células de la corteza.

La *Mimosa pudica* L. del bajo Magdalena, Ocaña, Cúcuta y otros lugares, y la *Mimosa somnians Willd.*, de Ibagué (Kunth) y muchos otros lugares de la República y de la América intertropical, son plantas llamadas vulgarmente *sensitivas*, cuyas raíces son irritantes y aun tóxicas a altas dosis; las semillas constituyen un buen emético; la infusión de las hojas es un tónico amargo importante. Las *acacias* y *mimóseas* son generalmente astringentes y se pueden emplear para llenar indicaciones terapéuticas a este respecto (Dujard. Beaum.).

La *Mimosa flexuosa*, llamada *pelá* en el Tolima, y *aromo* en el Cauca; la *Acacia foetida* del Cauca, llamada *hedionda*, la *Acacia cinerea*, vulgarmente *cuji* en Cúcuta, y otras especies conocidas en el país con los nombres vulgares de *espino redondo*, *cuji cimarrón*, *uña de cabra*, *panelo* o *rasgarasga*, etc., obran de un modo notable sobre el sistema circulatorio y nervioso; tienen virtudes eficaces en las fiebres perniciosas, en la malaria crónica, en el artrismo y en las neuralgias acompañadas de fiebre e hiperestesia; la corteza es generalmente tenífuga y de sabor agradable.

La más importante de las *mimóseas* es el *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. (Fl. Br.), arbolillo inerte de la América intertropical, de la serie de las *adenanthereas*.

La corteza es hemostática, se conoce en la farmacia francesa con el nombre de *cortex adstringens*. Contiene, según Peckolt, un tanino que precipita en verde las sales de hierro.

El doctor Peixoto, del Brasil, prescribe esta corteza en la leucorrea y en las hemorragias *post partum* (obrando como el árnica y el cáñamo indio) interiormente, y al exterior en las epistaxis y para la curación de algunas úlceras indolentes inye-
teradas.

Caulotretus Endl. gén. 6789.

Caulotretus vestita (Triana). Sub-arbusto de los climas calientes, llamado *bejuco cadeno* y *cadenillo* en Ocaña; es antidisentérico, según Triana.

Bauhinia L. Este género se compone de árboles o arbustos de los climas ardientes, inermes, con hojas alternas, más o menos profundamente bilobadas; tienen dos estípulas en la base del pecíolo; las flores son blancas o rojizas, en racimos axilares o terminales. Las especies de este género se llaman vulgarmente *pata de vaca* en Barranquilla, y tienen las flores laxantes y carminativas.

Dalea Richard.—De este género hay unas cuatro especies en Colombia (Triana). Las más conocidas son: la *Dalea mutisii* Kunth (*galega caerulea*, Mutis), llamada *chiripique* en Bogotá; y la *Dalea astragalina* del Cauca, conocida con el nombre vulgar de *Pispura* (Kunth). Indicadas en tinturas o cocimiento en la atrepsia de los niños.

Psoralea mutisii Kunth, vulgarmente *ruchica* en Bogotá, y *P. glandulosa*, vulgarmente *culen* en el Cauca, son estomacales y vulnerarias.

Indigofera tinctoria, vulgarmente *añil*, y la *I. polyphylla* de Ibagué, vulgarmente *añil cimarrón*, son plantas emenagogas; producen el tinte azul conocido en el comercio y tienen además las hojas purgantes y la raíz vermífuga.

Tephrosia senna H.B.K., vulgarmente *sen* en el Sur del Cauca.

Tephrosia toxicaria Pers., vulgarmente *barbasco* en las tierras calientes. Son plantas drásticas y venenosas; las ramas jóvenes y frescas, puestas en el agua, matan a los pescados. Como tónicas del corazón se han indicado para reemplazar a la *digital*. La última especie es tintorial y produce un hermoso color azul.

Los *desmodium* son varias especies muy comunes en nuestra Flora y son plantas humildes, conocidas con los nombres de *cadillo* y *amor seco*. No tienen propiedades notables terapéuticas; el doctor García, del Cauca, menciona, sin embargo, como alexifármaco a un *desmodium* de aquel Departamento. Generalmente son apenas astringentes. (*D. tortuosum* DC.).

Lonchocarpus macrophyllus H.B.K. Habita en las riberas del bajo Magdalena; las hojas son irritantes y vomitivas, como las del *L. latifolius*, y se emplean para embriagar a los peces.

Sophora glicinoides, vulgarmente llamada *barbasco*, goza de propiedades terapéuticas poco estudiadas.

Coultaria tinctoria H.B.K. Es planta medicinal conocida con los nombres de *dividivi* y *brasil* en Santander, Cundinamarca y el Cauca. La maceración de las legumbres en agua caliente se puede aplicar para curar eficazmente las uñas encarnadas de los pies.

No debe confundirse esta especie con el *dividivi* de la Costa Atlántica y del bajo Magdalena (*Caesalpinia coriaria*, Willd.).

Caesalpinia bonducella, Flem. En el Departamento del Magdalena. Sus semillas encierran una resina llamada *bonducina*; mezclada con aceite de ricino, se emplea para curar el hidrocele, aunque su acción no es tan eficaz como la de la tintura de percloruro de hierro debilitado en agua.

Inga. Willd. Las especies se emplean como astringentes y febrífugas. La *inga ornata* Kunth, la *inga lucida* y la *inga sapida*, tienen los frutos comestibles; la *inga salutaris* Kunth, entre Turbaco y Cartagena, es diurética y la corteza se emplea contra la hidropesía; se llaman vulgarmente *gumos*.

Criptógamas

Licopodiáceas. Familia de plantas herbáceas y rastreras, terrestres, pocas veces epifitas, abundantes en la región de los Andes, superior a 2,600 metros, es decir, en las tierras muy frías. Llevan los nombres vulgares, generalmente, de *colchón* de



SANTIAGO CORTES
 FLORA DE COLOMBIA
 APOCINACEAS
 CULTIVADA EN BOGOTA



SANTIAGO CORTES
 FLORA DE COLOMBIA

ARBUSTO DE MEDINA. DE HOJAS COLOCADAS DE DOS MANERAS
 Y DE TAMAÑO DIFERENTE; FLORES EN RACIMOS COMO LAS
 DEL CAFE. FRUTOS SEMEJANTES A LOS DEL CAFE, PERO
 TRASLUCIDOS (PELLUCIDUS).

pobre, en Antioquia; *cacho de venado*, en Bogotá, y *caminadera* en otros lugares de Colombia.

De las 28 especies de *licopodios* conocidos en Colombia, son dignas de estudio, por el punto de vista terapéutico, las dos siguientes:

1ª *Lycopodium saururus*. Lam.

Syn. *L. Crassum*. HBK.; *Piligán*, Farm. francesa, *queue de lézard*. Hook & Grew; (Sodiros S. J. *cryptogamae vasculares quitenses*).

Licopodio de tallo postrado, robusto, hojoso, repetidas veces dicótomo; ramos fértiles erguidos, rígidos, de 15 a 30 centímetros de largo y 10 a 15 milímetros de grueso; 3, raramente dicótomos; ramos paralelos, obtusos en el ápice; hojas lineares lanceoladas, rígidas, mucronadas en el ápice, algo callosas en el borde; más o menos coloreadas, especialmente en la mitad superior; densamente empizarradas en 16 series espiralmente torcidas; esporangios colocados en las axilas de las hojas de los ramos superiores, orbicular-arriñonados, profundamente escotados en la base.

Crece en los páramos de Bogotá y de la Cordillera Central, del Ruiz, etc., Ecuador, Perú y Bolivia.

Adrian y Bardet han sacado de este *licopodia* un alcaloide que han llamado *piliganina*, análogo a la *licopodina* del *Lycopodium Selago* Spring, del Ecuador, y de otras especies.

La *piliganina* es a la vez convulsiva y emética. En algunas localidades se emplea este licopodio en infusión como vomitivo, en el embarazo gástrico y en las fiebres palúdicas. La *piliganina* es emetocatórtico, tóxico en alto grado; disminuye las funciones respiratorias. El *clorhidrato de piliganina* se puede usar, con gran prudencia, contra el asma esencial y como tenífugo, a la dosis de un centigramo diario.

(Bardet et Delpech. *Nouv. rem.* 1886, 272, 324, 338).

2ª *Lycopodium clavatum*. L.

Especie polimorfa que produce numerosas variedades; se encuentra en los Andes intertropicales, entre 1.600 y 2.900 metros de altura sobre el nivel del mar.

Licopodio terrestre, sarmentoso, de varios metros de largo, radicante, 3-4 veces dicótomo; hojas oblicuas e irregularmente verticiladas, erguidas, a veces reflejas, arqueadas, aleznadas, verdes, largas, de un centímetro o más, enteras o denticuladas, prolongadas en cúspide piliforme; espigas pedunculadas, cilíndricas, indivisas o bifurcadas, de 4 a 6 centímetros de largo; brácteas, oval-lanceoladas, peltadas, acuminadas, irregularmente dentadas.

Esta planta tiene aplicaciones en las enfermedades de las vías respiratorias, en la hipertrofia y en la inercia de los intestinos con estreñimientos tenaces.

Las que se encuentran a mayor altura en Colombia son el *L. Polycladum*, a 3.800 metros, y el *L. attenuatum*, a más de 4.000 metros, en el Cauca.

Los *licopodios* son plantas generalmente diuréticas, emenagogas y útiles en las congestiones del hígado; los esporos se emplean exteriormente en los intertrigos, erisipelas, el eczema y otras dermatosis.

Selaginéláceas. Son plantas cercanas botánicamente a los licopodios; muscoides, herbáceas, radicantes, rastreras y algunas trepadoras, dicótomas, planas, simulando una especie de fronda de helechos. Son plantas de adorno, de pocas virtudes medicinales, empleadas a veces con el nombre común de *doradillas* en algunas afecciones del hígado que no podemos precisar.

Filicáceas o *helechos*. Criptógamas vasculares, herbáceas o arborescentes, tienen un tallo poco o nada ramificado que arranca de un rizoma, el que a su vez, tiene bajo su dependencia las raíces; las hojas o frondas afectan formas muy diversas: asentadas o pecioladas, formando abanicos elegantes. Se reproducen por botones o yemas adventicias, o por esporos colocados en esporangios que a modo de botoncitos de color de ocre se hallan adheridos en la parte inferior de las frondas, y cuya forma y disposición sirven de fundamento para clasificar las especies de esta familia.

De los muchos helechos que hay en Colombia, clasificados en 30 géneros, los importantes en la medicina son éstos:

Polypodium—Rizoma, por lo común epigeo, más o menos rastrero, nunca arborescente; estípites continuos o articulados en la base; *frondas* muy variables en la estructura, consistencia, tamaño, división, etc.

P. friedrichsthalianum. Kunze. Crece en la América Central y en Panamá, sobre algunos árboles. Goza de reputación este helecho como antídoto infalible en las mordeduras de las culebras venenosas; lo toman en infusión caliente. El Profesor Liebreich ha dado sobre esta planta un informe favorable, después de dos años de experimentos. El doctor Polakowsky lo recomienda también como antisifilítico (Bardet). Tiene esta droga un olor agradable que persiste en el extracto acuoso. (Dujard. Beaumetz).

P. adiantiforme—Forster, helecho de Colombia y Venezuela, conocido con el nombre vulgar de *calaguata*.

Syn. *Aspidium capense*. Swartz.

Tectaria calaguata Cavan.

Polyp. argentatum. Jacq. Frondas glabras, deltóideas, tripennadas; pennulas, oblongo lanceoladas, acuminadas, pinnatifidas, carenadas en la base con segmentos obtusamente dentados. Soros grandes, indusio reniforme. Se ha empleado con éxito contra los accidentes secundarios y terciarios de la sífilis, en tintura o extracto acuoso. La infusión calma los dolores osteocopos (Bocq. Liousin), pero el tratamiento debe continuarse por uno o dos meses.

P. filix mas. L.

Syn. Aspidium filix mas. Swartz, llamado vulgarmente *helecho macho*.

Planta cosmopolita, de frondas sub-bipennadas, agudas; pennulas numerosas, acuminadas; pennas oblongo-obtusas denticuladas, generalmente decurrentes sobre el raquis. Las frondas tienen un metro, más o menos de altura, de color verde oscuro; el caudex y el raquis cubiertos de abundantes escamas. Los soros son numerosos, reniformes, situados en la mitad inferior de las pennulas secundarias (Riviere). Contiene un principio activo; la *filicina*, tenífugo de primer orden, y excelente en la distouratosis del hígado y del páncreas.

Los *acrostichum*, como el *A. botryoides* de Antioquia (Gard. chorn., XVI), contienen generalmente mannita, saponina y glicirrhicina, y los *adiantum* (vulg. *cilantrillos*, *cabellera de Venus*), tanino, ácido agálico, un principio amargo y un aceite volátil (Fonssagrives). Son expectorantes y béquicos poco importantes, como la *doradilla*: *acrostichum flavens* Swartz, de Ibagué y de otros lugares.

Lichenáceas o líquenes. Entre los líquenes de Colombia hay pocos usados en terapéutica. El que se emplea en la curación de las aftas de los niños (*sapitos en Santander*), es el *Cladonia sanguinea* Mart.

Casi todas las especies de esta familia viven sobre los troncos de los árboles y contienen una gran cantidad de oxalato de cal. Los géneros *variolaria*, *lichen* y *lecanora* producen diversas sustancias tintóreas.

Fungáceas u hongos. Son vegetales criptógamos desprovistos de hojas, ordinariamente parásitos de otras plantas, o de la organización animal, y en este caso se llaman *microbios*; estos pequeñísimos seres son vegetales, según conclusiones químicas y fisiológicas establecidas por Davaine y Cohn.

La familia de los hongos se divide en tres clases: los *himenomicetos*, con esporos exteriores libres; los *gasteromicetos*, con los esporos contenidos en un receptáculo común, y los *hongos patológicos*. Los hay fosforescentes como algunos *Agaricos* en ciertas condiciones de desarrollo; otros atacan las raíces de los árboles y de los arbustos cultivados, haciéndolos perecer rápidamente, tal es el género *rhizophila* entre las *Mucedíneas*. El color verde de la *Chilca* es producido por el *dothidea tinctoria*, hongo parásito que cubre, a manera de un polvo negro, las hojas y los tallos de aquella compuesta; otros atacan al trigo, al maíz, a las papas,

etc., produciendo las enfermedades llamadas *polvillo*, *peladera*, *mancha*, etc.

El *lycoperdon pyriforme* Pers. y la *bovista fusca* Lev., vulgarmente *pedos de bruja* o de *chulo*, se pueden emplear como anestésicos respirando su polvo, y exteriormente como hemostáticos. Estos hongos se encuentran sobre el suelo en las tierras frías.

