

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

(PUBLICACION TRIMESTRAL DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL)

VOLUMEN II

ENERO, FEBRERO, MARZO - AÑO DE 1938

NUMERO 5

DIRECTOR:

JORGE ALVAREZ LLERAS

COMITE DE REDACCION:

VICTOR E. CARO

LUIS LOPEZ DE MESA

LUIS CUERVO MARQUEZ

LUIS MARIA MURILLO

SUMARIO:

SECCION EDITORIAL

Notas de la Dirección _____ Pág. 1

TRABAJOS ACADEMICOS:

Estudio de dos ecuaciones trascendentes que se presentan en el cálculo de empréstitos, por Jorge Acosta V. _____	9
Nota sobre la dinámica de los electrones, por Julio Garavito Armero _____	13
Especies nuevas y observaciones diversas sobre dermápteros y ortópteros colombianos, por el Hermano Apollinar María _____	17
La Condamine y la Expedición de los Académicos franceses a la Presidencia de Quito (1735-1744), por Georges Perrier _____	20
Nota explicativa referente al artículo anterior, por la Dirección de la Revista _____	33
Especies extinguidas—Hallazgos fósiles en la Sabana de Bogotá, por Luis Cuervo Márquez _____	38
Problemas actuales de la Antropología, por José Pérez de Barradas _____	43
Dendrología y Glitología de Colombia, por Santiago Cortés _____	60
Especies y variedades de las Cinchonas de la "Quinología de Bogotá", por José Triana _____	67
Los fundamentos del electromagnetismo y las teorías eléctricas modernas, por Jorge Alvarez Lleras _____	104

COLABORACION EXTRANJERA

Relatividad y Eter, por Gaetano Ivaldi _____ 123

NOTAS DE LA DIRECCION

Asuntos varios _____	140
Composición actual de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales _____	160

(LA ACADEMIA COMO CUERPO CIENTIFICO NO SE HACE RESPONSABLE DE LAS OPINIONES PERSONALES DE SUS MIEMBROS Y COLABORADORES CONTENIDAS EN SUS ESCRITOS)



EMBLEMA DE LA ACADEMIA 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

CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA MARCHA DE ESTA PUBLICACION DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS

Con la presente entrega principia el volumen II de esta Revista trimestral, cuyos cuatro primeros números integran el volumen I de 446 páginas debidamente ilustradas y que constituyen un esfuerzo editorial reconocido unánimemente por propios y extraños.

Naturalmente, en esta labor de difícil realización se han destrozado quizá algunos errores, pero ello no quiere decir que el conjunto que representa no obedezca a un plan previamente aprobado por el Ministerio de Educación Nacional, y que ha desarrollado la Academia con tanta buena voluntad como decisión y patriotismo.

Porque es preciso dejar constancia, en este lugar, de que la única inspiración que ha movido a quienes intervienen en la dirección de esta Revista es el patriotismo más desinteresado, y que con ella se aspira a realizar amplia labor de cultura huyendo de mezquinos intereses y haciendo a un lado todos aquellos puntos de vista que no se orienten hacia la investigación científica pura, sin mezcla de propósitos de medro o aprovechamiento.

Ya en alguna parte de nuestra publicación se hizo notar que ese plan patriótico y en el cual figura en primera línea la tarea de rehabilitar los prestigios científicos colombianos de antaño, le comunica a esta obra cultural un carácter especial y propio que la diferencia sustancialmente de cuantas publicaciones similares ven la luz en otros países.

Y esto es claro, porque en el estado de relativo atraso en que se encuentra la investigación entre nosotros, mal pudiera exigirse que en las presentes páginas presentáramos siempre monografías densas, de alta información científica, de originalidad y trascendencia universales y de paternidad indiscutiblemente colombiana; siendo, además, en su mayor par-

te, desconocidos para la presente generación de nuestra Patria, los esfuerzos que por el cultivo de la Ciencia se hicieron en otras épocas, entre nosotros, y que deben formar la tradición cultural que justifique esta obra intentada modestamente por la Academia de Ciencias de Colombia con el propósito de unir en un solo haz lo nuevo y lo antiguo —nova et vetera— de nuestra cultura, y así presentarlo dignamente a la consideración del mundo ilustrado contemporáneo.

De esta suerte hemos creído que un plan acertado de exposición cultural deberá permitir la inclusión de trabajos científicos de colombianos ya desaparecidos, en la sección que se ha llamado Trabajos Académicos, ya que la Academia tiene pleno derecho para contar como miembros de su comunidad espiritual a sombras venerables del pasado. Así, ella se ufana al pensar que Caldas, Mutis, Pombo, Uribecochea, Triana, Acosta, Codazzi, Liévano, Carrasquilla, Ospina, Garavito, Nieto París, Restrepo, Cortés y demás varones que en épocas pretéritas ilustraron el nombre colombiano, le pertenecen por derecho propio, y que bien puede reproducir sus obras, con anotaciones y explicaciones que las acomoda al momento actual, diciendo que ellas son suyas, hasta cierto punto, pues de hecho pertenecen a la ciencia colombiana, cuya rehabilitación y aprestigiamiento hemos emprendido ahora con escasas capacidades, es cierto, pero con patriotismo ilimitado y decidido a todos los esfuerzos y a todos los sacrificios.

Se hace esta explicación en la presente nota editorial, porque tal vez algunos pudieran preguntarse por qué se incluyen en la Sección de Trabajos Académicos producciones que ya han visto la luz pública en otras circunstancias, o que estando inéditas, no corresponden al estado de las ciencias contemporáneas, y por qué razón llenamos nuestras páginas con citas históricas o reminiscencias de otros

tiempos y de otros ambientes pasados, revolviendo nombres de ahora con prestigios de antaño.

Además, es preciso indicar una vez más que la relativa presentación lujosa de nuestra Revista corresponde, hasta cierto punto, a la necesidad patriótica de honrar sin mezquindad alguna la memoria de nuestros muertos, únicos que tienen derecho a figurar en la galería de retratos que iremos publicando en números posteriores, en donde jamás entrará la adulación servil hacia los vivos, aun siendo ellos Mecenas generosos de esta obra esencialmente nacional y patriótica.

Y aquí conviene hacer la advertencia de que si en la transcripción de conceptos honrosos para esta Revista, hecha en números anteriores, aparecen algunos de ellos con elogios para personas de esta Institución, es necesario considerar tales elogios como tributados a la obra impersonal y abstracta de nuestra Academia, que, en realidad, es la causa remota o inmediata de ellos. Personalmente ninguno de nosotros acepta para sí lo que pertenece al conjunto y que especialmente debe ser dirigido al Ministerio de Educación Nacional, alma y resorte principal de esta empresa. Lo contrario, tal como lo suelen practicar otros Institutos de oropel y vanagloria, hasta cierto punto ridículos, sería quitar toda seriedad a esta obra de cultura nacional para seguir el ejemplo de quienes se estiman dignos imitadores del romano que se erigía estatuas con la leyenda:

"Valerio Flacco, sapientissimo viro,
Valerius Flaccus crexit".

LOS ESCRITOS DE CALDAS

Hé aquí la enumeración de los escritos de Caldas, hecha, en cuanto es posible, atendiendo al orden cronológico de ellos.

I.—*Ensayo de una Memoria sobre un nuevo método de medir las montañas por medio del termómetro y el agua hirviendo.*—No se puede señalar con precisión la fecha en que Caldas hizo su célebre descubrimiento; la Memoria está fechada en Quito, en abril de 1802. De esta Memoria se han hecho varias ediciones: la primera es de Burdeos, en el año de 1819. De ella se hará una reproducción completa en el próximo número de esta Revista.

II.—*Estado de la Geografía del Virreinato de Santa Fe de Bogotá con relación a la economía y al comercio, 1807.*—Se publicó en los primeros números del "Semanario", año primero, o sea 1808.

III.—*Descripción del Observatorio Astronómico de Bogotá.*—Número séptimo del año primero del "Semanario". Esta descripción habrása de reproducir en el número de esta Revista que se consagre especialmente al Observatorio.

IV.—*Discurso sobre la educación.*—Este opúsculo comenzó a publicarse en el número 9, y terminó en el número 15 del "Semanario", en el mismo año primero.

V.—*El influjo del clima sobre los seres organizados.*—Se publicó en el "Semanario" y ocupa nueve

números seguidos del mismo año primero, del 22 al 31.

VI.—*Artículo necrológico sobre don José Celestino Mutis.*—Se publicó suelto, como alcance al número 37 del "Semanario", año primero.

VII.—*Tablas de observaciones meteorológicas.*—Fueron siete las que publicó Caldas en el primer año del "Semanario". En la explicación que hizo de la primera hay notables advertencias sobre el modo de usar el barómetro para obtener resultados precisos en la medida de alturas. También se reproducirán estas tablas en la Revista, en números posteriores.

A este mismo grupo de escritos debemos añadir la noticia sobre el eclipse total de luna, observado el 9 de mayo de 1808; y la explicación que del fenómeno del amortiguamiento de los rayos del sol, dio en el número 5º del año 2º del "Semanario", con el título de "Noticia Meteorológica". El fenómeno comenzó a observarse en los primeros días del mes de diciembre de 1808.

VIII.—*Geografía de las plantas o cuadro físico de los Andes equinociales.*—Esta fue propiamente obra del Barón de Humboldt, quien la escribió en Guayaquil y la dedicó a Mutis. El original francés se guardaba —según se dice— en el Observatorio Astronómico de Bogotá; lo tradujo don Jorge Tadeo Lozano y lo anotó Caldas. Se publicó en el "Semanario" en el segundo año. Las notas de Caldas formarían por sí solas un opúsculo científico y erudito de gran mérito. Estimamos que el original dicho se extravió en 1840.

IX.—*Elevación del pavimento del salón principal del Observatorio Astronómico de Bogotá.*—Artículo curioso y de verdadero valor científico que se publicó en los números 46 y 47 del "Semanario", en 1809.

X.—*Memoria sobre el cultivo de la cochinitilla, y sobre la importancia de trasplantar al Nuevo Reino la canela, el clavo, la nuez moscada y las demás especias del Asia.*—Es la primera del "Semanario" en 1810, que fue el año tercero de esa publicación.

XI.—*Memoria sobre el modo de cultivar la cochinitilla.*—En el mismo "Semanario" de 1810.

XII.—*Memoria sobre la importancia de conaturalizar en el Nuevo Reino de Granada la vicuña del Perú y de Chile.*—En el mismo "Semanario" de 1810.

XIII.—*Almanaque para el año de 1811.*—De esta publicación no se conocen sino los fragmentos, que el mismo Caldas dio a luz en la Memoria séptima, correspondiente al año tercero del "Semanario". Y el Almanaque para 1812 publicado en la *Imprenta Patriótica de D. Nicolás Calvo*, Santa Fe de Bogotá. De este Almanaque se hará una reproducción exacta en esta Revista.

XIV.—*Cuadro físico de las regiones equinociales.* Extractos que de la gran obra del Barón de Humboldt publicó Peltier en "El Ambigú", periódico que éste editaba en Londres. Caldas tradujo esos extractos y los enriqueció con anotaciones eruditas y muy importantes. La traducción, con las notas, salió a luz en el "Semanario" y ocupa las memorias 8º y 9º del año tercero. Entre las notas de la primera de es-

tas dos memorias están la descripción y las medidas de la cascada del Tequendama, que reproduciremos próximamente en esta Revista.

XV.—*Estadística de Méjico, por el Barón de Humboldt.*—Caldas la publicó con notas en la memoria 10ª del año tercero del "Semanario", modificando algo de la redacción en cuanto al estilo. La tomó de "El Español", periódico que a la sazón se editaba en Londres.

XVI.—*Elogio histórico del Dr. Dn. Miguel Cabal.* Fue publicado en el año tercero del "Semanario"; según los datos que existen, el "Semanario" terminó con la publicación de este escrito de Caldas.

XVII.—*Viajes de Caldas.*—Los dio a luz con el título de "Bosquejos inéditos" el General Acosta, en la edición que del "Semanario" hizo en París, el año de 1843.

XVIII.—*Memoria sobre el plan de un viaje proyectado en Quito a la América Septentrional.*—Se encuentra publicada en la misma edición parisiense del "Semanario".

XIX.—*Representación dirigida al Secretario del Virrey de Bogotá.*—La dio a luz el mismo General Acosta. De carácter reservado en su origen es de suma importancia no sólo para la biografía de Caldas, sino para la historia misma de la desafortunada "Flora de Bogotá".

XX.—*Memoria sobre las Quinas de la Provincia de Loja en el Ecuador.*—Este opúsculo es el que publicamos en el número pasado de esta Revista.

XXI.—*Memoria sobre la nivclación de las plantas que se cultivan en la vecindad del ecuador.*—Se publicó en los "Anales de Ingeniería", año de 1906, números 98, 99 y 100. Lleva como apéndice esta Memoria una "Tabla de las alturas del barómetro en los puntos principales de la nivclación".

XXII.—*Viaje al Norte de Santa Fe de Bogotá.*—Vio la luz pública en los "Anales de Ingeniería". Los tres números antes citados fueron publicados para honrar la memoria de Caldas, y forman un solo cuaderno, adornado con un retrato del eminente sabio neo-granadino.

Con las debidas restricciones damos en seguida noticia de los escritos de Caldas, que se conservan ocultos, o acaso se han perdido sin remedio, con motivo de su muerte trágica. Son estos:

1.—Dos volúmenes manuscritos, en los cuales hacía la narración de sus viajes y describía el estado de los pueblos de la parte meridional del Virreinato.

2.—Una Memoria sobre la Geografía de las plantas.

3.—Numerosos apuntes recogidos para componer la gran obra botánica titulada "Phitografía Æquatorialis".

4.—Medidas barométricas numerosas.

5.—Muchas cartas geográficas levantadas con suma prolijidad.

6.—Un volumen de observaciones astronómicas.

7.—Una obra sobre las quinas, cuyo título era "Cinchonas".

8.—Según Groof, el "Diario Político", que comen-

zó a publicarse en Bogotá, por orden de la Junta Suprema el año de 1810, fue redactado por Caldas y por Camacho; así es que, en ese periódico, se encuentran artículos, muy dignos, indudablemente, de figurar en una colección completa de las obras de Caldas (1).

En cuanto a algunos escritos de Caldas, sin temor a equivocación puede opinarse que han de conservarse en la biblioteca y en el archivo del Jardín Botánico de Madrid.

Para complementar la información que sobre la personalidad de Don Francisco José de Caldas y Tenorio se da en la presente nota editorial, publicamos a continuación una carta inédita del sabio dirigida al doctor Antonio Arboleda y que nos ha remitido uno de sus ilustres descendientes, don Vicente J. Arboleda C., de Popayán, con el objeto de que sea conocida en su intimidad, por la presente generación, el alma nobilísima del Prócer cuya sangre vertida en el cadalso deberá ser como el agua lustral que en lo futuro vivifique y brillante toda labor de cultura científica en Colombia.

Copia de una carta inédita del sabio Caldas al doctor Antonio Arboleda, de Popayán.

Quito y enero 21 de 1802

Mi Antonio, mi querido Antonio: qué satisfacción para mí saber que este amigo amado con entusiasmo esté ya en Popayán y en el seno de su familia! Yo no podré expresar bastante el gusto que tengo de poseer su confianza y su amistad, esta amistad fundada en la uniformidad de caracteres, *solidada* por una serie de años pasados en medio de la paz y de la buena correspondencia, y llevada al más alto punto de estrechez, por tanta bondad y beneficios que he recibido de su mano y de su casa. Ah!, si mi voz tuviera la fuerza de la de Jacob en los últimos momentos para llenar a usted de bendiciones en su posteridad, como lo hizo ese Patriarca hebreo con la tribu de Judá y con Judá mismo!, ya podría contar con todas las prosperidades y con todas las coronas del universo. Pero yo no soy sino una *nada* entre los hombres; todos mis tesoros se limitan a un corazón sensible y agradecido, y esto que poseo esto pongo en manos del más querido y más bello de todos mis amigos. Mi alma está agitada en este momento; yo siento en mi pecho un volcán de gratitud que me arranca lágrimas de contento sobre este papel. Hé aquí mi felicidad; pero ésta se disipa cuando me hallo sin poder para derramar sobre esa casa querida cuanto

(1) No pretendemos en manera alguna que sea completa esta enumeración, que acabamos de hacer de los escritos de Caldas, pues aquí sólo se ha dado razón de los escritos anotados por el Arzobispo de Quito González Suárez y que nos son conocidos, y de aquellos cuya existencia consta por testimonio del mismo Caldas; pero no es imposible que haya algunos más de los que no se hayan enumerado. Una edición completa de todo lo publicado y de todo lo inédito sería el mejor monumento que, para honrar la memoria de Caldas, podría levantar Colombia, según lo indica el mismo Arzobispo, y según lo cree la Dirección de esta Revista, que pretende en sus páginas reproducir cuanto nos ha quedado del ilustre sabio colombiano. Para ello cuenta con la cooperación patriótica de todos aquellos que posean manuscritos inéditos del polígrafo payzánés.

hay de grande sobre la tierra: esta es mi cruz. Me consuelo al considerar que mi Antonio posee un alma generosa y grande, que imitador de La Garaye aprecia más el sublime placer de hacer bien, y un sentimiento de una gratitud pura, que todas las riquezas del Oriente. Si yo diera curso a mi imaginación, si dejara desahogar a mi corazón conforme al temple en que se halla, llenaría volúmenes, y esto sería en perjuicio de lo mucho, de lo inmenso que tengo que decirle del Barón de Humboldt, de este genio original y raro que ha venido a ilustrar nuestros hogares. Confieso a usted que cuanto se ha dicho de este hombre grande, es muy inferior a lo que es en realidad. Yo ensancho los límites de mi pobre imaginación y a pesar de mis últimos esfuerzos no cabe en mi cabeza el "mártir del Galvanismo". Qué astrónomo tan delicado y tan sagaz! He visto gran parte de sus bellos instrumentos, se ha dignado enseñarme su uso, y he tenido el honor de ser su coobservador! Cuánto he crecido en esta ciencia predilecta en los pocos días que há trato a este Newton, a este Cassini de nuestra edad! Apenas me conozco. En lugar de 120 estrellas que tenía en mi catálogo, soy dueño de 560, todas fijadas por el ciudadano Michel François Lalande; este precioso tesoro me lo ha franqueado el Barón: todos sus libros están a mi disposición, la "Guía de Navegantes", el "Atlas celeste" de Flamsted, y el famoso cronómetro de 1.000 duros (en Londres) me lo ha franqueado con una generosidad que no tiene igual. He visto el cúmulo inmenso de observaciones astronómicas hechas en toda la extensión de su viaje y espero quedar formado en este precioso ramo, para el cual he tenido una ardiente aplicación. Mis trabajos en este género, diré mejor, nuestros primeros trabajos astronómicos han sido coronados de gloria con el aprecio y aprobación de Humboldt. Nunca había imaginado que en Popayán, en medio de la miseria de mis instrumentos, pudiera haber llegado a merecer no sólo la aprobación sino el elogio de este viajero ilustre. He visto en sus diarios mi elogio y me hace representar un papel que yo mismo no me había imaginado y que mi amor propio no se había atrevido a sugerir. Al Padre le dije de Ibarra lo que contenía su substancia. Así pensaba antes de conocerme y con sólo una observación del primer satélite de Júpiter que vio en un libro que dejé en poder de mi Padre. Juzgue usted ahora de lo que pensará después que le he presentado una serie de mis precisas observaciones que tiene un grado infinitamente mayor de precisión. Me ha dicho que en todas las Secretarías de América le han mostrado cartas geográficas que tenían guardadas como tesoros, pero que sólo la de Timaná merece este nombre, que es la única astronómicamente construida y le ha dado un lugar distinguido en su gran Carta. Me ha dicho que quiere que me conozca el mundo entero. Qué honor!, qué gloria para mí, Antonio querido, ver mis trabajos aparecer a la luz del Universo acompañados de los del Barón! Tanto más me ha conmovido esto, cuanto jamás creí que viesen la luz pública nuestras tras-

nochadas, ni que se grabase a Timaná. Qué trabajos tan bien empleados, mi Antonio; felicitémonos, sí, felicitémonos. He comparado mis alturas del barómetro con las del Barón hechas en Guadalupe, Santa Fe, Popayán, Pasto, Pastos, Chota, Ibarra y Quito y hemos hallado una conformidad prodigiosa. He merecido el honor de que en Santafé preguntase por la casa en que hice mis observaciones en 1796, y se transportase a ella con su barómetro para compararla con las mías. Tanta es la confianza que le han merecido mis trabajos.

Otra cosa bien singular y que ha de agradar a usted, es que el Barón conoce al Magdalena desde su desembocadura hasta Tocaima y yo le he presentado la carta de este río desde este punto hasta su origen, y en suma toda la parte alta va conforme a mis determinaciones. Qué impresión le ha hecho a este sabio que pudiese llegar al grado de perfección que ha visto con un "Quarto de Círculo" de madera hecho en Popayán! Ha dicho en una tertulia aquí que mis observaciones están mejor ejecutadas que las de Jorge Juan, y que nunca habría creído que en América hubiera ido la Astronomía tan adelante. Estos son los honores que hasta aquí he merecido de este ilustre viajero, y ellos hacen mi panegírico; pero yo los sepultaría eternamente en el fondo de mi corazón, si no hablase con un amigo que tiene tanta parte en mis observaciones y así el fondo grande de confianza que nos profesamos me quita la nota de vano: calle Ud. sobre este punto, y sólo a mi Pater, a mi Don Francisco, comuniqué estos primeros frutos y estos triunfos; con los demás guarde un eterno silencio. Cuente usted en el número de los primeros al Abate y a Buchón. Cómo pudiera volar y transportarme a su casa para contar un pormenor de cuanto me ha enseñado este sabio prusiano!

No es posible, mi Antonio, decir a usted cuanto me ha dicho: esto hará el objeto de nuestras cartas en lo sucesivo; pero no es posible resistirme a decir algo de Botánica. Profesa esta ciencia como lo habría hecho Jussieu o De Lamarck. No hay planta que le pregunte que no le señale su género y muchas veces hasta la especie. Sabe de nuestros trabajos botánicos y en especial de usted. Le he hablado del *Myroxylon*, le he dicho mi juicio sobre la especie y se ha admirado del impar de las hojas. Qué dolor el haber malogrado usted el lance de habérselo mostrado vivo y personalmente! Yo le he dicho que tenemos esqueletos y desea verlos, y hé aquí a usted en la obligación de remitirme dos de ellos por lo menos. Ojalá este sabio quisiera publicarlo con el nombre de usted y llamarlo *Myroxylon Arboledaeum*. A usted toca el examen y conocimiento de este precioso vegetal y yo haré todo mi posible por hacerle entender así al Barón. Mucho ha sentido no haber conocido a usted y a Julián y a toda la amable familia de *Arboledas*, estas fueron sus expresiones. El nogal (*Juglans*) de la tierra dice ser especie nueva y que Mutis no la conoce. Me habló del *Cuichunchilla*, o *Palomilla*, y chapó nuestro *Chomo* un buen chasco presentándosela como trabajo propio en Popayán. Yo había

escrito al Padre (el Padre es el Pbro. Don Manuel María Arboleda, hermano de Don Antonio y otro de los protectores del sabio) sobre esto y había dicho *sic vos non cobis*, y me he alegrado de esta acogida para que no sea charlatán (el Chomo). Mutis piensa que es su *Parviflora*, y el Barón no piensa así. Yo le hice notar la cápsula vilocular, y cree que es carácter muy fuerte de la fructificación para confundirlo con la *Parviflora*. Ya ve usted que aunque hemos trabajado poco ha sido con acierto. Yo he manifestado mi juicio sobre cerca de 200 géneros que he llegado a conocer y no he errado uno.