Hay muchos hongos venenosos, y otros comestibles, como algunos *boletus*, *orejas de palo*, vulgarmente *agaricus* y la *clavaria quindiuensis*. (En la mediación a 2.200 m.). Los que pueden emplearse como alimenticios son de olor agradable y se desecan al envejecer; los venenosos son generalmente viscosos, de olor repugnante y manan un jugo fétilo en el cual se disuelven ellos mismos.

Hepaticáceas. Son plantas verdosas, acrógenas, provistas de órganos reproductores separados, muy delicadas y que habitan ordinariamente en los lugares húmedos y sombríos. Pocas especies de esta familia tienen importancia terapéutica, fuera de la *Marchantia polymorpha* L., planta que crece en los bordes de los arroyos, fuentes y pozos, en donde forma expansiones de color verde con fibras de color pardo por debajo; el receptáculo femenino tiene diez divisiones, con los lóbulos lineares; el masculino ocho, con los lóbulos redondeados. Se encuentra esta especie en Bogotá y en otras tierras frías de Colombia, en Europa, etc. Puede emplearse para combatir los cálculos de la vejiga, como diurética, y según Germain de Saint Pierre, en las enfermedades del hígado.

Equisetáceas. Esta familia comprende únicamente el género *equisetum* L., cuyas especies *E. bogotense*, *E. giganteum* y *E. ramosissimum* se encuentran en Colombia. La primera en Bogotá, Pamplona, el Quindío, etc., a 2.700 metros; la segunda, en el camino de Pamplona a Cúcuta, y la tercera en el Cauca. La primera tiene los tallos fértiles iguales a los estériles, delgados y a veces decumbentes; espigas obtusas pedunculadas; ramos 4-6 angulados, esparcidos, nunca verticilados (Sodi-ro).

Llevar el nombre vulgar de *canutillo* y son útiles, según Grosourdy, para curar las hemorragias capilares, las disenterías y la caída del cabello.

Las *equisetáceas* son en lo general plantas humildes, aunque el *giganteum* pasa de dos metros de altura. Todas encierran bastante sílice en su epidermis, como las gramíneas.

EL METODO EXPERIMENTAL Y LA EVOLUCION DE LA MEDIDA DEL ESPACIO Y DEL TIEMPO

ALBERTO BORDA TANCO

Ex-Rector de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad Nacional—Bogotá.

Valor de la Física.—En la historia del pensamiento humano la Física ocupa un puesto eminentísimo y parece estar destinada a conservarlo si se considera la influencia que ha ejercido y ejerce en el desarrollo de muchas ciencias, y la importancia práctica y filosófica de sus resultados. En estos últimos años se ha extendido y desarrollado con tanta rapidez, por las investigaciones y experimentos de no muy grande alcance, pero en realidad de importancia dominadora, que ha provocado un sentimiento de admiración y maravilla.

Se trata de la Física pura, que no se detiene en las aplicaciones prácticas ni busca las ventajas materiales, que pueden obtenerse para los inventores, sino que se propone la noble tarea de establecer las grandes leyes que regulan los fenómenos del mundo material y dar de ellas explicaciones aceptables: me refiero a aquella ciencia que merece el nombre de *Filosofía natural* con que se ha conocido durante mucho tiempo, especialmente en Inglaterra.

A medida que los confines del cosmos se van alejando, disminuye la posición del hombre en el universo. En el alba de la civilización pensaba ser inmóvil contemplador de un espectáculo admirable creado para su deleite; hoy nota que es arrastrado por los mundos hacia destinos desconocidos. Pero esta fatal absorción en un mundo más vasto no lo ha desalentado en la conquista de la verdad. Semejante a los grandes artistas de la edad media, que construyeron templos grandiosos destinados a contener un pueblo, en donde no quedaba huella de sus nombres, el hombre va elevando un inmenso teatro en el cual sólo representa un papel modestísimo.

El contraste entre la limitación de nuestra inteligencia y la grandiosidad de la obra que va desarrollando, da lugar a dudas sobre la solidez del edificio. Para disiparlas no basta el examen del estado de nuestros conocimientos en determinado instante, sino que es necesario considerar la evolución que la ciencia ha sufrido y las aspiraciones que la solicitan hoy. La ciencia, como la sociedad, como el lenguaje, se asemeja a un organismo vi-

vo; la conoce mal quien sólo capta un momento fugaz o quien la suprime de la vida y se contenta con estudiar su anatomía.

Se ha sostenido en los últimos años que la ciencia no es, ni puede ser, sino un conjunto de reglas prácticas. Tal vez fue así en sus primeros albores, en las épocas en que la cultura era despreciada. Pero hoy que el ideal científico ha subido a alturas mayores, el interés por las cuestiones puramente teóricas ha prevalecido sobre las satisfacciones inmediatas que puede proporcionar la práctica. El espíritu científico es atraído por el encanto del misterio que envuelve aún tanta parte del universo; el interés práctico es más bien un freno que un estímulo, y lleva al examen de cuestiones que, si no fuera por las necesidades sociales, se dejarían de lado. Nadie desconoce las ventajas que ha procurado a la navegación la Astronomía; pero, ¿quién se atrevería a afirmar que sólo con ese fin se han dedicado los sabios al estudio de los astros? La ciencia, se dice, es una función subjetiva, es la expresión del juicio que el individuo formula sobre el universo y sus leyes. En realidad el desarrollo de la ciencia ha disminuído su carácter subjetivo, cuando eran pocos sus cultivadores. El progreso científico está acompañado por el consentimiento cada vez más amplio, que se va estableciendo entre sus varios cultivadores; y una teoría no adquiere el pleno derecho a la vida, mientras no sea aceptada por todos aquellos que están en capacidad de juzgarla, y decae cuando falta este consentimiento. La aspiración a este reconocimiento universal de la ciencia es tan fuerte en nosotros, que, si un día, para hacer una suposición, pudiéramos ponernos en relación con seres vivientes en otros mundos y los halláramos en posesión de una interpretación del universo, diversa de la nuestra, lejos de calmarnos en las discusiones, nos esforzaríamos en borrarlas, aun con sacrificio de nuestras opiniones, como si la ciencia exigiera el consentimiento universal.

La aspiración a la investigación desinteresada de la verdad, la necesidad de hallar en el organismo científico un acuerdo entre las varias aplica-

ciones subjetivas del universo forman parte de los ideales que dan vida al movimiento de la ciencia y sostienen a quienes la cultivan en su camino.

No se pueden suprimir estos ideales ni separar la ciencia del ideal que la inspira. Si esa divina llama se apagara algún día totalmente en el hombre y todos los productos del espíritu humano perdieran su soplo animador, entre las ruinas acumuladas, la ciencia sería la que más perdería en la inmensa catástrofe.

Los factores de la vida intelectual.

Guillermo Gladstone no satisfecho con sus grandes éxitos oratorios, por lo que siempre servirá de ejemplo, escribió un artículo para demostrar con su potente estilo, cómo nuestra civilización era el producto de dos factores: la civilización greco-romana y el cristianismo. Pero alguien le replicó, diciendo que los factores de nuestra vida intelectual eran tres, porque a los dos indicados por el grande hombre de Estado había que agregar otro: el método experimental, que ha suministrado una potentísima ayuda a muchas ciencias, imprimiendo una dirección nueva a todo el pensamiento científico.

Pero, ¿en qué consiste el método experimental?

Si usarlo es difícil y exige constancia y continuidad en el estudio y hábito en el laboratorio, no es difícil formarse una idea. Bacon, que tuvo el mérito de resumir la teoría, distingue en su evolución tres fases diferentes, que aún existen y han tenido un desarrollo diferente en los varios capítulos de las ciencias.

En la primera fase la investigación toma carácter netamente experimental. Sucede con bastante frecuencia que se confunde la observación con la experimentación.

La Astronomía suministra el más bello ejemplo de una ciencia de observación. El astrónomo se halla sobre esta pequeña tierra y toma parte en el triple movimiento de ella: de rotación alrededor de su eje, de revolución alrededor del sol y de traslación en el espacio. Estos movimientos no los puede modificar; pero provisto de anteojos y de algunos instrumentos de precisión, observa, mide y calcula. Así ha podido determinar el movimiento de los planetas y de los satélites, ha penetrado con la mirada en la vida de los demás astros y ha creado la ciencia más adelantada que exista.

Pero si la Física hubiera querido seguir el ejemplo de la Astronomía se hallaría aún en la infancia, como la Meteorología, condenada en gran parte a ser sólo ciencia de observación. Para progresar la Física ha dado un paso más allá, produciendo artificialmente los fenómenos que pretenden estudiar y produciéndolos en condiciones matemáticamente bien definidas. En efecto, en la electricidad, por ejemplo, la naturaleza nos ofrece muy poco; el rayo, fenómeno terrible y algún otro insignificante como los fuegos de San Telmo y las descargas eléctricas de algunos peces. La simple observación nos hubiera servido muy poco, pero la

experiencia ha sido resorte potente que ha multiplicado nuestros conocimientos. Para persuadirnos basta tomar un tratado de electrología y ver la pequeña parte que hay de estudio de los fenómenos de sola observación; basta, en fin, recordar que la experiencia nos ha suministrado el medio de descubrir la corriente eléctrica, con sus grandiosas y sorprendentes propiedades desconocidas por varios siglos.

En el segundo período del método experimental se procede a efectuar medidas de precisión para deducir las leyes matemáticas o empíricas. En el tercer período se presenta un cambio profundo en la conducción de las investigaciones. Se formula una hipótesis sobre la naturaleza y causas de los fenómenos estudiados y se trata de deducir con rigor matemático las consecuencias. El estudio, de inductivo que era, se convierte en deductivo. Si las consecuencias o deducciones están de acuerdo con los hechos y las leyes, la hipótesis adquiere valor. Pero un solo hecho, que se muestre netamente contrario a las consecuencias de la teoría obliga a abandonarla o por lo menos a modificarla. Resulta entonces un doble movimiento, de inducción y de deducción, para establecer una teoría nueva o modificarla. Y es natural que sea así, porque la teoría es el producto de la fantasía humana, y por tanto mudable, mientras que los hechos y las leyes naturales están fuera de nosotros y no dependen de nuestro pensamiento.

Orígenes del método experimental.

Los orígenes del método experimental son antiguos: Tales de Mileto, uno de los siete sabios de Grecia, que vivió seiscientos años antes de la era cristiana, reconoció en un mineral hallado cerca de la ciudad de Magnesia, la propiedad de atraer la limadura de hierro, y en el ámbar amarillo la de atraer los corpúsculos livianos.

Pitágoras, que vivió en ese tiempo (580 a 532 A. C.), descubrió la ley de las relaciones simples en las vibraciones de los sonidos armónicos, ley que es hoy mismo la clave de la bóveda en la teoría moderna del sonido. Esta teoría le sirvió para establecer que el número y la medida eran el fundamento de la armonía y de la eurytmia en la naturaleza como en el orden moral.

En torno de Arquímedes, en fin, y de su grandiosa obra, se han formado varias leyendas y resulta difícil, sobre la base de documentos inseguros, conocer sus profundos pensamientos. Pero cualquiera que sea la verdadera interpretación, es lo cierto que su obra fue grande. Cuando examinaba si la corona del rey era de oro puro o de una aleación de oro y plata, llevaba a cabo una operación de verdadero método experimental. El principio que lleva su nombre es todavía fundamental en la hidrostática. Sus investigaciones en Óptica y sobre la palanca son de la mayor importancia.

Pero estos espléndidos ejemplos de Tales, de Pitágoras y de Arquímedes, permanecieron aislados y no tuvieron una influencia apreciable sobre

el desarrollo de las ideas de entonces. El pensamiento griego era esencialmente deductivo, jamás inductivo; aceptaba los datos de la experiencia solo en cuanto se prestaban a la especulación y a las ideas establecidas *a priori*. Prevalcía la lógica de Sócrates, de Platón y de Aristóteles.

Lo mismo sucedía en la edad media, que obró exclusivamente bajo la influencia de las ideas de Aristóteles y de Bacon, quien reconoció toda la importancia de los hechos bien estudiados, aun cuando sus ideas permanecieron sometidas a los preceptos aristotélicos, únicos que dominaban.

El método experimental nació en Grecia y volvió a florecer en Inglaterra, por obra de Bacon.

La historia del método experimental es larga y no se puede exponer en un breve artículo. El despertar experimental fue primero en el orden moral, debido a la Astronomía, es decir, a una ciencia de observación. El primer empuje lo dio Copérnico. La idea de que la tierra es el centro del universo fue fuertemente atacada por Galileo, quien defendió la teoría copernicana.

Pero el método experimental propiamente dicho resurgió con Leonardo de Vinci (1452-1519) con las bellas investigaciones sobre el azul del cielo, llenas de conceptos experimentales. La obra de Galileo fue grande y profunda en hechos y palabras contra los peripatéticos. También Torricelli, discípulo de Galileo, colaboró en esta obra. Las experiencias de este gran físico sobre la presión atmosférica y sobre el flujo de los líquidos, se repiten aún en las escuelas en la misma forma en que él las ideó. Es, pues, Torricelli uno de los genuinos representantes de la primera época experimental.

Por el mismo tiempo, Descartes descubrió las leyes de la refracción de la luz, Otto de Guericke la máquina neumática; y con Newton y Huyghens la escuela experimental tuvo su pleno desarrollo, que nada pudo detener.

El método experimental y las ciencias morales.

Ninguna de las ciencias morales puede decirse experimental; algunas son ciencias de observación. Recientemente se ha dicho que la historia no ha sido nunca maestra de los pueblos. Y se comprende por qué algunas analogías no constituyen aquella identidad de condición que permita un juicio seguro. Pero en el estudio exacto y riguroso de las fuentes, la historia se ha vuelto una ciencia de observación. El historiador que sobre los documentos existentes examina los hechos acaecidos y las causas que los provocaron, se asemeja al zoólogo que observa los animales, sus órganos y su funcionamiento; se asemeja también al astrónomo que examina el cielo. No se puede hablar de investigaciones experimentales, tratándose de tesis históricas preestablecidas. Pero con el método experimental han surgido tantas ideas y tantas necesidades intelectuales, que todas las ciencias deben aceptarlo. Existe una diferencia fundamental entre el razonamiento fundado so-

bre los preceptos de Aristóteles y el que consiente el método experimental. El primero enseña cómo de las premisas se sacan las conclusiones, y cuando éstas se han sacado, el procedimiento formal ha terminado y las conclusiones se aceptan. Con el método experimental se formula una hipótesis o un principio y se deducen las conclusiones. Pero se comparan luego éstas con los resultados directos de la experiencia; si existe concordancia, la teoría es correcta; de lo contrario, un solo hecho basta para destruirla. Luego se procede siempre por un trabajo de inducciones y deducciones sucesivas, hasta que la teoría y la experiencia se ponen de acuerdo.

En este procedimiento, inductivo y deductivo, el experimentador se vale mucho de la matemática, que es también una ciencia formal; no crea, sino deduce en forma no sólo cualitativa, sino también cuantitativa. El cálculo es como un molino que transforma el trigo en harina, pero sin poner nada de su parte; si el trigo es bueno y abundante, la harina también es buena y abundante. Si, por el contrario, el trigo es malo y deficiente, también es mala la harina.