Esto me anima a seguir en trabajar. Me ha franqueado Mr. Bonpland su inmenso herbario y apenas podré verlo una vez, bien que ha tenido la bondad de permitirme apuntar. El *Lechero* que tanto se resistió a mis inquisiciones es del género *cuforvia*. Apunto esto a usted para que se empeñe en examinarlo e ir adquiriendo el hábito y el expediente más necesario que la ciencia misma, y hacer una sabia resolución de formar un herbario. Qué prodigios no me ha enseñado este hombre en los vasos de las plantas! Es mortal el dolor que tengo de no haber traído conmigo mi microscopio y mi octante; empéñese usted en que vengan cuanto antes y con seguridad. Ya nos veremos, y yo tendré el honor de ser el conducto de comunicar a mis amigos cuanto pueda chupar a este hombre único. Yo estoy resuelto a seguirlo a Guayaquil y a su viaje mineralógico a pie que emprende al rededor de Quito. Cuántas maravillas me ha enseñado en Química y en Mineralogía! Ah!, mi amadísimo Antonio, mi amigo querido, ¿creerá Ud. lo que voy a decir? ¿Se podrá Ud. persuadir que con todo este cúmulo de conocimientos el Barón me ha sumergido en el despecho y en la metancolía? Yo no me lo prometía así; pero el ver que en tres meses que pára aquí no soy capaz de formarme, que se me escapa de entre las manos esta luz efímera y vuelvo a sumergirme en la ignorancia, me consume y me hace delirar. Qué terrible situación es la mía! Recibir de manos de la Naturaleza el amor más terrible por la sabiduría y verme obligado a permanecer retenido por los quiteños!... ¡No poder seguir a este hombre a los extremos de la tierra, estar condenado a ser ignorante! Oh, suerte desgraciada! ¿Para qué es la vida si no he de poder contribuir a la felicidad de nuestra especie? Ah, mi Antonio, yo salgo de mí y entro en un furor que se equivoca con la desesperación, porque mi genio, mi destino es la sabiduría y me he de quedar obscuro y sepultado en la barbarie? Yo estoy conmovido y no puedo quietarme. Qué proyectos tan temerarios me inspira la pasión de saber! Me avergüenzo yo mismo y calgo en no sé qué deliquios cuando repaso mis ideas. Dejemos estos pensamientos como los de un delirante entusiasta de las ciencias y no hablemos más del Barón. Vea usted la del Padre a quien comunico otras cosas: yo escribo sin tino y mis cláusulas son las de la pasión que me agita y cuento lo que primero viene a mi memoria de tanto como he oído en 16 o 18 días. Dispense usted el desorden de mis ideas,

la pasión no conoce el método que está reservado al matemático.

Ya me avisa Pombo, de Santafé, que ha remitido con Gironza el "Systema Nature" de Linneo. Lea usted la carta del Padre y concebirá cuánto nos importa que venga cuanto antes este libro a Quito, para que vuelva a ésa mejorado. Yo quedo trabajando con la parte de los vegetales y así que llegue el "Systema" haré lo mismo con los animales y minerales.

Avíseme usted del estado de las dependencias de Castaño, y si Fernando Caycedo ha remitido al poder de Ud. el valor de las zuelas que le remití de Popayán.

Los oficiales de Quito se parecen a esos en lo *maulas* y los santos caminan a pasos de plomo. Así que se concluya la talla verá usted los diseños de Samaniego que sirven para el escultor.

A Buchón dígame Ud. que recibí los 32 pesos, que quedo con el cuidado de sus encargos, que después le escribiré dándole aviso del estado de todo.

Salude Ud. a mi amadísima Doña Rafaela, Vicente, Manuelito y Domingo, y cuente con cuanto puede su amigo verdadero,

(Fdo.) CALDAS

Es copia auténtica del original que conservo en mi archivo.—Popayán, 29 de marzo de 1937.

VICENTE J. ARBOLEDA C.

Para terminar esta nota informativa sobre Caldas, que viene a ser como parte de la biografía extensa que publicaremos después, queremos llamar la atención de nuestros lectores hacia el contenido de la carta anterior, que es un modelo de sinceridad, y nos permite formarnos una idea exacta del carácter del Prócer.

¡Cuán ingenuo y generoso se muestra en ella el sabio payanés! ¡Y cómo se transparenta a lo largo de sus períodos de alto valor literario, el alma admirable de este genio americano tan excelso como desgraciado!

* * *

PUBLICACION DE UN ESCRITO QUE CONFIRMA LOS PUNTOS DE VISTA DE GARAVITO

En otra parte del presente número publicamos el estudio que original nos ha enviado de Génova el ingeniero italiano Doctor Gaetano Ivaldi, de acuerdo con los términos de la siguiente carta:

Génova — Sampierdarena (Italia), 13 de agosto de 1937.

Señor Don Jorge Alvarez Lleras, Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Bogotá.

Señor:

Con mucha atención y placer he leído los dos primeros números de la interesante Revista de esa respetable Academia; envío que agradezco infinitamente, dándole las más expresivas gracias.

Del contenido de dichos dos números he notado que en todo lo referente a la teoría de la relatividad de Alberto Einstein, las teorías sobre la luz, el mo-

do de entender y seguir el método experimental, etc., las ideas y creencias más concuerdan con las suyas de usted y de otros colaboradores de la Revista, como el doctor Julio Garavito Armero.

Sobre la relatividad de Einstein y sobre las teorías de la luz, escribí hace algunos años una memoria que tenía para ser publicada en la Revista "L'Industria", de Milán.

Yo me permito ofrecer dicha memoria en dos ejemplares, a usted y a la Academia de su digna Presidencia. Sería para mí cosa grata si se hallara allí algún erudito conocedor de la lengua italiana, o descendiente de italianos, que estuviese dispuesto a traducirla en lengua española, y quisiera encargarse de la publicación o estampa en la Revista de esa Academia, o en otra revista, o de otro modo.

Por mi parte renunciaría, como renuncio, a cualquier compensación en dinero, contentándome con poseer un cierto número (unos veinte, posiblemente), de copias o extractos.

Estaría usted dispuesto, ilustre colega, a interesarse en todo esto? Si así fuese, puede contar ya desde ahora con todo mi agradecimiento. De todas maneras le doy de nuevo las más sentidas gracias por los dos números de la Revista que tan amablemente me han sido enviados.

Rogando a usted acepte el testimonio de toda mi consideración y más alta estima, le saludo muy atentamente.

Atento, seguro servidor,

Dr. Ing. Gaetano Ivaldi

El ingeniero Ivaldi es un científico italiano de prestigio y se ha ocupado en cuestiones abstractas de investigación muy propias de la índole de esta Revista, como se colige por los folletos que nos ha enviado y que se titulan: La legge del calore secondo il metodo sperimentale e la sua incompatibilità col secondo principio della Termodinamica — I principi della Meccanica secondo i risultati dell'esperienza — Sulla erroneità della teoria relativistica di Einstein — Preliminari, o della Matematica relativa all'esperienza — Sull'errore fondamentale della teoria della relatività del tempo e dello spazio di Alberto Einstein, etc.

Del prólogo de uno de estos folletos copiamos:

"La scienza relativa all'Esperienza preliminarì o della Matematica relativa all'Esperienza"

In questo libro si dimostra e prova che anche la verità matematica, come la verità in generale, non è assoluta, tale da non ammettere eccezioni, ecc., ma è invece relativa e subordinata ai casi che si considerano, che si presentano. Si dá la soluzione di problemi che si é preteso demostrar matematicamente essere di soluzione impossibile, quale la soluzione puramente algebraica di un'equazione di 3º grado a 3 radici reali e distinte, la trisezione dell'angolo con la riga e col compasso, l'estrazione puramente algebraica della radice d'indice qualsiasi di un numero complesso. Si prova e dimostra che anche delle secolari ed importanti formole matematiche, come

quella del binomio di Newton, possono portare ad assurdi e a risultati falsi, non conformi al vero, se si parte dal presupposto che ciò che é verità in un certo caso debba essere ancora verità in un caso diverso. Mentre portano a risultati giusti e buoni se si considerano come vere in senso relativo ai casi che si presentano, che si considerano. E quindi si fa distinzione fra caso e caso".

"Si dimostra e prova che la teoria della relatività di Alberto Einstein, anche se considerata dal punto di vista matematico, é certissimamente, sicurissimamente erronea. Ed erronea in modo da potersi dire per davvero assoluto".

Transcribimos lo anterior en esta nota, por medio de la cual pretendemos introducir al lector en la materia que se estudia por el Ingeniero Ivaldi en la memoria publicada adelante, porque es necesario, ante todo, hacer notar cómo un matemático europeo, sin haberse jamás puesto en contacto con Garavito, y por muy diversos caminos, llega a conclusiones que nosotros aceptáramos "a priori" si no fuera preciso ahora formular otras más conciliatorias que vengan a restablecer la verdad en su justo término.

Por esta circunstancia la Dirección de esta Revista se permite — así como se permitió en el número anterior dar aviso de la próxima publicación de los trabajos del Académico doctor Darío Rozo — excitar a los lectores a que estudien con cuidado la memoria a que se hace referencia, y que se relaciona, más o menos directamente, con lo transcrito hasta ahora de Garavito y con lo que se habrá de publicar del doctor Rozo.

* * *

LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS Y EL IV CENTENARIO DE LA FUNDACION DE BOGOTA

De un escrito que publicamos en el Boletín de la Sociedad Geográfica hace ya cerca de cuatro años se toman los siguientes párrafos, que pueden servir a cabalidad para justificar y explicar de sobra el empeño en que se encuentra actualmente la Academia de conseguir para la celebración del Cuarto Centenario de Bogotá, que se organice en ella un verdadero Museo de Ciencias Naturales, empezando con la adquisición, por cuenta del Gobierno, del Museo de La Salle (de propiedad particular) y que podría venir a ser como el núcleo de una valiosísima colección científica que honrara a Colombia con sus propios elementos, productos de su rica naturaleza, sin segundo en la superficie del globo terrestre.

Los párrafos a que nos referimos dicen así:

Dentro de tres años celebrará la capital de Colombia el cuarto centenario de su fundación; es decir, que para esa fecha (6 de agosto de 1938) cumplirá la aldea fundada por el Licenciado Don Gonzalo Jiménez de Quesada en las faldas de los cerros Monserrate y Guadalupe, cuatro siglos de existencia.

Naturalmente, muchos proyectos han calentado las testas de nuestros dirigentes para ver de presentar dignamente en fecha tan memorable a la antigua

Bacatá de los Chibchas, a la Santa Fe de los Conquistadores, a la Santa Fe de Bogotá de los primeros años de la República y a Bogotá la moderna, que se extiende hoy hasta cerca de Usaquén y Fontibón con pretensiones de gran ciudad, pero que en el fondo tradicional de su propio sér es la misma agrupación de casas, sin arte, sin concierto, sin plan constructivo urbano, sin servicios higiénicos eficaces, que conocieron los Oidores del régimen colonial, cuando Santa Fe era la capital legítima y natural del Nuevo Reino de Granada.

Porque esta villa del "Aguila negra y las granadas de oro" desde un principio debió su prestigio a la propia naturaleza que la asentó en "el Valle de los alcázares", en posición privilegiada, reinando como señora absoluta sobre el imperio de los Chibchas, en medio de las inmensas e inóspitas selvas tropicales que, al mismo tiempo, como milagro histórico sin segundo, atravesaron para darle importancia, Federman y Belalcázar con sus huestes venidas del Sur y de los llanos de Venezuela.

Cuenta la Historia que este poblado de doce casas se estableció solemnemente por los tres conquistadores, que de común acuerdo encontraron el clima de la Sabana de Bogotá verdaderamente delicioso, después de compararlo con los rigores del Opón, de los llanos orientales y de los valles y vegas cálidos de la Cordillera Central. Así, pues, tenía que prevalecer desde un principio, en su orientación y desarrollo, el criterio de Don Gonzalo a quien obsesionaron nuestros collados, hasta el punto de que por el recuerdo de las vegas del Genil dio a la comarca entera el nombre de Granada, la ciudad más típicamente constituida de Andalucía por su tradición árabe y castellana.

¿Qué de raro tiene, pues, que ese carácter colonial, hidalgo, caballeroso y, hasta cierto punto quijotesco, que le comunicara su fundador con sello indeleble, cuando en presencia del tudesco y de su émulo, arrancara yerba de la planicie virgen y desenvainara la espada en nombre del César Don Carlos V, se haya perpetuado hasta hoy, máxime si se considera que nos hallamos en esta villa muy lejos de las costas, bloqueados por cerros y valles que durante la época de Virreyes y Arzobispos-Gobernadores separaban a Santa Fe, por meses y meses de duro recorrido, de los centros coloniales de mayor importancia ante la Metrópoli?

Ciertamente es necesario tener en cuenta esta circunstancia al querer equiparar a Bogotá con Lima o con Santiago o Buenos Aires, o al tratar de explicarnos por qué se acumuló en nuestra ciudad, en cierta etapa política de su historia, tanto elemento castizo del buen decir, que le hiciera merecer el título de Atenas y le valiera la fama de que aún goza entre atildados gramáticos de la Península.

Porque sólo en un ambiente como el bogotano es posible suponer que tuvieran nacimiento y feliz desarrollo obras tan sorprendentes como la de Don Rufino José Cuervo, o la de Don Miguel Antonio Caro, hijos espirituales de esta villa americana, que podía

entonces competir con las más castizas y pulcras de la madre Patria, según sentir de críticos y letrados a la altura de Menéndez Pelayo o de Don Juan Valera.

Si con cuidado atento seguimos la tradición de la ciudad fundada por Jiménez de Quesada, un togado y un hombre de letras, a través de los años, para llegar al momento histórico de la Expedición Botánica y del Observatorio Astronómico, vemos que Bogotá, en épocas coloniales, siempre guardó celosa sus fueros de capital intelectual del Nuevo Reino.

Nunca la ciudad de Moreno y Escandón, de Don José del Socorro Rodríguez, de Don Antonio Nariño, del Virrey Ezpeleta, de Mutis y de Caldas y de tantos otros varones ilustres en las letras y en las artes o la literatura, pudo presumir de centro comercial y fabril. Todo lo contrario: mientras otras capitales de América hispana avanzaban rápidamente en riqueza, movimiento industrial, comercio y demás características de progreso durante el siglo XIX, Bogotá guardaba con cariñoso esmero sus tradiciones coloniales y su prestigio de Atenas suramericana.

No debe, pues, sorprendernos el hecho de que al cumplir su cuarto centenario, la capital de Colombia deje tanto qué desear en materia de belleza arquitectónica, de confort o de higiene, como Burgos o Salamanca, en España; y no pueda, ni deba, renunciar a las modalidades que le imprimiera con mano de conquistador aventurero y letrado, su fundador Don Gonzalo Jiménez de Quesada, caballero granadino y andaluz de pura cepa.

De estas consideraciones resulta claro que Bogotá no puede modernizarse sin perder parte muy importante de su carácter, y que las obras fantásticas de derribo que se han proyectado por nuestros capaces dirigentes, no vendrán sino a causar daño a esta histórica ciudad, que, antes que todo, necesita conservar su aspecto español, rancio y colonial. Si llegare a privar el concepto de los iconoclastas sería seguro que los claustros y muros venerables de San Francisco, de Santo Domingo, de la Tercera, del Hospicio y demás conventos e iglesias coloniales de Bogotá, no presentarían su aspecto vetusto y de otras épocas; pero con ellos se iría lo poco propio y genuino que tiene el corazón de Colombia, sin traer con su ruina un progreso sensible de gran urbe comercial e industrial para Bogotá, que lejos de las rutas del comercio, siempre continuará siendo una ciudad mediterránea por motivos geográficos inderrotables e inmodificables.

En sentir de los que piensan de esta suerte, Bogotá debiera prepararse para celebrar dignamente su cuarto centenario, procurando reverdecer sus laureles y glorias pasadas y volviendo por sus títulos de ática, hidalga y culta por excelencia, entre las demás capitales de América ibera.

Naturalmente, esto sin perjuicio de adelantar aquellos proyectos que tiendan a hacerla más higiénica y un algo más confortable, y que no pueden reunir con cierto propósito inteligente de conservar pa-

ESTUDIO DE DOS ECUACIONES TRASCENDENTES QUE SE PRESENTAN EN EL CÁLCULO DE EMPRESTITOS

JORGE ACOSTA V.

Profesor de la Facultad de Matemáticas e Ingeniería, Bogotá.

I

Para calcular un empréstito de amortización gradual en que la cuota periódica del servicio de la deuda tiene un valor constante en todo el plazo, se aplica la fórmula conocida $C(1+i)^n = a \frac{(1+i)^n - 1}{i}$ (1)

Esta fórmula permite hallar una de las cuatro cantidades C , i , n y a cuando se conocen las otras tres, y su aplicación no ofrece ninguna dificultad cuando se trata de encontrar la primera o las dos últimas, pero no sucede lo mismo si la incógnita es el interés i porque entonces la ecuación es ordinariamente de grado muy elevado y sólo puede resolverse por aproximaciones sucesivas.

La ecuación (1) puede escribirse en la forma: $(1+i)^n = \frac{1}{1 - \frac{C}{a}i}$ (2)

y su solución se facilita con el empleo de los logaritmos, lo que la transforma en

$$n \cdot \log(1+i) = -\log \left[1 - \frac{C}{a}i \right] \quad (3)$$

Para restringir el número de tanteos necesarios para la determinación de las raíces de esta ecuación, se necesita ante todo determinar los límites entre los cuales se encuentran aquéllas, y esta determinación se facilita recurriendo a la representación geométrica de las funciones que figuran en la fórmula.

Construyamos en una misma figura las curvas representativas de las dos funciones

$$y_1 = n \cdot \log(1+x) \quad y_2 = -\log \left[1 - \frac{C}{a}x \right]$$

La función y_1 representada por la curva AOB (Fig. 1) se anula para $x=0$ lo que indica que la curva pasa por el origen de coordenadas. Para $x=-1$ resulta $y_1 = -\infty$; hay, pues, una asíntota paralela al eje de las ordenadas, y la curva no se extiende a la izquierda de ella puesto que la ordenada resulta imaginaria para valores de x menores que -1 .

Las dos primeras derivadas de la función son:

$$y_1' = \frac{n \cdot \log e}{1+x} \quad y_1'' = -\frac{n \cdot \log e}{(1+x)^2}$$

La primera da el valor $n \cdot \log e$ para el coeficiente angular de la tangente en el origen, y la segunda es constantemente negativa lo que indica que la concavidad de la curva se vuelve siempre hacia las ordenadas negativas.

La función y_2 se anula también para $x=0$ y por tanto la curva COD que la representa pasa también por el origen de coordenadas. Para $x = \frac{a}{C}$ resulta $y_2 = \infty$ lo que da una asíntota paralela al eje de las ordenadas, y la curva no se extiende más allá de esa asíntota porque el valor de y_2 es imaginario para valores de x mayores que $\frac{a}{C}$.

Las dos primeras derivadas de y_2 son

$$y_2' = \frac{C}{a} \cdot \frac{\log e}{1 - \frac{C}{a}x} \quad y_2'' = \left[\frac{C}{a} \right]^2 \cdot \frac{\log e}{\left[1 - \frac{C}{a}x \right]^2}$$

La primera de ellas da el valor $\left[\frac{C}{a} \right] \log e$ para el coeficiente angular de la tangente en el origen y la segunda es constantemente positiva, de manera que esta curva vuelve siempre su concavidad hacia las ordenadas positivas, o sea, en sentido contrario a la primera.

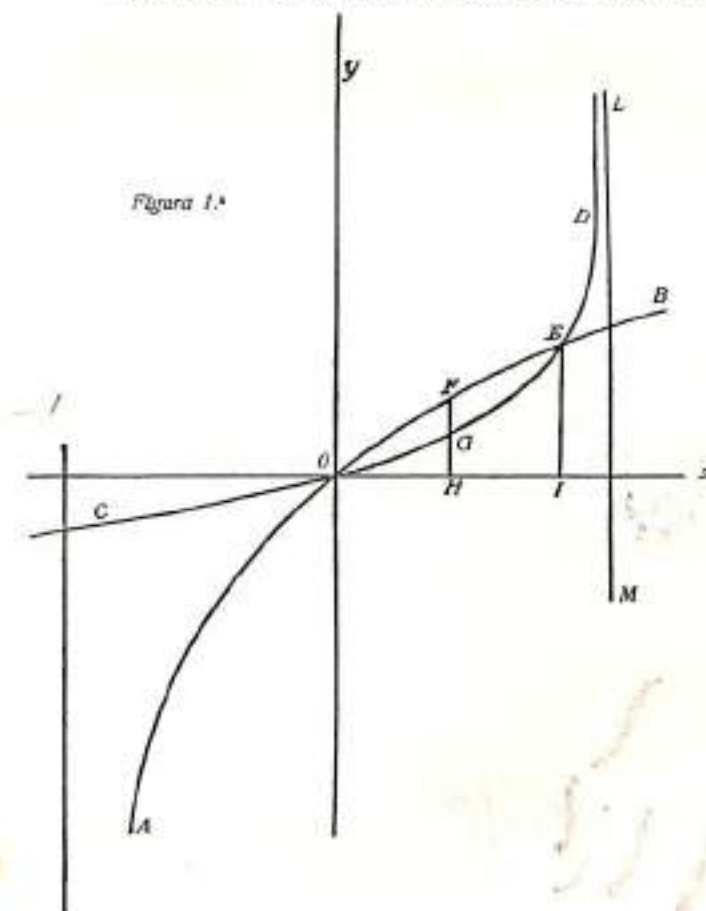


Figura 1.

ra nosotros las reliquias históricas de otros siglos, como el Observatorio Astronómico de Mutis, como el Palacio de San Carlos, como el claustro de Santo Domingo, como la iglesia colonial de San Diego.

Entonces, si tal se hiciera, con el aseo y embellecimiento del Paseo Bolívar, con la pavimentación de algunas calles y la limpieza de todas las vías urbanas y de los extramuros, podrían muy bien venir la resurrección de la *Expedición Botánica*, la creación de un *Jardín Botánico y de otro Zoológico*, el arreglo de un bello *Museo de Ciencias Naturales*, el progreso de la *Biblioteca Nacional*, el resurgimiento del *Museo histórico*, la conservación cuidadosa y digna del *Observatorio Astronómico*, la mejora material e intelectual de la *Universidad*, el desarrollo de las Academias existentes con amplios y bellos locales y elementos suficientes de publicación e investigación científica, el fomento del

NOTA:

Con esta larga transcripción pretendemos dejar expuesta alguna idea que ya se ha manifestado en el seno de nuestra Academia y que está enteramente de acuerdo con lo insinuado por la Sociedad Geográfica, es a saber: "Con ocasión del IV Centenario de la Capital de la República, Colombia entera deberá mostrar ante el mundo civilizado su capacidad de cultura, su anhelo por un progreso efectivo consistente en la transformación intelectual y moral de sus habitantes dentro de las normas equilibradas de un culturismo justo y razonado".

Por este motivo la Academia de Ciencias de Colombia, directa o indirectamente, no ha omitido esfuerzo en el sentido de lograr para la celebración del IV Centenario de Bogotá la fundación de un Jardín Botánico y de un Museo de Ciencias Naturales dentro del perímetro urbano que habrás de exhibir ante los visitantes de fuera en fecha tan memorable, como digna prolongación de la ciudad vetusta y colonial de hace dos o tres siglos.

Afortunadamente ya se puede contar con el Jardín Botánico, o mejor, con un verdadero Instituto Botánico, con todas sus dependencias, para agosto de 1938 —como una realidad— según se indicó en el número anterior de esta Revista, y sólo nos queda por trabajar la fundación del Museo de Ciencias Naturales con los elementos dispersos que se han anotado en otras partes, y entre los cuales hemos contado, en primer lugar, el Museo del Instituto de la Salle.