La historia de la ciencia está llena de ejemplos sobre el particular. Citaré dos, de los más importantes. Todos sabemos cómo Newton dedujo la gran ley de la atracción universal de las tres leyes de Kepler.

Apenas la halló examinó un caso especial, el de la atracción ejercida por la tierra sobre la luna, y para esto tenía un control directo. Pero entonces existían datos inciertos sobre las dimensiones de la tierra y sobre la distancia a la luna; el cálculo de Newton tuvo que conducir a un resultado numérico inexacto. Después, notando cierto desacuerdo, Newton hizo a un lado su teoría y no la publicó. Más tarde, cuando se hicieron en Francia nuevas medidas por obra de Picard, Newton volvió a examinar su teoría y hallándola en pleno acuerdo con los nuevos datos, se decidió a publicarla con 17 años de retardo. El gran descubrimiento de la atracción universal, esta clave de la bóveda de la Física y de la Astronomía, permaneció, pues, suspendida por largos años, y sin las medidas de Picard, Newton habría renunciado para siempre a publicarla.

Y hoy mismo, no obstante el extraordinario éxito que ha tenido, no estamos seguros —en opinión de algunos pensadores— si podrá conservarse intacta. Existen muchos físicos que niegan la acción a distancia. Pero sin duda, el experimento y la observación decidirán en definitiva.

Otro ejemplo ofrece la teoría de la luz.

Para explicar los innumerables fenómenos producidos por este agente, Newton y Huyghens idearon las dos teorías de la emanación o emisión y de las ondulaciones. Durante el siglo diez y ocho y parte del diez y nueve, duró entre las dos teorías una lucha, en la que tomaron parte los talentos más grandes de la época.

La teoría de la emanación lleva como nece-

saría consecuencia, que un rayo de luz, pasando del aire a un medio más denso, como al agua, debe aumentar la velocidad: por el contrario con la teoría de las ondulaciones la velocidad en el agua debe disminuir. Foucault midió directamente la velocidad en el aire y en el agua; halló que la velocidad en el agua disminuía y se decidió por la teoría de las ondulaciones. Pero el trabajo teórico no ha cesado todavía. La teoría de la emanación tiende a resucitar, en casos especiales.

Se podrían citar muchos otros ejemplos; de donde resulta la absoluta necesidad de considerar las teorías, los principios y las hipótesis como obra exclusiva de la fantasía, no así el experimento que contempla hechos, leyes, fenómenos que están fuera de nosotros y son independientes de nuestra voluntad. Así, pues, se ha producido un verdadero derrumbamiento de los preceptos aristotélicos. También Aristóteles se ocupaba de los pocos fenómenos de la naturaleza que conocía. Pero lo que consideraba como secundario es ahora lo principal y los conceptos que eran para él principales son ya secundarios. Lo que importa no son las consecuencias sino las premisas. Dadas éstas, todos saben razonar lógicamente; pero si el razonamiento no está de acuerdo con lo que vemos, con lo que sentimos, con lo que queremos, hay que modificar las premisas, para hallar la armonía de la ciencia y del pensamiento social.

El método experimental existe desde hace unos tres siglos y, sin embargo, ha producido con su fuerza interior y con sus sanos criterios, una obra estupenda: ha creado nuevas ciencias, otras las ha llevado a un alto grado de perfección. También se ha aprovechado de ella la vida social por las grandes aplicaciones que han cambiado las bases de nuestra existencia.

Los rápidos progresos de las ciencias experimentales datan del día en que, abandonadas las varias tentativas para penetrar la naturaleza de las cosas, se trata de medir las magnitudes que intervienen en los fenómenos naturales y de establecer las leyes que rigen sus variaciones.

El sabio al ejecutar una medida no acepta sin embargo los resultados groseros suministrados por los sentidos; con la elección de los instrumentos, con las cautelas que usa, con las correcciones que aplica, obedece a menudo inconscientemente, a procedimientos adoptados. Si queremos darnos cuenta de las hipótesis que intervienen experimentalmente, no tenemos necesidad ciertamente de esperar la solución metafísica que se relaciona con el espacio, el tiempo o la fuerza, pero no podemos desinteresarnos del problema psicológico que indaga cómo esos conceptos fundamentales se han formado en la mente humana, cómo se han afinado hasta penetrar en el organismo científico, y cómo, al progresar nuestros conocimientos, se han ido modificando.

La existencia de objetos que conservan inalterada la forma y la magnitud en diversas posiciones y en tiempos diversos, fue conocida por el

hombre desde la más remota antigüedad. Las primeras apreciaciones fueron hechas probablemente comparando los objetos con el cuerpo humano, considerado como invariable dentro de ciertos límites que entonces eran suficientes.

Nació entonces la idea de medir las magnitudes lineales con los miembros que más se prestaban. "El hombre es la medida de todas las cosas", decía Pitágoras en una sentencia que tiene un sentido mucho más profundo, pero que revela su origen. En todas partes encontramos como unidad de medida, el brazo, la cuarta, el pie, nombres tomados del cuerpo humano.

En las épocas primitivas se buscaba solamente un medio cómodo, al alcance de todos, para evaluar una longitud. Pero con el progreso de la civilización, para satisfacer las exigencias de la agricultura y del arte arquitectónico, se sintió la necesidad de tener una unidad de medida menos cambiante y menos incierta. Intervino entonces el Estado, que estableció por medio de una convención, los primeros patrones métricos y los custodió en los templos y en los edificios públicos.

Veinte siglos antes de J. C., Egipto poseía un sistema legal de medidas, del cual derivan, según la opinión de muchos historiadores, los sistemas usados por los pueblos antiguos, mediterráneos y babilónicos. El poderío del Imperio romano difundió sobre un extenso territorio la medida fundamental del pueblo latino, el *pie romano*.

Pero con la caída del Imperio de Occidente la uniformidad desaparece y durante un gran período que comprende la edad media y la época moderna, se asiste al rápido cambio de innumerables medidas locales, que crean graves obstáculos a los cambios entre los pueblos. De todas partes se pedía con insistencia una reforma, que con la adopción de una unidad que tuviera carácter internacional, introdujera la uniformidad donde reinaba el desorden. A estas razones prácticas se agregaron otras de parte de los cultivadores de la ciencia. La precisión que se exigía en las medidas imponía que el patrón de la nueva medida se construyera con sumo cuidado, lo que hasta entonces no se hacía, y fuera protegida en los límites de lo posible, de las alteraciones producidas por el ambiente.

Pero a las causas perturbadoras conocidas, otras desconocidas podían surgir en el tiempo. Se deseaba, pues, que la nueva unidad tuviera una comprobación en alguna magnitud natural, considerada invariable, que pudiera servir para verificarla o para reconstruir el modelo, si se alteraba o se destruía.

Para satisfacer estas múltiples exigencias se presentaba entonces natural la idea de tomar la unidad de medida internacional del globo. Ya en la segunda mitad del siglo XVII, dos longitudes, ligadas ambas a la tierra, se disputaban el honor de ser tomadas como patrones del nuevo sistema: la longitud del péndulo que bate los segundos en

una latitud determinada y una parte alícuota del arco de meridiano.

Cuando la Asamblea Nacional de Francia en 1790 fue invitada a ocuparse del asunto, la longitud del péndulo parecía prevalecer, por haberse mostrado favorables a esta elección Inglaterra y los Estados Unidos de América.

Si hubiera sido acogida habría obtenido desde un principio el consentimiento internacional, que sólo en un siglo pudo conseguir con mucho trabajo. Pero la Comisión científica, que determinó la nueva unidad, manifestó preferencia por la medida ligada al arco de meridiano, que no presenta el inconveniente del péndulo de depender de elementos extraños al concepto de longitud, cuales son el tiempo y la gravedad.

Con la adopción por parte de la Asamblea Nacional de las propuestas de la Comisión, el sistema métrico estaba ya oficialmente establecido desde marzo de 1791. Sin embargo ocho años transcurrieron antes de que fuera prácticamente usado. Son conocidas las grandes dificultades para construir los patrones de las unidades de medida que todos usamos. Es, pues, un sentimiento de grande admiración el que se siente por los héroes, Delambre y Méchain especialmente, que sospechosos a las poblaciones ignorantes y supersticiosas en donde trabajaban o actuaban y a los los gobiernos jacobinos del período más tremendo de la Revolución, desafían inmensas penalidades y graves peligros, sostenidos por la fe en la ciencia y en los destinos de la humanidad. Así se cumplió una de las mayores empresas que la ciencia haya abordado. El metro, como se sabe, está ligado al meridiano terrestre y a la longitud del péndulo que bate los segundos, de tal manera que (para emplear el lenguaje poético de Arago) cuando por un terremoto o un espantoso cataclismo se produjera la ruina de nuestro planeta y se destruyeran los patrones de medida conservados en los archivos, una experiencia hecha con el péndulo reproduciría el valor del metro y restablecería el sistema métrico en su invariabilidad.

Pero al entusiasmo sucede pronto la crítica. El metro no es exactamente la diezmillonésima parte del cuadrante de meridiano (aunque difiere muy poco) ni una magnitud que corresponda de una manera precisa a esta definición podrá construirse jamás por la inevitable imperfección de las medidas, por la diversidad de los meridianos, por la misma mudabilidad de éstos, dependiente de la contracción del globo terrestre.

Previeron los fundadores del sistema métrico estas objeciones, que, si no atacan el valor práctico, si destruyen el fundamento teórico? No es probable, puesto que el espíritu crítico, que es necesario para la consolidación de la ciencia, paraliza la acción, y es impotente para construir esos admirables edificios que son obras de fe.

No sólo se proclama que el metro es una unidad convencional, sino que se afirma solemnemente

ser imposible que en adelante el mundo científico se deje atraer por la investigación de medidas absolutas o naturales.

Como nuestro planeta está sometido a irregularidades y variaciones que no permiten deducir de aquél una medida inmutable, puesto que un patrón convencional de metro podría a través de los siglos sufrir alteraciones no previstas, ¿no vendrá, pregunta Maxwell, buscar fuera de la tierra una unidad universal, fija eternamente, o por lo menos no susceptible a causas perturbadoras que pueden ejercerse sobre el metro? Para este papel Maxwell propone la longitud de onda de una determinada radiación luminosa que se propague en el vacío.

Se sabe que a lo largo del recorrido de un rayo luminoso se verifican variaciones periódicas, que se han comparado a las vibraciones de una cuerda sonora. Dos observadores ideales situados a lo largo del rayo, a la distancia que se llama *longitud de onda*, verían simultáneamente los mismos fenómenos; en cambio a un solo observador el rayo se reproduciría invariable cada vez que hubiera transcurrido un cierto tiempo, llamado *período*. La longitud de onda y el período son inmensamente cortos respecto a los intervalos de espacio y de tiempo a que estamos acostumbrados; no llegan a un milésimo de milímetro.

La longitud de onda ha sido propuesta como patrón métrico y talvez reemplace al metro algún día en su oficio de las medidas lineales. Las unidades de medida corren las mismas contingencias que ciertas divinidades paganas de pueblos volubles; al lado del dios oficial que tiene templos, vive otros dios que adora el vulgo en la sombra.

Ahora, si de la medida del espacio queremos pasar a la medida del tiempo, nos hallamos frente a un problema más elevado y atrayente. La noción de longitudes iguales es tan antigua como el hombre o más que el hombre, puesto que los animales superiores la poseen; los progresos de la metrología han permitido realizar, en forma más precisa, un parangón, cuyo sentido era muy claro desde tiempos remotos.

Pero el concepto de tiempos iguales se ha ido formando y modificando junto con los medios que han permitido ejecutar la comparación, y los medios que tengan algún interés científico pertenecen a la época histórica. No es que la noción de tiempo sea menos primitiva que la de espacio, pues la simple sucesión de nuestros pensamientos, de nuestros estados de conciencia, basta para suministrarnos aquélla y no ésta. Pero sólo nace el concepto de *antes* y *después*. Caemos en cuenta del correr del tiempo sin poderlo medir. Nuestra memoria, sin otros medios, no tiene manera para comparar la duración de dos acontecimientos en épocas diversas.

Una medida antropomórfica, o mejor dicho, fisiológica del tiempo, se podría sacar de fenó-

menos periódicos de nuestro organismo, por ejemplo, de las pulsaciones de las arterias. Se cuenta que Galileo se servía de este medio para apreciar el isocronismo de las oscilaciones de la lámpara de la catedral de Pisa. Pero estos métodos poco prácticos nunca tuvieron suerte.

En realidad la naturaleza, con el sucederse de los días y las noches, suministra una medida del tiempo. Pero, como se sabe, el día civil o sea el intervalo entre una media noche y la sucesiva, no fue tomado como unidad de tiempo en la infancia de la humanidad. La base de la medida nos la da el día solar, o día natural, que separa la salida del sol de su ocaso. Y cuando se presenta la necesidad de introducir períodos más cortos, es el día de luz que se subdivide en cierto número de horas. Estas horas temporales (como se llamaban) varían naturalmente de amplitud con las estaciones. Pero a la diferencia entre las horas invernales y las de estío, no daban importancia los antiguos y la subdivisión entre horas diurnas y nocturnas fue hecha más tarde.

La exacta evaluación del tiempo es una necesidad de la actual civilización. Ha sido una preocupación desde siglos antes de J. C. valorar el tiempo y por tanto construir aparatos o mecanismos capaces de apreciar el tiempo. Una de las más geniales intuiciones ha sido la de que cierta cantidad de agua o de arena encerrada en una copa, en donde se ha hecho una perforación, emplee en fluir el mismo tiempo hoy que dentro de un siglo, y es una verdad tan evidente, que nadie puede ponerla en duda. No se puede exigir una prueba lógica de esta verdad; a aceptarla nos obligan los resultados de innumerables observaciones hechas en casos análogos desde tiempos remotos. Las observaciones comprenden, además,

una clase muy grande de fenómenos y conducen a enunciar una de las leyes más generales de la ciencia, el principio de *causalidad* en su forma cuantitativa: *causas iguales, aplicadas durante tiempos iguales, producen efectos iguales*, cualquiera que sea el lugar y la época en que obran.

El principio de causalidad conduce mediante procedimientos muy variados a medidas mecánicas del tiempo, que están acordes entre sí y con la medida astronómica. La aplicación más antigua de este principio la hallamos en las clepsidras, la más reciente en los cronómetros modernos, que tan preciosos servicios han prestado a la Física, a la Astronomía y a la navegación.

Sin invadir la parte astronómica, importantísima en este asunto, diremos tan sólo pocas palabras al respecto.