De desear es que el Gobierno no encuentre obstáculos de consideración que impidan el que se realice este anhelo de nuestra Academia, para momentos propicios, cuando un museo de esta clase, conscientemente dispuesto, habría de traer para Bogotá tantos beneficios.



Esto último indica que las curvas sólo pueden cortarse en dos puntos, o sea que la ecuación (3) no tiene sino dos raíces reales, que son las ordenadas de los puntos de intersección; y como una de esas raíces es cero, porque ambas curvas pasan por el origen, el problema se reduce a encontrar la otra.

Esta segunda raíz será positiva o negativa según que n sea mayor o menor que $\frac{C}{a}$ y cuando los dos valores son iguales la raíz es nula y las curvas son tangentes entre sí en el origen de coordenadas. En todos los casos de la práctica $n > \frac{C}{a}$ y en consecuencia la segunda raíz es positiva.

La diferencia de ordenadas de las dos curvas es máxima para el valor de x que hace iguales las derivadas de las funciones, o sea para la raíz de la ecuación:

$$n \frac{\log. e}{1+x} = \frac{C}{a} \frac{\log. e}{1-\frac{C}{a}x} \quad \text{que tiene el valor} \quad x = \frac{na - C}{(n+1)C}$$

Este es un límite inferior de la raíz positiva y, por tanto, es inútil ensayar valores menores de x .

Como límite superior puede tomarse el valor $\frac{a}{C}$ más allá del cual no existen puntos de la curva y_2 y así los ensayos deben limitarse a los valores de x que satisfagan a las desigualdades:

$$\frac{nc - C}{(n+1)C} < x < \frac{a}{C} \quad (4)$$

Si al ensayar un cierto valor x_1 el segundo miembro de la ecuación (3) resulta mayor que el primero, el valor ensayado será mayor que la raíz y en caso contrario será menor.

La corrección que debe hacerse a ese valor, según la fórmula de Newton, es $h = \frac{y_1 - y_2}{y_2' - y_1'}$

Lo que en este caso da

$$h = \frac{n \log(1+x) + \log\left[1 - \frac{C}{a}x\right]}{\left[\frac{C}{a - Cx} - \frac{n}{1+x}\right] \log. e} \quad (5)$$

Y para tener la certeza de que el valor $x_1 + h$ es más aproximado a la raíz que x_1 se necesita que las diferencias $y_2 - y_1$ $y_2' - y_1'$ sean del mismo signo, o sea que $y_2 - y_1 > 0$ puesto que la segunda de ellas es siempre positiva. La corrección debe aplicarse, por tanto, a los valores mayores que la raíz, y como el valor corregido sigue siendo mayor que la raíz, la aplicación repetida de la fórmula (5) dará una aproximación tan grande como se quiera, y siempre por exceso.

Ejemplo.—Sea un empréstito del 5% anual con 20 años de plazo, colocado con un descuento inicial del 7%. Se trata de averiguar el interés efectivo.

La cuota anual pagadera por cada peso para amortizar la deuda en el plazo de 20 años y al interés de 5% anual es $a = 0,080243$ y la cantidad que el deudor recibe por cada peso que se obliga a amortizar es $C = 0,93$ lo que da $\frac{C}{a} = 11,5898$.

La ecuación por resolver es pues $20 \log(1+x) = -\log(1-11,5898x)$.

Los límites entre los cuales está comprendida la raíz, o sean los dos extremos de las desigualdades (4), son

$$\frac{na - C}{(n+1)C} = 0,0346 \quad \text{y} \quad \frac{a}{C} = 0,0863$$

Tomando para un primer ensayo el promedio de estos dos valores se tiene $x_1 = 0,06045$ lo que da

$$\begin{aligned} 20 \log. 1,06045 &= 0,5098040 \\ -\log(1-11,5898 \times 0,06045) &= 0,5237532 \\ \text{Diferencia} &= -0,0139492 \end{aligned}$$

Como la diferencia es negativa, el valor ensayado es mayor que la raíz y podrá, por tanto, aplicarse

le con buen éxito la corrección de Newton, que da $h = -\frac{0,0139492}{(38,71048 - 18,85992) 0,43429} = -0,00162$

La primera aproximación es pues $x_2 = 0,06045 - 0,00162 = 0,05883$.

El ensayo de este nuevo valor da

$$\begin{aligned} 20 \log. 1,05883 &= 0,4965240 \\ -\log(1-11,5898 \times 0,05883) &= 0,4973380 \\ \text{Diferencia} &= -0,0008140 \end{aligned}$$

La segunda corrección es pues $h_1 = -\frac{0,0008140}{(36,42616 - 18,88877) 0,43429} = -0,000107$

y la segunda aproximación da $x_3 = 0,05883 - 0,000107 = 0,058723$

El ensayo de este valor da una diferencia de $-0,0000019$ entre las dos funciones, a la cual corresponde en el valor de x_3 un error de menos de 0,000001.

II

Cuando la parte de cada cuota aplicada a amortizar capital es constante durante todo el plazo, las cuotas decrecen en progresión aritmética según la ley

$$a_i = C \left[\frac{1}{n} + i \right] - \frac{i-1}{n} C i$$

Los cálculos no ofrecen ninguna dificultad cuando no hay descuento inicial; pero si lo hay, la determinación del interés efectivo requiere la resolución de la ecuación $Pnr^2(1+r)^n = (r-i+nr^i)(1+r)^n - (r-i)$ (A) en la que P representa el valor efectivo recibido por el deudor por cada peso de la deuda; r el interés efectivo; i el nominal, y n el plazo.

$$\text{La ecuación (A) puede escribirse en la forma} \quad (1+r)^n = \frac{1}{1 - nr \frac{Pr-i}{r-i}} \quad (B)$$

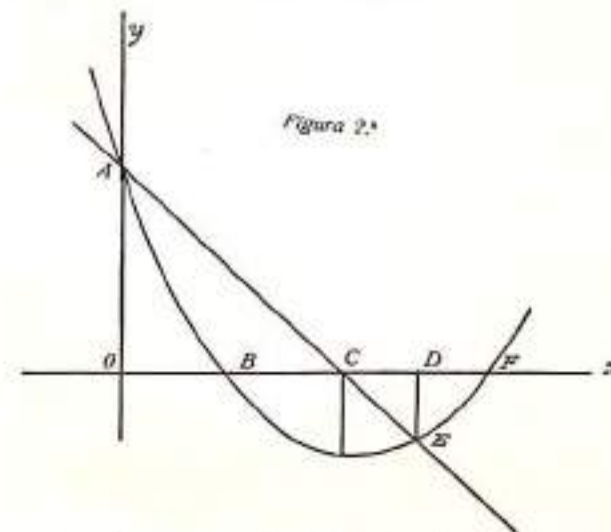
$$\text{Y tomando logaritmos se transforma en} \quad n \log(1+r) = -\log \left[1 - nr \frac{Pr-i}{r-i} \right] \quad (C)$$

Las dos curvas cuyas intersecciones corresponden a las raíces de esta ecuación son pues:

$$y_1 = n \log(1+x) \quad y_2 = -\log \left[1 - nx \frac{Px-i}{x-i} \right]$$

La primera de estas curvas es la misma ya estudiada anteriormente: la ordenada de la segunda es el logaritmo de la función $y_3 = \frac{Pnx^2 - (1+ni)x + i}{i-x}$ tomado con signo contrario.

La función y_3 es el cociente de los dos polinomios $y_4 = Pnx^2 - (1+ni)x + i$ $y_5 = i-x$ el primero de los cuales representa una parábola de eje paralelo al de las ordenadas, cuya concavidad se dirige hacia arriba, y el segundo, una línea recta que forma un ángulo de 135° con el eje de las abscisas y cuya ordenada en el origen i es la misma que la de la parábola. Las dos líneas están representadas por $ABEF$ y ACE en la figura 2.^a



El logaritmo del cociente de las ordenadas de estas dos líneas es real para todos los valores de x que corresponden a ordenadas del mismo signo, e imaginario para las de signos contrarios. Cuando una de las ordenadas se anula el logaritmo se hace infinito, positivo cuando la que se anula es la de la recta y negativo cuando es la de la parábola. En las intersecciones de las dos líneas el logaritmo es nulo.

Este análisis muestra que la curva representativa de la función y_2 corta al eje de las abscisas en el origen de coordenadas y en el punto D y que tiene tres asíntotas paralelas al eje de las ordenadas, trazadas por los puntos B , C y F . No hay puntos de la curva entre las dos primeras asíntotas ni a la derecha de la tercera, y sus dos ramas tienen la forma indicada en la figura 3.^a por GH y JK .

La función y_1 está representada en la misma figura por la curva AOE .

El coeficiente angular de la tangente a la curva y_2 es

$$y_2' = n \log. e \frac{Px^2 - 2Px + i^2}{(x-i)^2 - nx(x-i)(Px-i)}$$

y su valor para $x=0$ se reduce a $n \log. e$. De manera que la rama GH es tangente a la curva AE en el origen de coordenadas.

Como la figura lo indica de manera clara, la ecuación $y_1 = y_2$ sólo tiene dos raíces reales, una de las cuales es cero y la otra es la abscisa del punto I en que la rama JK de la segunda curva corta a la primera, y puesto que este punto se encuentra siempre a la derecha del punto D es inútil ensayar valores de x inferiores a OD .

La raíz positiva de la ecuación (C) está comprendida, por tanto, entre los valores OD y OF o sea, entre las abscisas correspondientes a la intersección de la parábola y la recta y al segundo cruzamiento del eje de las x por la parábola, y, en consecuencia, los valores de x que conviene ensayar son los que satisfacen a las condiciones

$$\frac{i}{P} < x < \frac{1 + ni + \sqrt{(1+ni)^2 - 4nPi}}{2Pn} \quad (D)$$

El valor ensayado será mayor o menor que la raíz según que el valor que se obtenga para el segundo miembro de la ecuación (C) resulte mayor o menor que el del primero.

Para la corrección del valor ensayado la fórmula de Newton da

$$h = \frac{n \log(1+x) + \log \left[1 - nx \frac{Px-i}{x-i} \right]}{n \log. e \left[\frac{Px(x-2i) + i^2}{(x-i)^2 \left[1 - nx \frac{Px-i}{x-i} \right]} - \frac{1}{1+x} \right]} \quad (E)$$

Ejemplo.—Sea un empréstito de igual plazo, interés nominal y descuento inicial que el del ejemplo anterior, pero amortizable por cuotas decrecientes en progresión aritmética de manera que en cada una se amortiza un 5% del capital. Se pregunta el interés efectivo.

Con estos datos la ecuación por resolver es: $20 \log(1+x) = -\log \left[1 - 20 \cdot x \frac{0,93 \cdot x - 0,95}{x - 0,05} \right]$

Los límites de la raíz positiva que figuran en la fórmula (D) serán:

$$\frac{0,05}{0,95} = 0,05376 \quad \text{y} \quad \frac{2 + \sqrt{4 - 3,72}}{37,2} = 0,06799$$

Tomando para el primer ensayo el promedio de estos límites, o sea: $x_1 = 0,06087$ resulta:

$$\begin{aligned} 20 \log 1,06087 &= 0,5132426 \\ - \log \left[1 - 1,2174 \frac{661}{1087} \right] &= 0,5855208 \\ \text{Diferencia} &= -0,0722782 \end{aligned}$$

Para una primera corrección aplicamos la fórmula (E) que da:

$$h = - \frac{0,0722782}{8,6858 \left[\frac{0,0002849}{0,01087^2 \times 0,25970} - \frac{1}{1,06087} \right]} = -0,00100$$

De donde resulta la primera aproximación: $x^2 = 0,05987$.

El ensayo de este valor da:

$$\begin{aligned} 20 \log 1,05987 &= 0,5050520 \\ - \log \left[1 - 1,1974 \frac{5679}{9870} \right] &= 0,5072006 \\ \text{Diferencia} &= -0,0021486 \end{aligned}$$

Una nueva aplicación de la fórmula (E) da:

$$h_1 = - \frac{0,0021486}{8,6858 \left[\frac{0,0002656}{0,00987^2 \times 0,31103} - \frac{1}{1,05987} \right]} = -0,00003$$

y $x_3 = 0,05984$ valor para el cual se tiene:

$$\begin{aligned} 20 \log 1,05984 &= 0,5048060 \\ - \log \left[1 - 1,1968 \frac{56512}{98400} \right] &= 0,5049179 \\ \text{Diferencia} &= -0,0001119 \end{aligned}$$

Se puede así tomar como valor de la raíz el de $x_3 = 0,05984$ que tiene un error menor que 0,00001. La comparación de este resultado con el obtenido en el ejemplo anterior, muestra que en igualdad de circunstancias el segundo de los sistemas de amortización estudiados es más desfavorable para el deudor, lo que se podía prever porque en él la amortización del descuento inicial es más rápida al principio del plazo.

Bogotá, noviembre de 1937.

ERRATAS:

En la página 10, segunda línea, donde dice *ordenadas* léase *abscisas*.

En la misma página, línea trece, la expresión exacta es: $\frac{na - C}{(n+1)C} < x < \frac{a}{C}$



NOTA SOBRE LA DINAMICA DE LOS ELECTRONES

JULIO GARAVITO A.

Director del Observatorio Astronómico Nacional, de 1893 a 1919.

De aspecto trascendental para la ciencia, por haber dado origen a una interpretación discordante con la Mecánica clásica, son los experimentos efectuados por los físicos modernos, Profesores J. J. Thomson, Kaufmann, Lenard, Simón, Wiechert, Becquerel, etc., referentes a las desviaciones que sufren los rayos catódicos, los rayos *beta* del *radium* y los ultramorados, al someter dichos rayos a la acción de un campo eléctrico y de un campo magnético, simultánea o separadamente.

Se trata de estudiar el movimiento de los electrones dentro de un tubo de Crookes. Supondremos que los rayos catódicos atraviesan, en su movimiento del cátodo al ánodo, una ventanilla estrecha, de manera de formar un pequeño espacio luminoso en la pared opuesta.

Tomaremos por origen de coordenadas el centro de la ventanilla, por eje *Ox* la trayectoria de los electrones, cuando no actúa ningún campo de fuerza transversal, por eje *Oy* la dirección según la cual se establece el campo eléctrico, y *Oz* aquella según la cual se establece el campo magnético.

Los datos del problema son: energía cinética *W* de los rayos catódicos, cantidad *Q* de electricidad en la unidad de tiempo, intensidad *F* del campo eléctrico perturbador, intensidad *H* del campo magnético, y, finalmente, las coordenadas $x=l$ $y=k$ $z=0$ del centro del pequeño espacio iluminado después de la desviación producida, sea por el campo eléctrico o por el magnético.

Llamemos *m* la masa del electrón; $E(X_1 Y_1 Z_1)$ la acción que ejerce el campo eléctrico sobre el electrón en movimiento; $M(X_2 Y_2 Z_2)$ la acción que ejerce el campo magnético, y $R(X_3 Y_3 Z_3)$ la que ejercerían los dos campos eléctrico y magnético el actuar en conjunto.

No suponemos que $X_3 = X_1 + X_2$ $Y_3 = Y_1 + Y_2$ $Z_3 = Z_1 + Z_2$ porque ello implicaría la hipótesis de que los dos campos no influyesen el uno sobre el otro al actuar simultáneamente. Esto no es un desconocimiento del postulado de la independencia de los efectos de las fuerzas entre sí y del movimiento adquirido, sino la aplicación correcta de ese principio. En efecto, la acción del campo eléctrico sobre el electrón sería *E* al no actuar el campo magnético; la acción del magnético sería *M* al no actuar el eléctrico. Al actuar simultáneamente, la acción del campo eléctrico podría muy bien no ser *E* sino *E'* y la del magnético no ser *M* sino *M'*. Así *R* sería la resultante de *M'* y *E'* y no la de *E* y *M*.

Las ecuaciones de movimiento son las siguientes:

Campo eléctrico.

$$(1) \quad m \frac{d^2x}{dt^2} = X_1 \quad m \frac{d^2y}{dt^2} = Y_1 \quad m \frac{d^2z}{dt^2} = Z_1$$

Campo magnético.

$$(2) \quad m \frac{d^2x}{dt^2} = X_2 \quad m \frac{d^2y}{dt^2} = Y_2 \quad m \frac{d^2z}{dt^2} = Z_2$$

Campos eléctrico y magnético.

$$(3) \quad m \frac{d^2x}{dt^2} = X_3 \quad m \frac{d^2y}{dt^2} = Y_3 \quad m \frac{d^2z}{dt^2} = Z_3$$

Dos problemas se presentan en los movimientos, a saber: 1.º dado el movimiento, hallar las fuerzas capaces de producirlo; 2.º dadas las fuerzas, hallar el movimiento.

El primer problema condujo a Newton a descubrir la ley de la gravitación como consecuencia de las leyes de Kepler. La fuerza se dedujo del movimiento mismo, es decir, tal como actúa sobre los planetas en movimiento. Después se verificó la identidad entre dicha fuerza y la gravedad; de esta manera se comprobó que la velocidad de que están animados los planetas no tiene influencia sensible sobre el valor de dicha fuerza. Conocida la fuerza, la Mecánica celeste se ha ocupado del problema referente al movimiento de varios cuerpos que se atraen los unos a los otros, y es así como se ha establecido la teoría de los movimientos planetarios. Pero no es eso todo, la Mecánica celeste persigue algo más, y es precisamente el grado de exactitud que puede conferirse a la ley de gravitación, esto es, si ella basta por sí sola a explicar todas las perturbaciones, o si es necesario introducirle algún pequeño término correctivo. Hasta ahora ella ha bastado, dado el grado actual de precisión en las observaciones astronómicas; pero es natural que dicha ley no sea perfecta; es natural que la velocidad de los planetas tenga alguna influencia, y que, además, haya algunas otras fuerzas en acción, como la fuerza repulsiva de la luz, etc., cuyos efectos se hayan escapado aún por ser muy pequeños, en relación con los de la gravitación.

Al tratar del movimiento de los electrones nos parece más fecundo el primer problema, como que se trata de una investigación en un asunto nuevo, en donde casi todo es desconocido. No sería muy difícil hallar la forma exacta de la trayectoria en cada caso, y aunque esto no sería suficiente para determinar la ley de la fuerza, daría, sin embargo, mucha luz a ese respecto. Pero el método que se empleó corresponde al segundo problema. Se ha supuesto conocida la fuerza, en cada caso, y se ha determinado el movimiento. Si éste concuerda con los hechos, la ley de la fuerza es correcta. ¿Qué se debe concluir si el movimiento previsto no coincide con el movimiento real?

Consideraremos sucesivamente los tres casos tal como han sido tratados por los experimentadores:

Primer caso—Campo eléctrico uniforme.

Sea F la intensidad del campo, e la carga de un punto electrizado inmóvil en dicho campo; la fuerza que actuaría sobre él sería Fe paralelamente a la dirección Oy del campo. Si llamamos e la carga negativa del electrón, y si se supone que la fuerza desviatriz es la acción del campo, en las mismas condiciones que obraría esta fuerza sobre el electrón en reposo, se tendría para los componentes X_1 Y_1 Z_1 los siguientes valores: $X_1 = 0$ $Y_1 = Fe$ $Z_1 = 0$.

Sustituyéndolas en (1) se halla por integración: $x = vt$ $y = \frac{1}{2} F \frac{e}{m} t^2$ $z = 0$

La trayectoria sería la parábola $y = \frac{1}{2} F \frac{e x^2}{m v^2}$ (A) De la cual sólo se conocen dos puntos, el origen y el punto luminoso, cuyas coordenadas son: $x = l$ $y = k$ y $z = 0$. Hay, pues, una verificación, la de que $z = 0$. Pero también es claro que el valor nulo de z se hubiera podido establecer a priori.

Al sustituir en (A) las coordenadas del punto luminoso, se halla: $k = \frac{1}{2} F \frac{e l^2}{m v^2}$ (a)

Los experimentadores han determinado el valor de v por métodos correctos, que indicaremos después; pero quedan como incógnitas e y m y es necesario utilizar la ecuación (a) para hallar la relación $\frac{e}{m}$. Así, pues, dicha ecuación no puede servirnos de verificación a la hipótesis.

Segundo caso—Campo magnético.

Se supone que el electrón de carga e animado de una velocidad v equivale a un elemento ev de circuito eléctrico. Llamando H la intensidad del campo magnético, dirigida según Oz daría una fuerza Hev sobre el electrón, según Oy . En este caso se tendrá: $X_2 = -He \frac{dy}{dt}$ $Y_2 = He \frac{dx}{dt}$ $Z_2 = 0$. El valor nulo de Z_2 se puede prever a priori, toda vez que la acción de un campo magnético sobre la electricidad en movimiento es siempre normal al campo magnético.

Sustituyendo en (2) se halla: $x = a \sin wt$ $y = a (1 - \cos wt)$ $z = 0$ (B)

tomando por origen del tiempo el instante en que el electrón atraviesa el origen de coordenados y en donde

$$w = \frac{He}{m} \quad \text{y} \quad a = \frac{v}{w} = \frac{mv}{He}$$

La trayectoria debe ser, pues, circular y de radio a . ¿Se ha verificado esta conclusión? No lo creemos, puesto que sólo se ha dispuesto de dos puntos, el origen y el punto luminoso.

Como t es muy pequeño, resulta lo propio para wt y las ecuaciones (B) pueden escribirse, para el movimiento dentro del tubo, de la manera siguiente, despreciando términos de orden superior:

$$x = awt \quad y = \frac{1}{2} a w^2 t^2 \quad \text{Poniendo} \quad T = \frac{1}{w} \quad \text{se halla} \quad k = \frac{1}{2} \frac{He l^2}{m v} \quad (b)$$

que es la misma fórmula (a) cambiando F por Hv . Algunos autores emplean la igualdad entre la fuerza centrífuga y la fuerza magnética, lo cual conduce a la misma fórmula (b).

Al sustituir el valor de $R = \frac{l^2}{2k}$ en la ecuación se halla, en efecto $Hev = \frac{m v^3}{R}$

Tercer caso—Campos eléctrico y magnético.

El caso de campos eléctrico y magnético se ha empleado de manera de compensar las dos desviaciones. Llamando, pues, F y H las intensidades de los campos cuyas desviaciones se compensan, e igualando los valores de k correspondientes a los dos casos (a) y (b) se halla:

$$\frac{1}{2} F \frac{e l^2}{m v^2} = \frac{1}{2} H \frac{e l^2}{m v} \quad \text{De donde se deduce } v \text{ así:} \quad v = \frac{F}{H}$$

Sustituyendo este valor de v en (a) o en (b) se obtiene:

$$(c) \quad k = \frac{1}{2} \frac{H^2 l^2}{F m} e \quad \text{de donde se deduce} \quad \frac{e}{m} = \frac{2kF}{H^2 l^2}$$

Los autores que han tratado este asunto reemplazan $\frac{k}{l}$ por u llamando u la desviación angular, así:

$$\frac{e}{m} = \frac{2Fu}{H^2 l}$$

En cuanto a los métodos empleados por los experimentadores para determinar la velocidad del electrón, sólo indicaremos someramente el empleado por J. J. Thomson. Este Profesor determinó la carga negativa Q transportada por los electrones y su energía cinética W haciendo penetrar el haz de rayos, desviado por un campo magnético, en un conductor hueco, y empleando un electrómetro y un par termo-eléctrico.

Llamando N el número de electrones, e su carga y m su masa, se tendrá: $Q = Ne$ $W = \frac{1}{2} m v^2 N$

De donde $v^2 = \frac{2We}{Qm}$ Lo que da una nueva relación entre v^2 y $\frac{e}{m}$

Los Profesores W. Kaufmann y S. Simon determinaron la velocidad del electrón por medio de la energía cinética, equivalente al paso de la carga del potencial del cátodo al del ánodo.