Por cuidadosa que sea la construcción de un reloj, por regular que sea la marcha, debe corregirse de vez en cuando. La operación se hace comparando las indicaciones con el tiempo astronómico deducido de la rotación de la tierra. Parece como que a la regularidad del movimiento diurno de la tierra se atribuya una fe absoluta, pero ésta ya no existe para los astrónomos, quienes piensan que la duración del día puede cambiar con los siglos. ¿Por qué? La Mecánica enseña que un cuerpo rígido, que gira alrededor de un eje, sustraído a influencias exteriores, cumple las rotaciones en tiempos iguales. Pero la tierra no es un cuerpo rígido, por la contracción que experimenta debido al enfriamiento que tiende a acelerar el movimiento de rotación; además tiene un freno colosal, que depende de las mareas del océano; son causas éstas, cuyos efectos es difícil valorar.

EL JARDIN BOTANICO DE BOGOTA

ENRIQUE PEREZ ARBELAEZ PBRO.

Director del Herbario Nacional Colombiano.

I

El Jardín Botánico de Bogotá, que desde hace años deseamos cuantos queremos a la ciudad capital, es realización que se acerca y se desvanece como los vislumbres de un amanecer largamente esperado.

Un jardín botánico no es sólo un jardín, sino un jardín que educa y un jardín que expresa la cultura de un pueblo. El conde Zu Salms Laubach no duda en afirmar que las primeras manifestaciones de la cultura fueron acompañadas de alguna expresión de la afición por las plantas y las flores y nadie podrá negar que la seducción que ellas producen, más que del discurso y la racionalización, proviene del instinto.

El gran lírico inglés Worthworth tiene una composición fundada en las ideas de Platón, sobre la preexistencia del alma humana, según las cuales, el espíritu antes que en la carne vivió una dicha cuyas ideas, parte perdemos al nacer, parte se va borrando y olvidando en la niñez.

El poema se titula "*Intimations of Immortality from the recollections of early childhood*" y una de las ideas que sirven de núcleo a la composición es ésta: el amor del niño a las flores y a los detalles de la naturaleza, el júbilo fácil que lo circunda, arguyen en el hombre una vida superior: "Cada flor tiene su aureola".

En realidad el hombre culto ha querido expresar por las flores y las hojas de las plantas muchas ideas y afectos que el lenguaje con ser tan perfecto no podía traducir. Tal vez porque las flores traducen muchas cualidades de la vida humana, tal vez porque su colorido, su finura y su perfume tienen una relación con el entendimiento, el afecto del hombre y sobre todo con ciertos estados psíquicos.

Las ideas científicas han cambiado un poco después de las experiencias de Frisch y otros, sabiéndose hoy que los insectos, v. gr. las abejas, no perciben muchas cualidades de las flores. En la finalidad que lleva las cosas inferiores hacia lo superior muchas cualidades de las plantas han sido hechas sólo para despertar las ideas y los afectos del hombre; la curiosidad, la ternura, la extrañeza, la risa, la percepción más clara de nuestra duración y de nuestra caducidad para volver a nacer.

Sí existen, pues, las *Intimations of Immortality*.

Los árboles merecerían párrafo aparte. Colocado el hombre en la cúspide de la vida animal

por leyes embriológicas, recoge en sí muchas tendencias de los predicamentos inferiores.

De hecho el árbol es tan humano como el hombre, y sus ramas, sus hojas, sus flores, su inmutabilidad entre las mutaciones lo hacen un símbolo social. El árbol de Gernika tiene tantas raíces en la tierra de Vizcaya como en el alma de los cantabros. Así también el *folklore* de los pueblos se enreda a los árboles con la suavidad dominante de la hiedra, y la poesía ha esculpido en palabras todo el sér de algunas épocas. Nada tan verdad como lo que dice Isaías del pueblo judío, que reverdece y reverdecerá como un terebinto derribado a hachazos.

En ninguna tierra se cruzan tanto las trayectorias de las culturas como en nuestros jardines. Desde luego en este artículo no entiendo la palabra jardín con la precisión colombiana.

Aquí el jardín es estético meramente, y el cultivo de hortalizas, frutales y yerbas medicinales es una huerta, cosa interior y privada. Debemos cambiar el concepto y el sentimiento en favor del cultivo útil, siguiendo a otros pueblos, sobre todo a Holanda, donde se aprecia la hermosura de un repollo o de una parcela de remolachas, lo mismo que la fascinación de un cuadro de tulipanes o de jacintos.

Nuestros historiadores, cuyo tema es tan joven, no han tenido por qué ahondar en la vaguedad con que los antiguos describieron sus jardines: orientales, lejano orientales, mediterráneos, centro europeos, americanos, etc. La vaguedad desapareció cuando Lineo le puso marco a la Botánica.

Tomando como hueso de la civilización nuestra cultura mediterránea, según suelen hacerlo los alemanes, lo cual, en materia de jardines tiene una justificación muy relativa; la historia especificada de nuestras plantas de jardín data del siglo XI, y sus inicios los debemos a la Abadesa Santa Hildegarda y a Alberto Magno. Los datos anteriores, suministrados por Plinio, por la Biblia, por la poesía indú, adolecen de falta de conexiones semánticas con nuestros idiomas.

Los primeros jardines que conocemos botánicamente fueron los de los cistercienses y de los benedictinos, únicos sujetos suficientemente estables en esas épocas de caballerías, para servir de base a las reglamentaciones sanitarias en favor de los pobres y de los peregrinos y para constituir núcleos para el avance agrícola. Entonces el jardín era ocupado, en parte, por las hierbas medicinales que en el convento servían de botica fácil y barata a las poblaciones.

Junto a la salvia, el apio y el hisopo, crecían los frutales, las coles, los nabos, los rábanos, las calabazas, las remolachas.

Jardines que revelaron un refinamiento superior, fueron en Europa la obra de los Hapsburgos, quienes protegieron, a fines del siglo XVI, a Karl Clusius. Con ese progreso de la ambición artística europea, coincidieron los viajes de portugueses, holandeses y españoles. Y es cosa interesante que en medio de la lucha ardua por su vida, y a pesar de las innumerables dificultades, uno de los capítulos más importantes del comercio mundial vino a ser el de las plantas de jardín. La ambición de los poderosos valorizó las adquisiciones de lo bello y de lo raro, y los piratas de boca negra obsequiaban con plantas sacadas del fondo de los continentes así a sus amigos como a sus señores.

Africa, Asia y América se fundieron en los jardines europeos, en una danza perpetua en honor de la belleza.

De Europa reflejó hacia las colonias el gusto por las especies hortenses y comenzó nuestra patria a jugar papel en el arte mundial de los jardines. Son dos puntos para tratar en otros artículos.

1). Lo que hicimos, o mejor, hizo el suelo colombiano.

2). Lo que queda por hacer en el suelo colombiano.

II

Continúo estos artículos sobre el Jardín Botánico de Bogotá en un ambiente propicio, en Caracas, en el barrio del Paraíso, a la sombra de los cauchos y las casuarinas que rodean el monumento de Páez. Fuera de su clima, donde se experimentan con suavidad las estaciones del norte, Caracas tiene tres cualidades de capital: sus pisos, sus monumentos y su aureola de árboles. Los hombres de anteriores generaciones plantaron junto a la ciudad cafetales sombreados de caobos, que hoy son parques y avenidas dignas de cualquier ciudad del mundo. ¡Cuántas llagas cubren los árboles crecidos y cuántas siluetas bellas dan a la noble ciudad del Avila! Al revés de lo que pasa en otras partes, donde el arbolado en último término está confiado al criterio chibcha, a legítimos verdugos de la vegetación, a verdaderos enfermos de ignorancia y de artificio.

La corrección educativa de estos errores la hará nuestro Jardín Botánico por su contenido material y por su disposición lógica.

La cultura ha mezclado sobre nuestro suelo plantas procedentes de todas partes del mundo, pero a nosotros nos corresponde especialmente la valorización de lo que es originario de Colombia, sin despreciar lo ajeno ni quitar de los ojos el ejemplo de las transformaciones llevadas a cabo en las plantas exóticas.

De la Europa Central recibimos, entre otras plantas, las pascuitas (*Bellis perennis*), las al-

barinas (*Centaurea cyanus*), el acónito, la hepática, el lirio de los Alpes y la violeta, con el pensamiento, el saúco y la espirea o volador, aunque esta última parece originaria de la Siberia.

Del sur de Europa nos vinieron la caléndula, la rosa, el alhelí, los lirios o iris y la azucena.

Del Oriente son el tulipán, la que llamamos violeta de los Alpes y que debiéramos nombrar de los Cárpatos.

Del occidente de Europa son muchos de nuestros arbustos y árboles como el ciprés y el boj.

Del Asia nos vinieron magnolias, evónimos, hortensias, primaveras y crisantemos de variadísimas formas obtenidas a lo largo de siglos por hibridación, por quimeras y por los llamados retoños de sport.

Talvez no es muy sabido que gran parte de nuestras plantas de jardín proceden del Africa del Sur: novios, geranios, gladiolos.

En cambio, de la América del Sur han salido para los jardines y para los cultivos del mundo numerosas especies: clavellinas, canna, girasoles, capuchinas, agaves, chupahuevos, dalias, begonias, quiches, hojas de corazón, orquídeas, helechos arborescentes y cactus de varias clases.

Lo primero, pues, que debe ponerse de relieve en un jardín botánico colombiano es lo que Colombia ha contribuido a la jardinería de otros países.

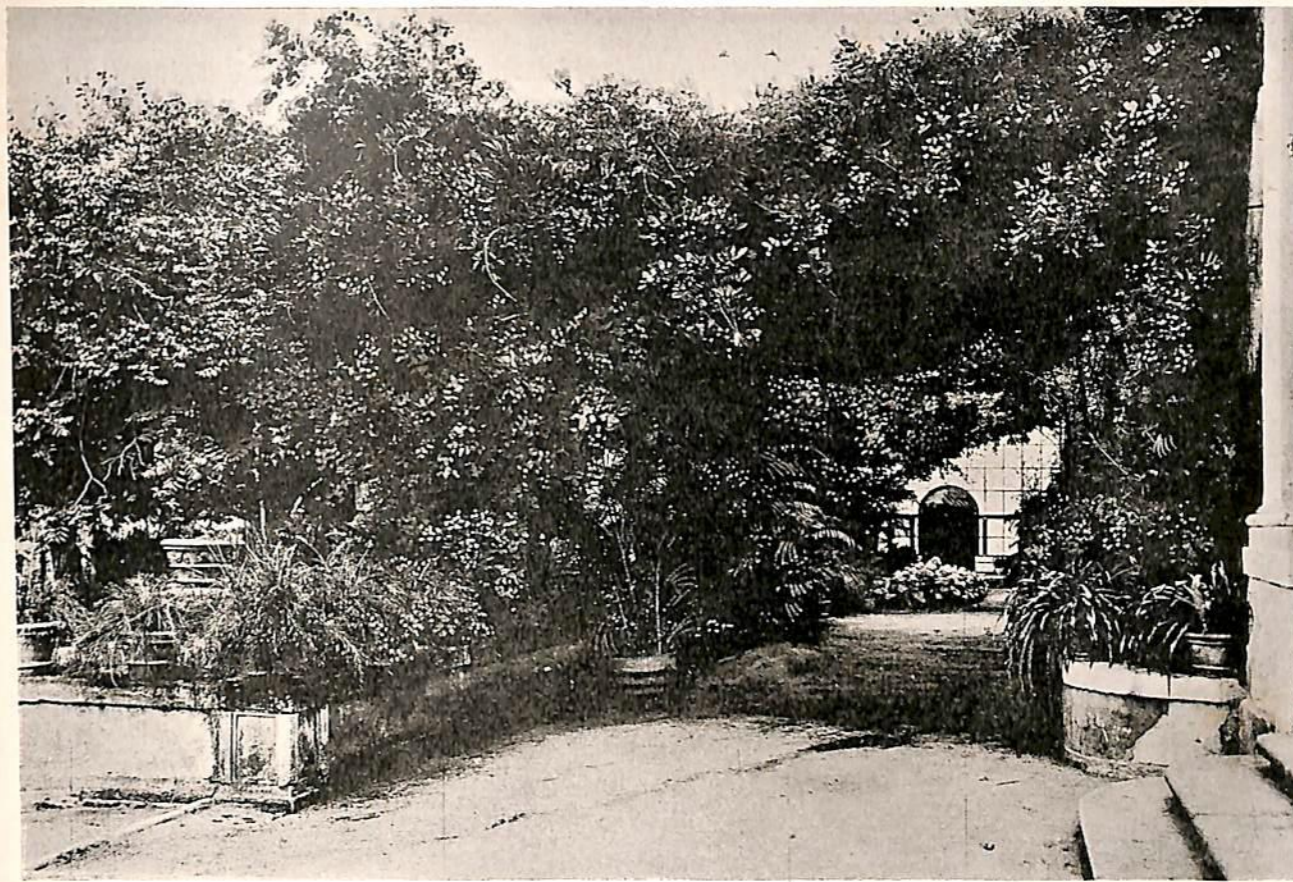
Hay además multitud de especies que no han sido apreciadas lo bastante y que un cultivo racional puede elevar de categoría para que con ellas se forme el jardín típico colombiano. Son valores que atraen al visitante extranjero, pero que deben mejorarse por nuestra industria. El arte que ha producido los mutantes, las formas enanas, péndulas y piramidales y los mil bastardos a partir de especies sencillas, hallará en nuestra flora multitud de centros de explosión.

Sin embargo el jardín colombiano no se forma sólo agrupando en cualquier forma las especies nativas del suelo patrio, sino que las debe presentar en la forma en que se hallan en nuestros climas y en nuestro suelo; en las habitaciones botánicas que constituyen los diferentes paisajes colombianos.

Dos trayectorias ha de recorrer la labor que se lleve a cabo en nuestro Jardín Botánico: una educativa y otra de mejora de nuestra flora.

A su vez, la labor educativa persigue diferentes efectos: el arte, el patriotismo, la instrucción escolar, la instrucción popular, y esto en varios sentidos, enseñando de manera objetiva los nombres de las plantas, así científicos como vulgares, el origen de las especies y sus aplicaciones.

El estudio científico que se lleve a cabo en el Jardín Botánico ha de coordinarse con el de las estaciones experimentales así de la Nación como de los Departamentos. Estas tienen bastante con el ensayo de las especies así nativas como exóticas, que sirven de base a nuestras industrias. Por lo mismo el Jardín Botánico atendería a los cul-



JARDIN BOTANICO DEL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE ROMA
ENTRADA AL INVERNADERO CENTRAL



INVERNADERO DE CATLEYAS EN BOGOTA
(PROPIEDAD DEL DOCTOR FRANCISCO JAVIER CAJIAO)



INVERNADERO DE UN JARDIN BOTANICO DE MUNICH



INVERNADERO DE PALMERAS
EN UN JARDIN BOTANICO
DE MUNICH

NOTA: Estas dos láminas son tomadas del libro "Die Schau Und Kulturhauser des Koniglich Botan. Gartens München - Nymphenbur. Erbaut 1910 - 12"



INTERIOR DEL JARDÍN BOTÁNICO DE MÜNICH

tivos nuevos y a las plantas colombianas que del estado silvestre pueden pasar a formar parte de nuestra economía. Es preciso que Colombia aproveche su riqueza florística para hallar nuevas formas de actividad exentas de la competencia internacional, nuevas soluciones a las necesidades de la vida y de la industria, a base de las especies originarias de nuestro suelo.