De las fórmulas (a), (b) y (c) se deducen los valores siguientes para $\frac{e}{m}$ a saber:

- (a)* $\frac{e}{m} = \frac{2k v^2}{F l^2}$ (campo eléctrico)
- (b)* $\frac{e}{m} = \frac{2k v}{H l^2}$ (campo magnético)
- (c)* $\frac{e}{m} = \frac{2k F}{H^2 l^2}$ (campos eléctrico y magnético)

Los valores hallados para $\frac{e}{m}$ han sido los siguientes:

231×10^{15} (J. J. Thomson); $191,7 \times 10^{15}$ (Lenard); 345×10^{15} (Lenard); 300×10^{15} (Becquerel por la fórmula (c)*). 558×10^{15} (Kaufmann); $559,5 \times 10^{15}$ (Simon); 303×10^{15} y 465×10^{15} (Wicchert); 351×10^{15} (J. J. Thomson por la fórmula (b)*).

Estos resultados son evidentemente discordantes; pero no es posible juzgar si las discrepancias dependen de errores de observación o de error en las hipótesis sobre las cuales se han fundado los cálculos, pues esta clase de observaciones es muy difícil, y no es posible asignar valor alguno a los errores.

Sin embargo, experimentos muy precisos, efectuados por el profesor Kaufmann, han hecho ver que los valores de $\frac{e}{m}$ disminuyen rápidamente cuando la velocidad del electrón crece, hasta aproximarse a la velocidad de la luz.

La consecuencia que han deducido es la siguiente:

«Or, comme tout porte a croire que la charge est toujours la même pour tous les electrons, il est nécessaire de supposer que c'est leur masse qui n'est pas constante, et qu'elle croit rapidement avec leur vitesse, quand celle-ci est voisine de la vitesse de la lumière.» (La théorie moderne des phénomènes physiques -Augusto Righi Professeur a l'Université de Bologne- págs. 107, 108). (1)

Esta conclusión ha tenido gran favor entre las gentes que gozan con toda innovación; pero no ha sido bien acogida por los amantes de la Mecánica clásica, y esto sin que se les pueda tachar de espíritus rutinarios ni retrógrados. El Profesor H. Poincaré ha hecho ver, en efecto, «que, aunque la Mecánica ha nacido de la experiencia, no puede, sin embargo, ser contradicha por ésta».

El conflicto ha provenido, a mi modo de ver, de la elección que se ha hecho entre los dos problemas a que da lugar el estudio de los movimientos. Si en vez de haber elegido el segundo problema, se hubiese escogido el primero, no hubiera habido ningún desacuerdo entre físicos y matemáticos.

De los experimentos de Kaufmann resulta nula la desviación k para grandes velocidades, y como esta desviación proviene de la aceleración $\frac{d^2y}{dt^2}$ resulta que esta aceleración disminuye rápidamente cuando la velocidad del electrón se aproxima a la de la luz. Ahora bien, como en este caso se busca la fuerza y ésta se mide por el producto de la masa por la aceleración, resulta que la fuerza disminuye rápidamente cuando la velocidad toma valores considerables.

Conclusión muy fácil de admitir por todos, pues, por ejemplo, la presión que ejerce el viento contra una superficie se anula cuando se da a ésta una velocidad igual y paralela a la del viento.

(1) «Ahora, como todo conduce a creer que la carga es siempre la misma para todos los electrones, es necesario suponer que es su masa la que no es constante, y que ella crece rápidamente con la velocidad, cuando ésta se aproxima a la velocidad de la luz». (La teoría moderna de los fenómenos físicos -Augusto Righi, Profesor en la Universidad de Bolonia- págs. 107, 108).

Séanos permitido emitir una explicación del fenómeno a que nos referimos.

La materia nos parece continua a causa de la imperfección de nuestros sentidos, pero no lo es. Esto mismo, y por la misma discontinuidad de la materia, debe ocurrir con las fuerzas naturales. Es probable que las acciones eléctricas y magnéticas sean debidas a percusiones sucesivas provenientes del campo eléctrico y magnético, y cuya intensidad y frecuencia determinan el valor de la fuerza. Si esto se admite, la explicación del fenómeno es muy sencilla.

Sea n el número de choques que sufre un electrón en la unidad de tiempo; en el tiempo $T = \frac{l}{v}$ que gasta el electrón en atravesar el campo eléctrico o magnético, el número de choque recibidos será $nT = \frac{nl}{v}$

En el tiempo l el número de choques será nl Y si p es la impulsión de cada choque, la cantidad de movimiento proyectada, según la dirección Oy de las percusiones será:

$$m \frac{dy}{dt} = npt \quad \text{De donde} \quad y = \frac{1}{2} \frac{np}{m} t^2$$

Por tanto, durante $T = \frac{l}{v}$ se tendrá, llamando como antes k la desviación: $k = \frac{1}{2} \frac{np l^2}{m v^2}$ fórmula que no difiere de las (a) y (b) sino por el cambio de np en vez de Fe y Hev respectivamente.

Mientras v sea pequeño, todo ocurre como si la fuerza obrase de una manera continua; pero para valores muy grandes de v en el reducido espacio l las cosas pasan de otro modo.

Si v es muy grande, $T = \frac{l}{v}$ se hará muy pequeño. Así, cuando $T = \frac{l}{Nn}$ siendo N número muy grande, resultará que el número de choques que recibe el electrón en su trayecto del cátodo al ánodo será: $nT = \frac{n}{Nn} = \frac{1}{N}$ Es decir, que de N electrones, que atraviesan el campo eléctrico o magnético, uno solo recibe choque y será desviado, mientras que $N-1$ no sufrirá desviación alguna. Ahora bien, como el número $N-1$ de electrones no desviados es muy grande, ellos serán los que producen el pequeño espacio iluminado en el ánodo, en la misma situación que si no hubiese campo transversal perturbador. Así pues, basta la hipótesis de la discontinuidad de la fuerza, consecuencia directa de la discontinuidad de la materia, para explicar por qué razón la desviación k de los rayos catódicos disminuye rápidamente cuando la velocidad se acerca a la de la luz.

ESPECIES NUEVAS Y OBSERVACIONES DIVERSAS SOBRE DERMAPTEROS Y ORTOPTEROS COLOMBIANOS

HERMANO APOLINAR MARIA
Profesor en el Instituto de la Salle, de Bogotá.

(Continuación)

PHASMIDAE

Acanthoclonia crinacea Redt.:

En 1908 Redtenbacher describió la presente especie sobre una hembra procedente de Antioquia. En este mismo año encontraron dos machos y una hembra más en San Antonio (Cauca).

La hembra lleva en las partes laterales del metanotum y fuera de la denticulación especial, de cada lado, un par de espinas compuestas. Las hembras tienen, además, dos espinas en el primer artejo de las antenas, al paso que el macho no tiene sino una. En lo demás, el macho se parece bastante a la hembra, únicamente sus dimensiones son algo más reducidas.

Acanthoclonia strangulata n. sp.:

Lo que más llama la atención en la nueva forma, dice el señor Hebard, es la longitud del mesonotum, más estrecho anteriormente, y el gran número de espinas.

El ejemplar tipo fue cogido en la Sierra Nevada de Santa Marta (San Lorenzo). Descripción: l. c., p. 141. (1)

Acanthoclonia Carrikeri n. sp.:

La señal distintiva, para descubrir en este insecto, consiste en la ausencia de espinas en el primer artículo de las antenas.

La Palmeta (Santander) (Carriker). Descripción: l. c. (primer fascículo) p. 144.

Antisomorphia atrata n. sp.:

La especie fue descubierta por Carriker en San Lorenzo (Sierra Nevada). Descripción completa: l. c. p. 145.

Autolyca bogotensis Goud.:

Es un insecto sumamente común en los alrededores de Bogotá. Durante el día se mantiene debajo de las piedras, en los troncos viejos y en los sitios algo húmedos.

Stratoecles viridis n. sp.:

La nueva forma se distingue sobre todo por tener casi toda la superficie dorsal, con excepción de la cabeza, de un color verde; la punta apical de las alas es más oscura; en el campo obscuro aparece una región más o menos extendida, de color blanco.

Las especies más cercanas son: *St. Bennettii* Gray

(1) Los trabajos del señor Hebard que han servido de base al presente artículo corren publicados en *The Transactions of the Am. Ent. Soc.* números 787, 810 y 845.—1919, 1921, 1923.

y *St. bogotensis* Kirby. El campo distal del ala es sin mancha en *St. Bennettii*, al paso que en *bogotensis* se nota una faja transversal blanca en dicho campo.

El Museo del Instituto posee cuatro ejemplares de la misma procedencia que el tipo (una hembra que habíamos recibido de Muzo en agosto de 1915).

Más tarde, en 1919, tuvimos el gusto de remitir al señor Hebard dos hembras más, procedentes de Villavicencio; en la colección conservamos otros dos ejemplares, también de Villavicencio. Los ejemplares de esta procedencia tienen un color algo menos brillante; las alas son también un poco menos largas.

Citrina venilla Westw.:

En 1859, Westwood describió su *Phasma venilla* como procedente de Bogotá. Sucedió, sin duda, en este caso lo que en muchos otros; animales cogidos en regiones templadas o calientes y traídos para la venta en la capital, se describieron como viviendo en Bogotá, o por lo menos en las regiones inmediatas.

Citrina venilla es una especie de los Llanos Orientales. En el Museo del Instituto se conservan dos ejemplares que provienen de Villavicencio.

El ejemplar remitido al señor Hebard era un macho, sexo hasta entonces desconocido, siendo basada la descripción de Westwood sobre una hembra.

La descripción del macho aparece en las publicaciones del señor Hebard, VIII. 1921; p. 162.

Holcoides n. g.:

Dice el señor Hebard, l. c., junio 1919, p. 148: "Se reconocen fácilmente los insectos del presente género por sus fémures y tibias redondeados en ambas caras (dorsal y ventral)".

Holcoides forceps n. sp.:

La especie más cercana es *H. annulipes* Redt.; sin embargo, las dos formas no pueden confundirse, sobre todo teniendo en cuenta la estructura de los miembros.

El autor tenía a su disposición para el estudio y la descripción un ejemplar macho que encontró en la colección del Museo Nacional de Washington y que llevaba la indicación siguiente: "San Antonio, Cauca (Colombia), enero 1919".

El señor Hebard la encontró en la misma colección y con la misma indicación de procedencia (noviem-

bre de 1908) perteneciente a una especie nueva del género *Pseudophasma*: *Ps. taeniatum* sp. n.

Es una forma cercana a *Ps. robustum*, de la cual difiere por las nudosidades occipitales; los artejos de las antenas que tienen color distinto, por el pronoto extraordinariamente estrecho, etc.

Ps. robustum sp. n.:

Los caracteres más salientes de la nueva especie se encuentran sobre todo en las alas, que son más cortas que en las de las demás especies conocidas; las anilladas antenas; las patas, que son de un pardo rojizo en la mitad proximal y de un pardo negro en la mitad distal.

La hembra que sirvió al autor en su descripción fue cogida por el señor Carriker en Cincinatti (Magdalena), en julio de 1913. Descripción detallada: l. c., junio de 1919; p. 151.

Ps. cytoplum n. sp.

Se parece mucho a *P. fulvum* Redt. El mesonotum es más corto, los élitros y alas llevan coloración distinta.

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

Ps. marmoratum Redt.:

Especie conocida de Muzo, de Antioquia y de Bogotá (?). El Museo del Instituto mandó al autor un ejemplar hembra procedente de Villavicencio, diciembre de 1918.

Ps. bispinosum Redt.:

De la presente especie pudimos mandar al señor Hebard siete machos y ocho hembras, cogidos entre Susumuco y Villavicencio, en los años 1912 a 1918. La colección del Museo del Instituto tiene seis machos y cuatro hembras.

Los ejemplares de Villavicencio tienen generalmente dimensiones más reducidas que los procedentes del Ecuador. La hembra más larga de los insectos de Villavicencio mide 72.6 mm., al paso que Redtenbacher indica 80 mm. para las hembras provenientes del Ecuador.