El proceso que de una planta silvestre hace una industrial varía y es a veces largo; son muchas las necesidades que exigen atención y numerosísimas las especies que prometen satisfacerlas.

Al Jardín Botánico toca impedir la destrucción de las plantas nativas valiosas que amenazan desaparecer al talarse los bosques, al avanzar la agricultura, al valorizarse la tierra con el aumento de población.

Las futuras generaciones de colombianos no deberán hacernos la inculpación de haber dejado extinguir o de haber acabado con lo que ellos necesitarán, sometiéndolos tal vez, a pedir al extranjero lo que nosotros no supimos conservarles.

Resulta de aquí una nueva función de los jardines botánicos que es la de servir de reservas así para las especies nativas como para las exóticas aclimatadas, donde se conserven y desde donde se propaguen, llegado su día, las especies indicadas.

Con algunos ejemplos se dará cuenta el lector de la inmensa labor reservada a nuestros jardines botánicos.

Por todo el país se conocen objetos: cigarrilleras, cajitas, juguetes, adornados con barniz de Pasto. La industria que los produce tiene una raigambre indígena interesantísima, y es tan típica de algunas poblaciones del Sur que interesa al país la conservación de las materias primas para ella y la pura tradición de su técnica.

Parece que hace años las plantas productoras del barniz de Pasto se encontraban fácilmente cerca de la capital de Nariño. Hoy día hay que buscarlas a varios días de jornada y se las halla sólo en escasos grupos.

El Jardín Botánico deberá tener alguna o algunas plantas de barniz de Pasto con su rótulo, tratará de difundir sus semillas para que no se extinga la especie y estudiará las perspectivas que tiene su cultivo en extenso. Estas son muchas. No sólo se podrán obtener de la *Elaeagia utilis*, que éste es su nombre, los mejores barnices, sino que últimamente según experiencias hechas por algunos fisiólogos de Grenoble, a base de esta resina se prepararía un remedio eficaz de la tuberculosis pulmonar.

Nuestras especies madereras como el comino cresco piden un estudio e interés eficaz para su conservación y difusión.

Lo mismo pasa con las plantas medicinales, las balsámicas, las palmas, las cuales por nuestros mismos métodos de acrecentar la agricultura están destinadas a extinguirse.

De aquí se deduce que para el país no basta

con un Jardín Botánico, sino que deberíamos tener uno para cada clima, fuera de reservas forestales extensas.

Más aún: cada centro crecido de población debería contar entre sus necesidades urbanas el jardín botánico, el cual añade al valor del parque un interés de instrucción y de atención al futuro del país.

He dicho varias veces que el pueblo colombiano debe vincularse más a su naturaleza; apreciarla, mejorarla, confiar en ella, pedir al suelo antes que a nada la solución de las necesidades de la vida.

Sólo así seremos íntegramente independientes, porque sólo así será independiente cada colombiano.

El proyecto del Jardín Botánico para Bogotá se va acercando a su realidad. El señor Presidente de la República ha mostrado su interés por que sea el Departamento de Botánica uno de los primeros que se establezcan en la Ciudad Universitaria. En ese Departamento funcionarán el Herbario Nacional, la colección de materias primas y los laboratorios de Fitopatología, para el estudio de los hongos y bacterias que enferman los cultivos. Tendrá además una gran aula y un laboratorio de microscopía para los estudiantes de Botánica de las diversas Facultades de la Universidad.

Adjuntos se instalarán los viveros para la Ciudad Universitaria y poco a poco se irá formando el Jardín Botánico.

El arboretum o colección de árboles de la zona fría se extenderá sobre toda la Ciudad Universitaria y como secciones más especificadas se pondrán las habitaciones botánicas que son más características de los climas fríos.

El "páramo" o espeleton que se individualiza por la presencia de los diversos frailejones. Es en nuestros Alpes donde crecen el romero de páramo, nuestra árnica, la valeriana de Mutis, las gencianas, multitud de gramíneas especiales.

Alrededor del páramo crece el bosque subandino, cuyas especies más salientes son el canelo de Winter, el Cape (*Clusia* spp.), las uvas de anís y camarona, las moras de Choachí, la peca de Caldas, las mutisias, el *Orthrosanthus* del Chimborazo, los sietecueros, el quiebrolo y otros.

En la Sabana hay otras habitaciones muy especiales: la flora acuática con el buchón, la *Azolla*, la *Helodea*, los juncos, los ranúnculos; la flora de las riberas, con los alisos, los curubos y cerezos, y por último viene la flora del potrero, con sus gramíneas, ciperáceas, geranios, bleado, calceolaria y demás.

Cuando la Ciudad Universitaria sea una realidad y el Jardín Botánico haya llegado a su completo desarrollo, Bogotá, todos los que amamos esta tierra, tendremos bajo los soles de la Sabana nuestro festín de colombianismo y se habrá dado un paso muy firme en la formación de la conciencia agrícola del país.

NOTAS MATEMATICAS

UN TEOREMA DE FERMAT, SIN CONSECUENCIAS

VICTOR E. CARO

Ex-Rector de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de la Universidad Nacional y Profesor de la misma.

Fermat se consagró durante muchos años al cultivo de las matemáticas, en los ratos que le dejaban libres sus deberes de celoso magistrado y corresponsal cumplidísimo, y sus aficiones de poeta y erudito. Tuvo, según parece, el propósito de recoger en un libro el fruto de sus originales investigaciones y sus comentarios a Diofante, mas no lo llevó a cabo y murió sin haber publicado una línea. Su hijo se encargó de dar a luz sus papeles y apuntes, y muchos años después, quienes recogieron la bandera de las ciencias exactas, se dieron a descifrar sus enigmas y a demostrar las peregrinas proposiciones con que enriqueció la teoría de los números, campo favorito de sus andanzas intelectuales.

Todos sus teoremas resultaron verdaderos, con excepción de uno relativo a los números primos, del cual, por otra parte, él mismo no se hallaba muy seguro, pues al comunicárselo a Pascal, le dice: "La demonstration en est très malaisée, et je vous avoue que je n'ai pu encore la trouver pleinement". Permanece también aún sin demostración plena, pero no desmentido, hasta ahora, el que en la historia de las matemáticas se denomina: *el último teorema de Fermat*.

Respecto de las sendas que transitaba su espíritu y de los secretos que poseía este gran artista de los números, es poco lo que se sabe; pero si hemos de atenernos a su propio testimonio, y a los resultados obtenidos, debemos reconocer que eran "sutilísimos" y "maravillosos". Cómo procedía, por ejemplo, para decidir, tras breve inspección, si un número dado era o no primo? Euler y Gauss le daban a esta cuestión gran importancia, pero ninguno de los dos pudo hallar el secreto buscado.

Queda un documento de Fermat en que explica el método que él llama del "descenso". Es una carta, sin fecha, cuyo original reposa en la biblioteca universitaria de Leyde. Veamos en ella cómo aplica su método a la demostración del siguiente teorema que da motivo a esta nota: *Todo número primo de la forma $4h+1$ puede descomponerse en la suma de dos cuadrados.*

Dice Fermat: "Si existe un número primo, to-

mado a discreción, que exceda en la unidad a un múltiplo de 4, y que no esté formado por dos cuadrados, habrá otro número primo de la misma naturaleza menor que el propuesto, y luego un tercero aún menor, etc. Así, descendiendo, se llega al número 5, que es el más bajo entre los de ese género, el cual se seguiría no estar compuesto de dos cuadrados, lo que no es cierto, por donde debe inferirse, por reducción al imposible, que todos los de esta clase están formados por dos cuadrados. Hay infinidad de cuestiones de esta naturaleza".

Fermat amplió después el teorema anterior así: *Todos los números primos de la forma $4h+1$, lo mismo que todas sus potencias, pueden descomponerse en la suma de dos cuadrados.*

Vamos por partes. Tomemos la segunda potencia, con lo cual entramos en el dominio de los números pitagóricos. Bien sabido es que llevan este nombre los números enteros y positivos que, por ternas, satisfacen a la ecuación:

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (A)$$

tales como:

$$3^2 + 4^2 = 5^2$$

ó

$$8^2 + 15^2 = 17^2$$

los cuales corresponden a lados conmensurables de un triángulo rectángulo.

Antes de investigar las condiciones que deben cumplir a , b y c para que verifiquen la ecuación (A), debe observarse: 1º Si a y b tienen un factor común p éste lo será también de c y la ecuación puede simplificarse hasta que a , b y c sean primos relativos, dos a dos. 2º Es fácil mostrar que a y b no pueden ser ambos impares, pues si lo fueran, su suma no correspondería a un cuadrado. Así, pues, uno de los catetos a o b debe ser par, y el otro y la hipotenusa, impares.

Ahora le cedo la palabra al sabio expositor y matemático alemán, de la Universidad de Gotinga, Félix Klein, muerto no há mucho, quien se expresa así:

"Vamos a tratar ahora de los números pitagóricos, utilizando la intuición espacial en una for-

ma algo diferente (1). En lugar de la ecuación

$$a^2 + b^2 = c^2 \quad (1)$$

cuyas soluciones enteras se trata de hallar, consideremos la ecuación

$$x^2 + y^2 = 1 \quad (2)$$

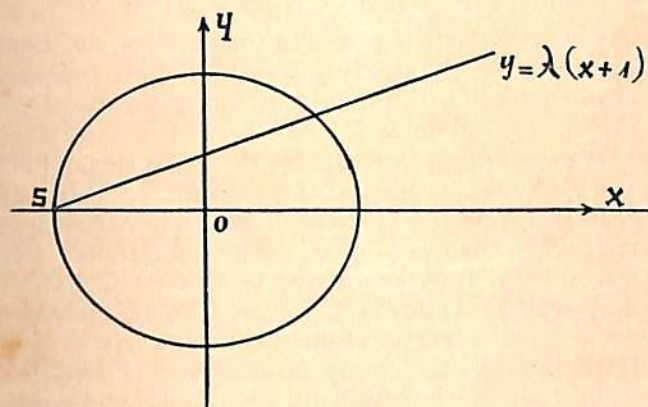
que se deduce de (1) poniendo

$$\frac{a}{c} = x \quad \frac{b}{c} = y \quad (3)$$

con lo cual el problema queda reducido a determinar todos los pares de números racionales (x, y) que satisfacen a la (2).

"Partimos de la representación geométrica de todos los puntos racionales (x, y) , es decir, de todos los puntos de coordenadas racionales x e y que llenan el plano xy densamente en todas sus partes. La ecuación $x^2 + y^2 = 1$ representa, en ese plano, el círculo unidad, cuyo centro es el origen, de modo que nuestro problema se reduce al de ver cómo va pasando esta circunferencia entre los puntos racionales, cuyo conjunto es denso en todas partes, y, en particular, cuáles de estos puntos contiene. Algunos de estos puntos son conocidos, desde luego los de intersección con los ejes; entre éstos vamos a fijarnos especialmente en el

$$S \quad (x = -1, y = 0)$$



"Imaginemos todos los rayos que parten de S los cuales están representados por la ecuación

$$y = \lambda(x + 1) \quad (4)$$

y llamémoslos racionales o irracionales, según que el valor del parámetro correspondiente λ sea o no racional; se verifica entonces el siguiente doble teorema: *Todo punto racional de la circunferencia se proyecta desde S según un rayo racional; y recíprocamente, todo rayo racional que parte desde S corta a la circunferencia en un punto racional.*

"El teorema directo es inmediato. El recíproco se demuestra por cálculo directo, sustituyendo en la ecuación (2) el valor de y dado por la (4); se obtiene así la abscisa del punto de intersección resolviendo la ecuación:

$$x^2 + \lambda^2(x + 1)^2 = 1$$

(1) *Matemática elemental desde un punto de vista superior*, Madrid, 1927, págs. 54-56.

o sea

$$(1 + \lambda^2)x^2 + 2\lambda^2x + \lambda^2 - 1 = 0$$

"Una solución $x = -1$ de esta ecuación es la ya conocida, correspondiente a la intersección S; el valor de la otra se deduce por un pequeño cálculo,

$$x = \frac{1 - \lambda^2}{1 + \lambda^2} \quad (5a)$$

y sustituyéndolo en (4) se obtiene la ordenada correspondiente

$$y = \frac{2\lambda}{1 + \lambda^2} \quad (5b)$$

y estas expresiones demuestran que, en efecto, el segundo punto de intersección es racional si corresponde a un valor racional de λ .

"Los dos teoremas, directo y recíproco, que acabamos de demostrar, pueden enunciarse también así: *Todos los puntos racionales de la circunferencia están representados por las fórmulas (5) en las que λ puede tomar cualquier valor racional.*

"Con esto queda resuelto el problema y sólo falta pasar a los números enteros.

"Para ello ponemos:

$$\lambda = \frac{n}{m}$$

donde m y n designan números enteros, y sustituyendo en las fórmulas (5) se obtiene:

$$x = \frac{m^2 - n^2}{m^2 + n^2} \quad y = \frac{2mn}{m^2 + n^2}$$

como conjunto de todas las soluciones racionales de la ecuación (2). Por consiguiente, todas las soluciones enteras de la primera ecuación (1), es decir, todos los números pitagóricos, están dados por las siguientes fórmulas:

$$a = m^2 - n^2 \quad b = 2mn \quad c = m^2 + n^2$$

obteniéndose todas las soluciones compuestas de números primos entre sí, cuando se atribuyen a m y n todos los pares de números primos entre sí. Tenemos, pues, con esto, una deducción muy intuitiva de este resultado, que de otro modo hubiera parecido muy abstracta".

Hé aquí algunos resultados:

Para $m=2$	y $n=1$	$3^2 + 4^2 = 5^2$
» $m=3$	y $n=2$	$5^2 + 12^2 = 13^2$
» $m=4$	y $n=3$	$7^2 + 24^2 = 25^2$
» $m=5$	y $n=2$	$21^2 + 20^2 = 29^2$

Los números pitagóricos pueden dividirse en tres clases: 1º aquellos en que a y b difieren en una unidad, como en el 1º y 4º ejemplo de los anteriores; 2º aquellos en que $c - b = 1$: 1º 2º y 3er. ejemplos; y 3º los restantes.

Cada clase tiene sus propiedades interesantes y curiosas. No las menciono siquiera por no alargar esta nota.

En lo que sigue tendré que valerme de mis propios recursos, pues no conozco lo que se ha

escrito sobre el particular. Voy a indicar el camino que he seguido para llegar a los resultados anteriores y de ahí partir adelante, mediante el empleo de cantidades complejas, eficaces auxiliares de investigación, especialmente en este campo de la teoría de los números, cosa que suena un poco a paradoja.

Se trata de hallar dos cuadrados cuya suma sea un cuadrado; y esto es lo que se obtiene precisamente cuando se multiplican dos complejas conjugadas y el producto se eleva al cuadrado.

Sean:

$$\alpha = m + ni \quad (6)$$

$$\alpha' = m - ni$$

dos imaginarias, cuyos elementos m y n son enteros. El producto $\alpha\alpha'$ teniendo en cuenta que $i^2 = -1$ nos da:

$$\alpha\alpha' = m^2 + n^2 \quad (7)$$

y el cuadrado

$$(\alpha\alpha')^2 = (m^2 + n^2)^2 \quad (8)$$

Por otro lado tenemos:

$$\alpha^2 = (m^2 - n^2) + 2mni$$

$$\alpha'^2 = (m^2 - n^2) - 2mni$$

Estas dos cantidades son conjugadas y su producto es la suma de dos cuadrados reales y positivos:

$$\alpha^2\alpha'^2 = (\alpha\alpha')^2 = (m^2 - n^2)^2 + (2mn)^2 \quad (9)$$

Igualando los segundos miembros de (8) y (9), se obtiene i el resultado buscado:

$$(m^2 + n^2)^2 = (m^2 - n^2)^2 + (2mn)^2$$

y llamando c , a y b cada paréntesis:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

De aquí partimos. Elevando (7) al cubo se encuentra:

$$(\alpha\alpha')^3 = (m^2 + n^2)^3 \quad (10)$$

Pero, por otra parte, tenemos:

$$\alpha^3 = m^3 - 3mn^2 + i(3m^2n - n^3)$$

$$\alpha'^3 = m^3 - 3mn^2 - i(3m^2n - n^3)$$

De donde, observando que estas cantidades son conjugadas:

$$\alpha^3\alpha'^3 = (\alpha\alpha')^3 = (m^3 - 3mn^2)^2 + (3m^2n - n^3)^2 \quad (11)$$

Igualando (10) y (11) resulta:

$$(m^2 + n^2)^3 = (m^3 - 3mn^2)^2 + (3m^2n - n^3)^2$$

fórmula que nos da las ternas de números enteros que satisfacen a la ecuación:

$$c^3 = a^2 + b^2$$

Siguiendo el mismo derrotero, hallamos:

$$(m^2 + n^2)^4 = (m^4 - 6m^2n^2 + n^4)^2 + (4m^3n - 4mn^3)^2$$

Aquí se descubre ya la ley de formación, basada en el binomio de Newton, que es la roca granítica sobre la cual se apoya el edificio de las matemáticas modernas.

Para obtener la fórmula general:

$$c^p = a^2 + b^2$$

siendo p un entero cualquiera, debemos hacer:

$$c = m^2 + n^2$$

a = términos impares del desarrollo de $(m + n)^p$ con signos alternados.

b = términos pares del desarrollo de $(m + n)^p$ con signos alternados.

Hé aquí dos cuadros ilustrativos:

$$13 = 3^2 + 2^2 \quad 5 = 2^2 + 1^2$$

$$13^2 = 12^2 + 5^2 \quad 5^2 = 3^2 + 4^2$$

$$13^3 = 9^2 + 46^2 \quad 5^3 = 2^2 + 11^2$$

$$13^4 = 120^2 + 119^2 \quad 5^4 = 7^2 + 24^2$$

$$13^5 = 117^2 + 598^2 \quad 5^5 = 41^2 + 38^2$$

De lo expuesto y de la inspección de estos ejemplos se deduce un procedimiento práctico, cuya deducción, siguiendo un precepto de Descartes, dejo al lector.

A estos mismos resultados debió de llegar Fermat por medios harto diferentes de los que he señalado, pues en su tiempo las imaginarias apenas empezaban a asomar en el horizonte. Por esos medios muy suyos que se llevó a la tumba, descubrió otras leyes y formuló otros teoremas tan originales e interesantes como escasos de utilidad inmediata, porque la ciencia o el arte que se ha llamado la teoría de los números —según frase célebre de un matemático alemán— es una especulación que tiene por único objeto el honor del espíritu humano.

El Mochuelo, enero 1937.

- NOTAS -

LA OBRA DE UN NATURALISTA COLOMBIANO

Honramos hoy las páginas de esta Revista, conformemente lo anunciamos en el número anterior, reproduciendo en cuatro láminas en colores, algunas de las acuarelas del botánico Don Santiago Cortés, que están inéditas en el Archivo de la Academia y representan por su aspecto artístico y científico, un elemento de mérito sobresaliente.

Examinando uno a uno los numerosos dibujos —que Cortés dejó, junto con algunos papeles sueltos para publicarlos cuando el Gobierno lo determinara, ya que lo costoso de una edición litográfica ponía este esfuerzo totalmente fuera de sus posibilidades— se echa de ver cuán importante es para la ciencia colombiana el que en el Exterior se den cuenta de que en materia de prolijo examen artístico, de cuidadosa clasificación y de presentación artística inmejorable, nuestros naturalistas, desde tiempos de la Expedición Botánica de Mutis, no tienen nada que envidiar a sus colegas de los países más adelantados.

Naturalmente la selección de las láminas publicadas ahora se hizo sobre la base de una grata presentación artística, pues al haberlo intentado con el objeto de seguir una exposición de carácter científico, que diera idea de la obra general de Cortés, está claro que hubiéramos debido disponer la publicación de decenas de páginas en colores, cosa que está fuera de los recursos destinados a esta Revista de la Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.

Así, y para suplir esta deficiencia se pensó en reproducir partes importantes de su obra fundamental: "La Flora de Colombia" para que de su lectura y del cotejo de las láminas a que venimos refiriéndonos pueda sacar el lector la impresión de que, tarde o temprano, debiera el Gobierno ordenar una edición oficial de la Flora, incluyendo en ella todo el material artístico y científico de Cortés, que reposa en poder de esta Academia.

Naturalmente al hacer esta reimpresión es necesario advertir que la obra científica de Santiago Cortés, desde puntos de vista estrictamente modernos, merece algunos reparos. Así, por ejemplo, al comparar sus apuntes de Geografía botánica de nuestro país con la obra de Geobotánica colombiana de Cuatrecasas, que se está haciendo conocer del público colombiano en estas páginas, se echa de ver inmediatamente que el mérito científico de este último trabajo es muy superior al de los escritos de Cortés, por la sencilla razón de que el criterio moderno maravilloso que hoy se tiene respecto de la evolución de los seres vivos no pudo ser conocido en la época de nuestro ilustre naturalista.

Sea lo que fuere, y sin detenernos a hacer una crítica fundamentada del trabajo global, en sus diversas ramas, de Santiago Cortés, queremos dejar constancia de que este homenaje a su memoria no significa aceptación definitiva de todos sus puntos de vista, en el terreno estrictamente científico.

A continuación y para ilustrar a nuestros lectores completamente respecto a la personalidad del naturalista colombiano, insertamos una corta reseña biográfica suya.

* * *

NOTICIA BIOGRAFICA — DON SANTIAGO CORTES

Nació en Bogotá el día 19 de mayo de 1854, como hijo legítimo de don José del Carmen Cortés y de doña Pía Sarmiento.

Fue su primer maestro don Casimiro Figueroa, quien lo preparó y capacitó para ingresar al Seminario Conciliar de la Arquidiócesis de Bogotá, donde hizo los cursos completos de literatura y filosofía que formaban el programa de estudios de ese entonces. En el Seminario fue discípulo predilecto de don Rufino José Cuervo, quien lo inició con éxito en el estudio del griego y del latín, idioma este último, que llegó a dominar con admirable propiedad.

Aficionado a las ciencias naturales, adquirió los mejores textos que en aquella época se introdujeron al país, y asimiló con su clara inteligencia los últimos conocimientos de entonces sobre estas materias.

Fue un dibujante admirable, y debido a esto logró formar colecciones de dibujos de plantas verdaderamente interesantes. También dibujó mapas geográficos y geológicos de varias partes del mundo, copiándolos a escalas apropiadas.

Amigo fervoroso de las ciencias naturales y familiarizado, por este motivo, con libros germanos que trataban de ellas, obtuvo en 1873 que el Ministro Plenipotenciario

del Imperio germánico abriera y dictara en el Colegio de San Bartolomé el curso de alemán, y por esa circunstancia dominó ese idioma, poco conocido entonces en Colombia.

En el año de 1874 ingresó a la recién fundada Escuela de Ciencias Naturales y allí cursó Química, Botánica, Zoología, Geología y Mineralogía, logrando terminar esos estudios con las más altas calificaciones.

Años después montó un laboratorio químico, dedicándose también a coleccionar y clasificar fósiles y minerales y a formar los herbarios que más tarde le sirvieron para publicar su famosa obra: "La Flora de Colombia".

Con Antonio Gutiérrez Rubio y Efigenio Flórez fundó una sociedad que denominó de Química e Historia Natural; y deseoso de difundir los conocimientos adquiridos en sus estudios dictaba clases gratuitas en varias escuelas y colegios.

A fines de 1877 se trasladó a Pamplona, donde continuó tesoneramente sus estudios de Ciencias Naturales, de las que era profesor —lo mismo que de francés, que dominaba como el latín— en el Seminario de aquella ciudad.

En 1889, fue nombrado Rector del Colegio de San Simón, de Ibagué, lo que le permitió hacer varias excursiones científicas, en compañía de sus discípulos, a la región del Quindío.

Vuelto a Bogotá, con no despreciable material botánico, mineralógico y geológico, colaboró en diferentes revistas científicas del país y del extranjero y puso mano a la redacción de la "Flora de Colombia" y a la de una botánica extensa, acompañada de no menos de cincuenta atlas y de muestras de casi todas las maderas que se encuentran en nuestro vasto territorio.

Por esa época estuvo en relación con el gran Instituto Oswaldo Cruz, de Río de Janeiro y con otros de análoga índole de otras partes del mundo.

En los años 1900 y 1901 hizo parte de la "Comisión mixta de Límites" con la República de Venezuela, en la Sección segunda, dirigida por el doctor Ruperto Ferreira, de la que también formaba parte, entre otras personas distinguidas, el doctor Ricardo Lleras Codazzi, con quien recorrió la Guajira, las selvas del Catatumbo y en parte el curso de este río y de algunos de sus afluentes. Sobre decir que en esta excursión acumuló muchos materiales para sus trabajos científicos.

Fue miembro fundador de la Sociedad Geográfica de Colombia, y muchos años antes había sido recibido como miembro de número del Instituto Homeopático, y profesor en las Facultades de Medicina y de Ingeniería y en la Escuela Nacional de Comercio.

La última excursión científica que hizo este sabio modesto, en la cual lo acompañó su discípulo Don Rafael Velásquez, fue hecha en 1920, a la región oriental, por los lados de Mambita y Medina.

De sus laboriosísimos trabajos científicos no quedan, que sepamos, sino los publicados en los Anales de Medicina y de Ingeniería y "La Flora de Colombia".

Murió en Bojacá el 31 de enero de 1924. Evidentemente Don Santiago Cortés dejó una obra inconclusa por razones que ignoramos. De parte de su correspondencia, que reposa en los Archivos de esta Academia, parece deducirse que en el Consulado de Colombia en Nueva York se extraviaron los originales de su tratado extenso de botánica colombiana, que él pensaba editar en los Estados Unidos de Norte América.

Esta obra inconclusa fue por extremo variada, pues se extendió fuera de la Botánica, a la Química, a la Paleontología, a la Geología y a la Lingüística. Tal vez por ello adolece de ciertos defectos de orden, de método en la exposición y de premura y deficiencia en la investigación científica, como se deduce al leer detenidamente sus trabajos publicados cuando formó parte de la Oficina de Longitudes (Sección de Ciencias Naturales).

Pero esta crítica no quiere decir que la ciencia en Colombia no le esté obligada y que su nombre pueda ser echado en olvido, cuando él merece ser citado siempre que entre nosotros se hable de Mutis y de Triana.

* * *

DISTRIBUCION DEL PRIMER NUMERO DE LA REVISTA DE LA ACADEMIA

Se llevó a cabo esta distribución entre profesionales y entidades científicas y docentes, tanto del país como del extranjero, con un criterio de selección lo más estricto posible.

Con profunda contrariedad nos hemos visto impedi-

dos para atender a las muchas solicitudes que llegan a diario de todas partes, sobre el envío de la Revista, por causa de lo limitado de la edición.

A continuación damos los nombres de personas y entidades que han contestado a este envío en comunicaciones altamente honorosas, y a quienes hacemos llegar nuestros agradecimientos.

Apenas, hasta ahora, empezamos a recibir tal correspondencia, pues la distribución de la Revista se hizo a fines de febrero último; de ahí que no aparezca, tampoco, referencia de algunos países importantes a donde fue enviada a algunas instituciones. Hay corporaciones científicas que, en cambio, nos están honrando con sus publicaciones.

La Academia ha autorizado la publicación en las páginas de la Revista, de las comunicaciones recibidas, con el objeto de poner al corriente a sus lectores de la impresión favorable que ha causado su circulación, sobre todo fuera del país, y del compromiso contraído con entidades científicas de todo el mundo de seguirla remitiendo como canje de sus publicaciones.

Por ahora hemos estimado oportuno dar estos datos solamente, reservándonos para ir dando a conocer en las próximas entregas el texto de algunas de tales comunicaciones.

La lista a que nos referimos es la siguiente:

- De Alemania**
Internationaler Entomologischer Verein E. V. Verlag, Frankfurt.
Zoologisches Museum der Universitaet — Berlín.
Ibero-Amerikanisches Archiv — Berlín.
Senckenbergische Bibliothek — Frankfurt.
Zeiss Ikon A. G. — Dresden.
Archivo de Economía Mundial de Hamburgo — Hamburgo.
Ibero-Amerikanisches Institut — Berlín.
Chemisches Zentralblatt — Berlín.
Zoologischen Staatssammlung — München.
Bibliothek der Technischen Hochschule — Berlín.
Theodor Oswald Weigel, Antiquariat-Auktions-Institut, Leipzig.
Consulado General de Colombia — Berlín.
- De Austria**
Zoologisch-Botanische Gesellschaft — Wien.
- De Bélgica**
Maison de l'Amérique Latine — Bruxelles.
Société Royale de Botanique de Belgique — Bruxelles.
Jardin Botanique de l'Etat-Ministère de l'Agriculture, Bruxelles.
Office International de Documentation et de Corrélation pour la protection de la Nature — Bruxelles.
Société Royal Belge d'Antropologie et de Préhistoire, Bruxelles.
P. Staner, Dr. Sc., Conservateur du Jardin Botanique, Bruxelles.
- De España**
Instituto de Economía Americana — Barcelona.
Observatorio del Ebro — Tortosa.
R. P. Luis Rodés, S. J. — Tortosa.
- De China**
The Shanghai Science Institute — Shanghai.
- De Finlandia**
The Entomological Society of Finland — Suomi.
- De Francia**
Union Géodésique et Géophysique Internationale — París.
Association Internationale de Géodésie — París.
General Georges Perrier — París.
Muséum National d'Histoire Naturelle — París.
Société de Géographie — París.
Union Internationale de Chimie — París.
Université de París — París.
Observatoire National de Besançon — Besançon.
Société Scientifique de Bretagne—Faculté des Sciences, Rennes.
Mr. Albert Eric Neton — París.
Société Botanique de France — París.
- De Inglaterra**
The Science Museum—Library — London.
Adam Hilger Ltd. — London.
British Museum (Natural History) — General Library — London.
Zoological Museum — Tring.
- De Italia**
Reale Academia d'Italia — Roma.
Regia Lyceorum Academia — Roma.
Associazione Elettrotecnica Italiana — Milano.
R. Università di Napoli—Facoltà di Agraria — Portici.
Facoltà di Scienze della R. Università di Cagliari, Cagliari.

- Museo Civico di Storia Naturale di Genova — Génova.
Rivista "Scientia" — Milano.
Cónsul General de Colombia — Génova.
- De Japón**
Shibayama Natural Science Laboratory — Tokio.
Nippon Bunka Renmei — Tokio.
The Institute of Scientific Research of Manchoukuo, Manchoukuo.
- De Polonia**
Bibliothèque Nationale—Joseph Pilsudski — Varsovie.
- De Suecia**
Kungl. Universitets-Bibliothek — Uppsala.
Universitets-Biblioteket—University Library — Lund.
- De Argentina**
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales—Buenos Aires.
Congreso Sudamericano de Ferrocarriles — Buenos Aires.
Biblioteca "América" — Buenos Aires.
Museo Nacional de La Plata — La Plata.
Universidad Nacional de La Plata—Biblioteca — La Plata.
- De Bolivia**
Sociedad Geográfica de Sucre — Sucre.
Museo Nacional de Bolivia — La Paz.
- De Brasil**
Instituto Historico e Geografico — Espirito Santo.
Ministerio da Agricultura—Secretaría de Estado — Río de Janeiro.
Walter Spalding Ing. — Gloria — Porto Alegre.
Tercer Congreso Sudamericano de Química — Río de Janeiro.
- De Canadá**
The Library National Research Council — Ottawa.
- De Costa Rica**
Secretaría de Salubridad Pública y Protección Social, San José.
Dr. A. Peña Chavarría — San José.
Biblioteca Nacional de Costa Rica — San José.
- De Cuba**
Sociedad Cubana de Ingenieros — Habana.
Sociedad Cubana de Ciencias Naturales — Habana.
- De Ecuador**
Observatorio Astronómico de Quito — Quito.
Servicio Geográfico Militar — Quito.
- De Estados Unidos**
Unión Panamericana — Washington.
The American Museum of Natural History—Library, New York.
Dotación de Carnegie para la Paz Internacional — New York.
University of Washington—Library — Washington.
United States Department of Agriculture — Library, Washington.
Missouri Botanical Garden — St. Louis, Mo.
University of California—Library — Berkeley, Cal.
The Cleveland Museum of Natural History — Cleveland, Ohio.
Massachusetts Institute of Technology—Library, Cambridge, Mass.
The Lloyd Library of Botany, Natural History, Pharmacy, etc. — Cincinnati, Ohio.
Virginia Agricultural Experiment Station — Virginia.
Boston Society of Natural History — Boston, Mass.
The Academy of Natural Science of Philadelphia — Philadelphia, Pa.
United States Department of the Interior — Geological Survey — Washington.
The New York Botanical Garden—Library — New York.
The New York Academy of Sciences — New York.
Harvard University Medical School — Boston, Mass.
New York State College of Agriculture — Ithaca, N. Y.
Dr. H. E. Anthony—American Museum of Natural History — New York.
Dr. Joseph C. Bequaert—Harvard University — Boston, Mass.
Dr. Harry C. Oberholser — Washington.
Dr. Steven Fogaris — Passaic, N. J.
Consulado General de Colombia — New York.
North Carolina State College of Agriculture and Engineering — Raleigh.
- De Guatemala**
Dr. Ulises Rojas — Guatemala.
- De México**
Sociedad de Estudios Astronómicos y Geofísicos — Tacubaya, D. F.
Academia Nacional de Ciencias "Antonio Alzate"—México, D. F.
Secretaría de Educación Pública—Sección de Arqueología — México, D. F.

- Observatorio Astronómico Nacional — Tacubaya, D. F.
Legación de Colombia en México — México, D. F.
- De Perú**
Universidad Nacional de San Marcos — Lima.
Museo Nacional—Departamento de Antropología—Lima.
Dr. Edmundo Escobel — Lima.
- De Puerto Rico**
Ministerio de Agricultura de Puerto Rico — San Juan.
- De la República Dominicana**
Consulado General de Colombia — Santo Domingo.
Revista de Agricultura y Comercio — Santo Domingo.
- De Uruguay**
Asociación de Ingenieros del Uruguay — Montevideo.
Museo de Historia Natural — Montevideo.
Dr. Fernando Rosa Mato. — Montevideo.
- De Venezuela**
Observatorio Astronómico de Cajigal — Caracas.
Colegio de Ingenieros de Venezuela — Caracas.
Ministerio de Obras Públicas de Venezuela — Caracas.
Servicio Botánico del Ministerio de Agricultura y Cría, Caracas.
Consulado General de Colombia. — Ciudad Bolívar.
Dr. H. Pittier. — Caracas.
- De Colombia**
Entre otras muchas, de las siguientes entidades y personas:
Gobernación de Antioquia—Secretaría de Educación Pública.
Universidad de Antioquia.—Medellín.
Escuela Nacional de Minas. — Medellín.
Facultad de Medicina. — Medellín.
Sociedad de Mejoras Públicas. — Medellín.
Universidad Católica Bolivariana. — Medellín.
Excmo. Sr. Arzobispo-Administrador Apostólico de Medellín.
Dr. Emilio Robledo. — Medellín.
Dr. Jorge Rodríguez. — Medellín.
Gobernación del Atlántico — Secretaría de Educación Pública.
Gobernación de Bolívar — Secretaría de Educación Pública.
Gobernación de Boyacá — Secretaría de Educación Pública.
Gobernación de Caldas — Secretaría de Educación Pública.
Gobernación del Cauca — Secretaría de Educación Pública.
Universidad del Cauca. — Popayán.
Dr. Guillermo Valencia. — Belalcázar.
D. Vicente J. Arboleda C. — Popayán.
Gobernación del Huila — Secretaría de Educación Pública.
Excmo. Sr. Obispo de Garzón. — Garzón.
Gobernación del Magdalena — Secretaría de Educación Pública.
Gobernación de Nariño — Secretaría de Educación Pública.
Centro de Historia de Pasto. — Pasto.
Centro de Historia de Bucaramanga. — Bucaramanga.
Centro de Historia de Cúcuta. — Cúcuta.
Gobernación del Valle. — Secretaría de Educación Pública.
Estación Agrícola Experimental. — Palmira.
"Diario del Pacífico". — Cali.
"Relator". — Cali.
Dr. Mariano Argüelles. — Cali.
Dr. Jorge Zawadzky. — Cali.
Excmo. señor Ministro del Japón.—Bogotá.
Dr. Félix Cortés. — Bogotá.
Dr. Enrique Uribe White. — Bogotá.
D. Louis Millot. — Bogotá.
- ***
- JUSTO RECONOCIMIENTO**
- No. 246.—Bogotá, abril 30 de 1937.
- Señor Gerente de la Litografía Colombiana.—E. S. D.
- Muy señor mío:
- Hablando en nombre de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales me permito felicitar a usted muy efusivamente por el triunfo tipográfico y artístico que ha significado para la empresa que usted dirige, la aparición de la Revista de la Academia.
- Esta Revista, en su primer número, acogióse admirablemente por varias entidades y personas científicas de Europa y América, estando esta Secretaría en posesión de numerosa correspondencia que acredita el trabajo de ustedes como uno de los mejores que puede presentarse, por las artes gráficas, en los países más adelantados del mundo.
- Tal concepto, naturalmente, satisface por completo a la Academia, con la circunstancia, aún más favorable, de que el trabajo tipográfico y litográfico del segundo número

de la Revista, próximo a salir, contiene elementos de mayor mérito aún.

Por estos motivos me complace en cumplir el mandato de la Academia dando a usted las gracias, en su nombre, por el esfuerzo hecho por la empresa editorial que está bajo su acertada dirección, y que así corresponde a la magnífica voluntad del Gobierno en favor de una labor cultural de la importancia de la presente que realiza esta Academia.

Sin otro particular, soy de usted atento, seguro servidor,
Alberto Borda Tanco, Secretario Perpetuo.

UN ADMIRABLE TRABAJO DE ARTE Y DE TECNICA

Para la Dirección de esta Revista es muy grato referirse en términos elogiosos al trabajo que actualmente adelanta el doctor José Miguel Rosales, Presidente de la Sociedad Geográfica de Colombia y Oficial de Academia del Gobierno francés.

Este trabajo del doctor Rosales consiste en la factura de la última edición de su mapa en relieve de Colombia, que con las variaciones que actualmente le está introduciendo su autor, podrá considerarse como una obra maestra de técnica en la materia.

Efectivamente: para quienes conocen en detalle la orografía colombiana deberá constituir una sorpresa la aparición del último relieve de Rosales, que contiene datos interesantísimos y elementos minuciosos de información referentes a la orografía de nuestro territorio, en forma hasta ahora no presentada entre nosotros.

Para esas personas inteligentes y conocedoras intentaremos elaborar una explicación relativa al uso de las escalas diversas en los mapas de relieve, para solucionar mil dificultades que se presentan en la elaboración de los detalles, que es preciso hacer sensibles, sin por eso violentar las proporciones artísticas del conjunto. Probablemente esa explicación, juntamente con una copia en fotográfico del trabajo del doctor Rosales, verá la luz en el número próximo de esta Revista.

Entretanto, queremos hacer llegar al doctor Rosales la felicitación efusiva de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Colombia.

PROSPECTOS DE ESTA REVISTA PARA NUMEROS POSTERIORES

De acuerdo con lo expuesto en la Sección editorial, nos proponemos dar cabida en el próximo número y en los que le sigan, al siguiente material: a) A una colección de cartas inéditas de Caldas, dirigidas a don Antonio Arboleda, que conserva en Popayán uno de sus descendientes, el señor Vicente J. Arboleda C., y que pueden considerarse como una joya de valor histórico extraordinario; b) Al folleto editado en París en 1819, completamente agotado, y que lleva por título: "Ensayo de una Memoria sobre un nuevo método de medir las montañas por medio del termómetro y del agua hirviendo", por D. Francisco José de Caldas; c) A un extracto de la obra magistral del botánico Don José Triana sobre la Quinología de Mutis y a varios escritos de botánicos ingleses referentes a la aclimatación de las quininas de América en las Indias Orientales; d) A una descripción del péndulo eléctrico de Don Rafael Nieto París y a varios trabajos sueltos de este notable matemático colombiano; e) A un estudio original y muy interesante del distinguidísimo ingeniero doctor Melitón Escobar Larrazábal, sobre planeamiento de ciudades y urbanismo; f) A un trabajo inédito de Codazzi sobre técnica de la guerra y operaciones militares en las campañas de la independencia americana; g) A un estudio crítico de Garavito referente al péndulo eléctrico de Nieto París; h) A un extracto de la obra monumental de John Elliot Howard: "La Quinología de las plantaciones de las Indias Orientales"; i) Al complemento de los trabajos de Garavito sobre Óptica matemática, y j) A varios apuntes inéditos sobre Paleontología colombiana, de Don Santiago Cortés.

Este programa de publicaciones se refiere, por ahora, solamente a la obra de los muertos que, como se ha dicho, debe aparecer vinculada estrechamente a los trabajos de ahora, de los científicos colombianos del presente, o de los extranjeros que hayan escrito cosas relacionadas con nuestra patria y estén aún en plena actividad de producción.

La relación de importantes trabajos de esta índole que se habrán de publicar en los siguientes números de la Revista, se hará próximamente.

SECCION BIBLIOGRAFICA

Desde la próxima entrega de la Revista nos proponemos dedicar una Sección con el objeto de informar acer-

ca de las publicaciones recibidas por la Academia. Hasta la fecha son numerosos los canjes que han llegado de entidades científicas de todo el mundo, a las cuales hacemos llegar nuestros agradecimientos.

* * *

EL CENTENARIO DEL FUNDADOR DEL ELECTRO-MAGNETISMO Y LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

A principios del año pasado se celebró por el mundo científico el primer centenario de la muerte de Andrés María Ampère y con este motivo se fundó en Lyon, su ciudad natal, un museo conmemorativo que debía contener demostraciones objetivas de los centros científicos de todos los países de la tierra, como testimonio de admiración por este sabio francés, honra y prez de la cultura latina en el siglo XIX.

Invitada la Academia a participar en este homenaje universal envió un bello pergamino al Comité organizador del Museo Ampère en Lyon, como consta en las notas que se insertan a continuación.

Bogotá, febrero 16 de 1937.

Señor Presidente del Comité del Centenario de Andrés María Ampère.—Lyon (Francia).

Tenemos el honor de dirigirnos por el muy digno conducto de usted al Honorable Comité que preside, para presentarle los respetos de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales y ponerla a las órdenes de dicho Comité.

Sabiendo esta Institución que en marzo del año próximo pasado, se conmemoró el primer centenario de la muerte del sabio Ampère, dispuso, por aclamación, adherirse a los homenajes que con este motivo ha venido tributando a su memoria el mundo científico. Tal adhesión está contenida, si modesta, muy cordialmente, en las siguientes palabras, trasladadas al pergamino que, anexo, tenemos el honor de enviar a ese Comité por conducto del Ministerio de Relaciones Exteriores de nuestro país, y en cuya remisión tal Despacho ha estado particularmente interesado.

Las palabras en referencia son:

"La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, haciéndose intérprete de los sentimientos del pueblo de Colombia dentro de un ambiente de amplia cultura internacional, se asocia a los varios títulos de todos los países del mundo, que con ocasión del primer centenario de la muerte de Andrés María Ampère, manifestaron a la ciencia francesa sus sentimientos de admiración y gratitud por la memoria del ilustre fundador del Electromagnetismo".

"La Academia de Ciencias de Colombia en esta ocasión solemne, hace votos por que el espíritu de investigadores y sagaces, continúe animando a la ciencia francesa, y por que en el terreno de la Física moderna se torne pronto a los métodos lógicos de la escuela de Newton y en cuyo empleo fue modelo excelso el sabio francés. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales.

El Presidente, Jorge Álvarez Lleras.—El Secretario, Alberto Borda Tanco".

Ojalá que este sincero testimonio tenga ante ese Honorable Comité el valor y la significación moral que la Academia Colombiana de Ciencias ha querido darle.

Con sentimientos de nuestra más distinguida consideración, nos suscribimos de usted muy atentos y seguros servidores,

Alberto Borda Tanco, Secretario perpetuo.

Bogotá, febrero 16 de 1937.

Señor Ministro de Relaciones Exteriores.—E. S. D.

Con la presente me es grato remitir a ese Despacho un pergamino que contiene una proposición de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, por la cual esta Institución se asocia a los homenajes que se tributaron a la memoria del sabio francés Andrés María Ampère, con ocasión del primer centenario de su muerte, y a las comunicaciones que se están dirigiendo a la ciudad de Lyon (Francia) por todas las entidades científicas que quieren asociarse a la conmemoración de dicho Centenario.

La medida adoptada por esta Academia y el envío de la pieza en referencia a ese Ministerio, son la consecuencia de mi nota N° 59, de fecha 15 de enero último, al señor Ministro, como respuesta a la suya N° 12 —Oficina de Longitudes— del día anterior.

Con el pergamino acompaño, para que a su vez sean

remitidos por el Ministerio al lugar de su destino, un oficio de la Academia y un ejemplar del primer número de la Revista de la misma a fin de dar referencia de la Institución a la entidad que estuvo encargada de organizar los actos del Centenario en cuestión.

Soy del señor Ministro con toda atención y respeto, su atento y seguro servidor,

Alberto Borda Tanco, Secretario Perpetuo.

* * *

BIOGRAFIA DE AMPERE, POR ARAGO (Traducción del Anuario del Instituto Smithsonian de Washington)

Como complemento al homenaje que la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales ha tributado a Ampère, se empieza a publicar en esta Revista su biografía, escrita por Francisco Arago, otro sabio de renombre universal, que dio a la vida de Ampère tan interesante relieve.

Andrés María Ampère, hijo de Juan Diego Ampère y Juana Antonieta Sarcey de Sutieres, nació en Lyon, en la parroquia de Saint Nazier, el 22 de enero de 1775.

Juan Diego Ampère era instruido y altamente apreciado. Su esposa atraía de igual modo el cariño general por su carácter dulce y su inclinación a la caridad, la que ejercía cada vez que se presentaba la ocasión. Poco después del nacimiento de su hijo, el señor Ampère abandonó el comercio y se retiró a una pequeña hacienda en Poleymieux, a inmediaciones de Monte de Oro, cerca de Lyon; allí en esa aldea humilde, sin el concurso de un maestro, empezó a manifestarse o mejor expresado, a desarrollarse aquella maravillosa inteligencia cuyos resplandecientes aspectos estoy próximo a revelar.

Ampère desarrolló primeramente una gran facultad para la Aritmética. Aun antes de comprender los números o saber formarlos, hacia cálculos prolongados con el auxilio de un número limitado de guijarros pequeños o judías. Puede ser que hubiera descubierto el método ingenioso de los indostanes, o, tal vez, combinaba los guijarros en la misma forma de las cuentas ensartadas en líneas horizontales por los matemático brahmanes de Pondichery, Calcuta y Benares, que manipulan con extrema rapidez, precisión y exactitud. Conforme se avanza en el estudio de la vida de Ampère se descubre que esta hipótesis va perdiendo gradualmente su improbabilidad aparente. Para demostrar a qué grado extraordinario llegó la afición al cálculo en el tierno estudiante, recordaremos que habiéndole privado el cariño materno, durante una grave enfermedad, de sus preciados guijarros, los substituyó con fragmentos de los bizcochos que se le suministraron al tercer día de una dieta rigurosa a que fue sometido.

El niño Ampère aprendió a leer muy pronto; todo libro que caía en sus manos lo digería con ansia. La historia, los viajes, la poesía, novelas y las obras filosóficas le interesaban casi de igual modo. Si exhibía alguna preferencia, ésta era en favor de Homero, Luciano, Tasso, Fenelon, Corneille, Voltaire y Thomas. El último de éstos, no obstante sus indiscutibles méritos, causa sorpresa observarlo integrando una asociación tan excelsa. La mayor aplicación del pequeño estudiante de Poleymieux la dedicaba a la enciclopedia en orden alfabético, veinte tomos en folio. Cada uno de esos veinte volúmenes lo repetía a su turno separadamente, el segundo después del primero, luego el tercero, y así sucesivamente hasta el último sin interrumpir una sola vez el orden alfabético.

La naturaleza dotó a Ampère en grado eminente de la facultad que Platon, con aptitud y sin mayor extravagancia, define como "una diosa grande y potente". Así, aquella obra colosal quedó completa y firmemente grabada en el entendimiento de nuestro compañero. Cada uno de nosotros escuchó a ese miembro de la Academia de Ciencias, ya en edad avanzada, recitar con perfecta exactitud trozos extensos de la enciclopedia sobre heráldica, cetrería, etc., que había leído medio siglo antes entre los riscos de Poleymieux. Sin embargo, su misteriosa y estupenda memoria me sorprende mil veces menos que la energía asociada a la flexibilidad, que le ha permitido a su mente asimilar, sin confundirlas, después de la lectura en orden alfabético, materias tan asombrosamente variadas como las del gran diccionario de D'Alembert y Diderot.

De este género fueron los estudios que aprendió, o se impuso, ese niño de trece a catorce años de edad, sin detenerse a considerar la severidad de semejante tarea. Presentarase más de un ejemplo de la fortaleza del entendimiento de Ampère; ninguno, sin embargo, tan notable como el que relataré en seguida.

En atención a que la biblioteca escasa del comerciante retirado ya no satisfacía al joven estudiante, su padre lo llevaba en ocasiones a Lyon, donde tenía a su alcance los libros más raros, entre otros las obras de Bernoulli y de Euler. Cuando el pequeño y delicado niño pidió al biblio-

tecarío el suministro de estas obras el bondadoso señor Daburon exclamó: "Comprendes tú las obras de Euler y Bernoulli? Considera, amiguito, que éstas se clasifican entre las más abstrusas que jamás haya producido el intelecto humano". "Espero, no obstante, comprenderlas", replicó el niño. "Supongo estás advertido que se han escrito en latín", repuso el bibliotecario. Esta revelación desanimó por un instante a nuestro joven y futuro asociado, quien no había estudiado aún el latín. Parece innecesario expresarles ahora que ese obstáculo quedó eliminado en pocas semanas. Ante todo se preocupaba Ampère por sondear cuestiones y resolver problemas. Así procedió desde sus primeros estudios. El vocablo idioma o lenguaje en el tomo noveno de la enciclopedia lo transportó al Eufrates y a la Torre de Babel, de fama bíblica. Allí observó que todo el mundo hablaba la misma lengua; y un milagro que narra Moisés produjo la confusión repentinamente. Desde entonces cada tribu hablaba un idioma distinto; esos lenguajes se mezclaron y se corrompieron perdiendo gradualmente las cualidades de sencillez, regularidad y grandeza que caracterizaban al tronco común. Descubrir la lengua original, o siquiera reconstruirla con sus antiguos atributos, necesariamente sería una labor muy difícil, pero el joven estudiante no la consideraba superior a sus fuerzas.

Grandes filósofos se habían ocupado ya en ese trabajo. A fin de presentar la historia completa de esos intentos tendríamos que retroceder hasta aquel rey egipcio que, si hemos de creer a Herodoto, hizo criar dos niños en aislamiento absoluto, con una cabra por nodriza, mostrando luego su asombro al notar que éstos balaban, profiriendo con más o menos distinción la palabra becos; así llegó a la conclusión de que los frigios, en cuya lengua existe el término beek (pan), deben considerarse como la raza más antigua del mundo.

Entre los filósofos modernos que se han interesado en el idioma primitivo y en los medios de restaurarlo, Descartes y Leibnitz, irrecusablemente ocupan el primer lugar. Nadie pretenderá que Ampère haya tratado la cuestión de la lengua universal en la misma extensión y con igual espíritu investigador que exhibieron Descartes y Leibnitz, pero puede asegurarse, por lo menos, que no llegó la solución al terreno de la fábula, como hizo el primero de estos filósofos; ni se limitó, como el segundo, a meras disertaciones acerca de la maravillosa conveniencia de ese factor en el porvenir.

Durante una de sus más violentas convulsiones, la tormenta revolucionaria de 1793 penetró hasta las montañas de Poleymieux. Juan Diego Ampère, alarmado, con el propósito de evadir un peligro que su solicitud paternal y conyugal tal vez exageró, resolvió abandonar el campo y tomar asilo en la ciudad de Lyon, donde aceptó el puesto de alcalde.

Se recordará que, levantado el sitio de aquella ciudad, Collot de Herbois y Fouché perpetraron allí bajo el engañoso pretexto de la represalia, las más abominables carnicerías. Juan Diego Ampère fue una de las primeras entre las numerosas víctimas, no tanto por su empleo de magistrado durante el juicio de Chalier, como por el menudado cargo de aristócrata con que fue estigmatizado en la orden de captura, por el mismo individuo que pocos años más tarde hizo tallar en los cuarterones de su carruaje el escudo de armas más reluciente, y que firmó bajo el título de duque las conspiraciones que tramaba contra su patria y contra su bienhechor.

El día que subió al cadalso, Juan Diego dejó escrita una carta para su esposa, llena de la más sublime sencillez, resignación y heroica ternura, en la cual se leen estas palabras: "Nada le digas a Josefina (el nombre de su hija) sobre la suerte desgraciada de su padre, haz lo posible por que siempre lo ignore; en cuanto a mi hijo, todo lo espero de él". Oh desventura! La víctima estaba ilusionada al respecto. El golpe fue demasiado violento para un joven de diez y ocho años. Ampère quedó completamente paralizado. Sus facultades intelectuales, tan activas, ardientes y bien desarrolladas, aparentemente degeneraron en la más completa idiotez. Pasaba días enteros contemplando mecánicamente la bóveda celeste y el suelo, o amontonando piletas de arena.

Ese adormecimiento de toda sensación, mental y moral, se prolongó por más de un año, cuando las cartas botánicas de J. J. Rousseau, al caer en sus manos, mediante su claro y armonioso lenguaje penetraron en el alma del joven afligido, y en cierto modo le impartieron vigor a su entendimiento, como los rayos del sol al penetrar la niebla matutina introducen vida en el corazón de la planta que la noche helada había entumecido. Por esa fecha un libro accidentalmente abierto le presentó a la vista algunos versos de la oda de Horacio a Lucinio. La cadencia de esos versos le fascinó, y en contraposición a las teorías del moralista que sostiene la incapacidad de la mente huma-

na para abrigar simultáneamente más de una pasión ardiente, Ampère se entregó con fervor desenfrenado al estudio de las plantas y de los poetas de la época augusta. En sus herborizaciones, siempre portaba un volumen del *Corpus Poetarum Latinorum* y las obras de Linneo. Diariamente retumbaban las praderas y las colinas de Poleymieux con las declamaciones de pasajes de Horacio, Virgilio, Lucrecio y especialmente de Luciano, en los intervalos de las disecciones de una coruja y el escrutinio de un pétalo.

Contaba Ampère 21 años cuando se abrió su corazón a una nueva pasión, la del amor. Escribía muy poco, pero ha dejado algunos manuscritos titulados *Amorum*, donde consignaba diariamente la historia conmovedora, sencilla y realmente bella de sus sentimientos. La primera página empieza así: "Cierta día, a la puesta del sol, vagando por las riberas de un arroyo solitario..." La frase quedó incompleta, la terminará con el auxilio de la memoria de uno de los primeros amigos del sabio académico; el día a que se refiere fue el 10 de agosto de 1796, el arroyo solitario no dista mucho del pueblo de Saint Germain, a corta distancia de Poleymieux.

Herborizando Ampère, no estaban sus ojos tan fijos en los pistilos, los estambres y los nervios de las hojas que le hiciera imposible observar a corta distancia dos jóvenes y lindas muchachas, de porte modesto, que recogían flores en una extensa pradera.

Ese encuentro fortuito resolvió el destino de nuestro asociado. Hasta entonces no le había ocurrido la idea del matrimonio. Pudiera creerse que tal propósito arraigue lentamente y germine por grados, pero las imaginaciones románticas no proceden en esa forma. Ampère se hubiera casado ese mismo día. La mujer de su elección, la única que él hubiera tomado por esposa, era una de aquellas dos muchachas que veía a la distancia, a cuya familia no conocía, ignorando a la vez su apellido, sin que el timbre de su voz hubiera llegado a sus oídos. Mas el asunto no pudo arreglarse tan rápidamente, transcurrieron tres años antes de que la joven de la pradera y el arroyo solitarios, la señorita Julia Carrón, se convirtiera en la señora de Ampère.

Ampère carecía de bienes de fortuna. Antes de concederle la mano de su hija, los padres de la señorita Carrón le exigieron que tuviera en cuenta los gastos indispensables para el matrimonio y que se estableciera en algún negocio. Embargado el ánimo de Ampère por la pasión, les permitió que hicieran las gestiones formales para conseguirle un empleo en una tienda, donde se vería obligado a mantenerse desde la mañana hasta la noche, doblando y desdoblando las bellísimas telas de seda lionesas, y recomendando sus excelentes cualidades ante los posibles compradores del artículo.

Sin haber intervenido en la discusión, Ampère escapó de ese gran peligro; la ciencia triunfó en el consejo de familia, abandonó sus queridas montañas y se encaminó hacia Lyon para dictar clases privadas de matemáticas.

El matrimonio de Ampère tuvo lugar el 15 Termidor del año VII (el 2 de agosto de 1799). En el goce de una felicidad completa, que poco habría de durar, distribuía su tiempo entre los placeres de la familia, las tertulias sociales y la dirección de los estudios matemáticos de sus discípulos particulares. El 24 Termidor, del año VIII (el 8 de agosto de 1800), aumentó su felicidad por el nacimiento de un niño.

Nuestro amigo, advertido ahora de la responsabilidad paternal, inquietábase por la vida precaria que le proporcionaba su posición de maestro particular. Habiendo obtenido el nombramiento de Profesor de Física en el Colegio Central del Departamento de Ain, partió hacia Bourg en el mes de diciembre de 1801, triste y afligido por la separación de su familia, viéndose obligado a dejar su esposa en Lyon, presa de una grave enfermedad.

Hasta esa fecha, los estudios, proyectos e investigaciones del señor Ampère se mantenían alejados del público, reducidos al conocimiento de un grupo limitado de amigos.

Ahora el joven sabio empezó a hacerse conocer, y, como era de esperarse, la primera oportunidad fue la polémica sobre una cuestión complicada y muy discutida, de solución sumamente difícil.

El vasto campo de las matemáticas comprende, por un lado, teorías abstractas; por otro, sus numerosas aplicaciones. Estas interesan en alto grado a la generalidad de los hombres, los que en todas las épocas se han dedicado a investigar, sugerir y proponer nuevos métodos, fundamentados en la observación de fenómenos naturales o en las necesidades de la vida diaria, ofreciendo así al simple aficionado el privilegio de hacer inscribir su nombre honorablemente en los registros de la ciencia.

(Continuará)