Euphasma salpingus Westwood:

Vive en la misma región y en las mismas condiciones que la especie anterior. En la colección tenemos cinco machos y dos hembras, y mandamos un macho y dos hembras al señor Hebard.

Damasippus zymbracus Westwood:

El señor Carriker encontró una hembra de la presente especie en Mamatoco (Magdalena), en diciembre de 1917.

Planudes cortex sp. n.:

Se señala la nueva forma por un dimorfismo sexual muy notable. El macho tiene los órganos del vuelo bien desarrollados, al paso que en la hembra dichos órganos son rudimentarios.

La descripción (l. c., junio de 1919, p. 155) está basada en un par. La hembra fue cogida en San Antonio (Cauca) y el macho en Villa Elvira (Cauca), en 1908. Ambos ejemplares se encuentran en el Museo Nacional de Washington.

Isagoras chococensis sp. n.:

Un macho de Boca Murindó (Chocó) encontrado por Carriker en febrero de 1918.

La especie es muy cercana a *I. plagiatus* Redt. El autor (Redtenbacher) establece su *plagiatus* sobre un material bastante importante procedente del Brasil, Bolivia, Colombia y Panamá.

Mr. Hebard piensa que en esta extensión tan considerable de territorio será menester establecer varias divisiones en el *plagiatus* primitivo; así, por ejemplo, *plagiatus* de las Guayanas se parece mucho más a *chococensis*, que responde a la descripción de Redtenbacher. Descripción de la nueva forma: l. c., p. 164.

Metriotes diocles Westwood:

La descripción original de Westwood no trae como indicación de procedencia sino: "Una hembra de Colombia". Recibimos un ejemplar de Honda en marzo de 1913. Mencionan la especie de Chiriquí, Panamá, Bogotá (?) y Ecuador.

Bostra colombiae sp. n.:

En el Museo Nacional de Washington encontró el señor Hebard dos machos y una hembra de la presente especie, procedentes todos estos ejemplares de San Antonio (Cauca) y cogidos en julio y diciembre de 1908 y enero de 1909.

Bacteria Apolinari sp. n.:

La nueva especie tiene mucha semejanza con *B. Horni* Redt. Se diferencia de la mencionada forma, especialmente en que los fémures no llevan lobos y en que el noveno segmento abdominal tiene un apex redondo y no bilobado.

Recibimos en agosto de 1913 dos ejemplares de la presente especie, de los cuales mandamos uno al señor Hebard; ambos cogidos en Susumuco. En 1919 recibimos de Villavicencio un ejemplar macho en buen estado de conservación que enviamos al autor que da las medidas del ejemplar en su segundo trabajo (agosto de 1921, p. 166). La descripción completa se encuentra en el trabajo publicado en junio de 1919, p. 161.

Libethra Stal:

Hablando de los insectos del género *Libethra*, el autor dice: "Estamos convencidos de que existe en Colombia todo un ejército de especies del presente género".

Aunque el nombre *Caulonia* sea anterior a la denominación *Libethra*, se conserva este último por que *Caulonia* fue empleado en 1873 por Lohr para designar un género del tipo Equinodermo.

Existe todavía mucha confusión en la separación de las especies del presente género y será menester para introducir en este caos alguna claridad, que el autor que quisiera emprender trabajo tan arduo dispusiera de grandes series de cada especie.

En la Sabana de Bogotá es común *Lib. reservata* conocida vulgarmente con los nombres de *Caballo de palo*, *Templadera*, etc. El vulgo está en la per-



No. 1 - BACTERIA APOLINARI HEB.
 No. 2 - STRATOCELES VIRIBIS HEB.
 No. 3 - LIBETHRA RESERVATA BRN.
 No. 4 - LIBETHRA MOLITA Ww.
 No. 5 - EURHAGMA SALPINGUS Ww. IMACHOI
 No. 6 - EURHAGMA SALPINGUS Ww. IHENBRAI
 No. 7 - PSEUDOPHAGNA DIPINDRA REED. IMACHOI
 No. 8 - PSEUDOPHAGNA BIGNOSA REED. IHENBRAI

suasión de que cualquier animal que comiere, con el pasto, la templadera, morirá infaliblemente.

Brunner describió la especie en 1907 colocándola en el género *Denophila*; según Mr. Hebard, tal disposición es imposible admitir, y demuestra que el insecto de Bogotá debe colocarse en el género *Libethra*, por lo menos mientras se tenga material más abundante. Es probable, dice nuestro amigo, que cuando conozcamos mejor todos los detalles de la morfología de *reservata*, los autores se verán en la obligación de establecer un nuevo género para esta forma. (Véase l. c., agosto de 1921, p. 166).

Libethra spinicollis sp. n.:

La descripción se estableció sobre dos ejemplares hembras cogidos en San Antonio (Cauca), en octubre y diciembre de 1908. Están conservados en el Museo Nacional de Washington.

Desde ciertos puntos de vista, la nueva forma se relaciona con *L. raddota* Ww. y desde otros se asemeja a *L. bifolia* Stal. Descripción: l. c., de 1919, p. 164.

Libethra columbina Ww.:

Especie descrita en 1859 con el nombre de *Ceroys columbina*, sin indicación de localidad. En 1908, la volvieron a encontrar en San Antonio (Cauca). Existe una hembra en el Museo Nacional de Washington.

Libethra insularis sp. n.:

Según el autor, la nueva forma tiene relaciones con *L. raddotula* Brun. y *L. raddota* Ww. Para la descripción sirvió un ejemplar hembra, ejemplar único, cogido por Mr. Carriker en Pueblonuevo de Ocaña, en septiembre de 1916. Descripción: l. c., junio de 1919, p. 166.

Libethra strigiventris Ww.:

La presente especie fue descrita en 1859 con el nombre de *Bacteria strigiventris*, sin otra indicación de procedencia que "Colombia". La colección del Museo Nacional Americano (Washington) tiene ejemplares procedentes del Cauca (San Antonio, Tocotá, Río Aguatal). El autor indica los caracteres distintivos de los sexos (l. c., p. 167).

Libethra molita Ww.:

La descripción de Westwood se hizo sobre un macho de Colombia en 1859.

El Museo Nacional de Washington tiene un macho y una hembra cogidos en San Antonio (Cauca), en los años de 1908 y 1909.

Mandamos al autor una hembra procedente de Cunday (octubre de 1916). Tiene además el señor

Hebard un macho cogido por Mr. Carriker en septiembre de 1916. En la colección del Instituto de La Salle existen tres ejemplares, procedentes de Villavicencio.

En las páginas 169 y 170 de su obra, el autor da algunos detalles sobre los caracteres propios de cada sexo.

Libethroidea gen. n.:

El nuevo género tiene relaciones con *Libethra* y *Ocnophila*. *Libethra* se distingue particularmente en el sexo femenino. *Libethroidea* hembra tiene el último segmento abdominal (el noveno) algo alargado por debajo del apex del abdomen.

En este grupo coloca el autor, fuera de *Libethroidea inusitata*, los *Bacuncululus sarmentum* y *palea* de Giglio-Tos. Descripción del género: l. c., p. 170.

Lib. inusitata sp. n.:

La descripción de la nueva especie se establece sobre una hembra que existe en el Museo Nacional de Washington y que fue cogida en octubre de 1908 en "Las Altas de las Cruces" (Cauca). Véase l. c., pp. 170, 171.

Lytosermyle gen. n.:

Se parece al género *Sermyle*. El autor propone el orden siguiente en la sistemática del presente grupo: *Libethra*, *Libethroidea*, *Ocnophila*, *Lytosermyle* y *Sermyle*.

Lit. ocanæ sp.:

Para la descripción de la nueva especie, el señor Hebard no disponía sino de una hembra que le fue remitida desde Pueblonuevo de Ocaña por Mr. Carriker, en 1916.

Se distingue de *Sermyle mexicana* Sauss. en la forma de la cabeza, que es más alargada y no globulosa; el surco transversal del pronoto no muy marcado; el noveno segmento dorsal alargado y no cuadrado, etc.

La descripción del género y de la especie se encuentra en la obra citada, pp. 171 a 173.

Dyme carrikeri sp. n.:

El único ejemplar (un macho) conocido de la presente especie, fue descubierto por Mr. Carriker en San Lorenzo (Sierra Nevada de Santa Marta), en agosto de 1913. Para la descripción véase l. c., pp. 174, 175.

En la colección del Instituto de La Salle existen, además de las formas aquí señaladas, unas treinta especies de Fásquidos colombianos.

(Continuará)

LA CONDAMINE Y LA EXPEDICION DE LOS ACADEMICOS FRANCESES A LA PRESIDENCIA DE QUITO (1735-1744)

GEORGES PERRIER
De la Academia de Ciencias de Francia.

Las circunstancias

La Misión de que La Condamine hizo parte se conoce en la Historia con el nombre de "Misión de los Académicos al Perú", porque la parte de la Cordillera de los Andes donde éstos actuaron, la Presidencia de Quito, hacía entonces parte de la Colonia española del Perú, Virreinato cuya capital era Lima. Vino luego el desmembramiento de la América española en repúblicas independientes, y la Presidencia de Quito se llamó la República del Ecuador; por eso sería mejor decir hoy que los Académicos actuaron en el Ecuador.

Transportémonos con el pensamiento a su época y a su medio.

Estamos en 1735. Hace cuarenta y ocho años que Newton formuló el principio de la atracción universal y anunció, si no comprobó rigurosamente, que nuestro planeta debe de tener la forma de un elipsoide de revolución aplanada hacia los polos. Pero las determinaciones experimentales ejecutadas en el curso de este medio siglo, sea por el método geométrico de las medidas de arco, sea por el método dinámico del péndulo, han dado resultados contradictorios. La meridiana de Picard, tendida de Dunkerque a Collioure, por Jean Dominique y Jacques Cassini (1683-1718), llevó al último a una teoría opuesta a la de Newton: del ecuador al polo, la longitud del grado de latitud sobre un arco de meridiano decrecería en vez de crecer y, por consiguiente, la tierra sería un esferoide en la dirección de la línea de los polos. La famosa experiencia de Richer en Cayena (1672), que no fue un hecho de la casualidad, como se ha dicho con frecuencia, sino el resultado de un programa de observaciones trazado por la Academia de Ciencias, parece dar la razón a Newton, demostrando que la longitud del péndulo que bate el segundo es menor en las latitudes bajas que en las latitudes medias.

Hoy, al estudiar los errores de que pudieran estar afectados entonces los resultados de las medidas de arco y los de las observaciones pendulares, uno se asombra de que los primeros hayan podido hacer dudar un instante de los segundos. Pero estos asombros fuéran de tiempo, evocan forzosamente el recuerdo de una leyenda bien conocida: la del huevo de Cristóbal Colón.

De cualquier modo que sea, en 1735, como lo dice Bouguer, "la Geometría y la Física parecían estar

en contradicción". Para decidir una vez por todas, y devolver al método de las medidas de arcos de meridiano todo su valor, había que resolverse a no contentarse con medir semejantes arcos en latitudes medias, allí donde los errores de las operaciones no permitieran poner indiscutiblemente en claro el verdadero sentido en el cual crece la longitud del grado de latitud, si del polo hacia el ecuador o del ecuador hacia el polo. Era necesario ir a latitudes extremas, a fin de comparar las longitudes de grados tan diferentes como fuese posible. Si el grado polar era más largo que el grado ecuatorial, Newton tenía la razón; de lo contrario, Cassini triunfaba.

En otros términos: se trataba de obtener dos cantidades necesarias y suficientes para determinar el elipsoide de revolución terrestre, por ejemplo, el medio eje ecuatorial a y el aplanamiento $a = \frac{a-b}{a}$, siendo b el medio eje polar. Se necesitaban, pues, dos ecuaciones. Cada medida de arco meridiano podía suministrar una, y para obtener las incógnitas con la precisión máxima, se debía ejecutar dos medidas en latitudes tan diferentes como fuese posible.

En realidad, el problema estuvo lejos de presentarse y de ser considerado fácilmente. En 1735 se dudaba mucho de que la combinación de dos arcos de meridiano, uno ecuatorial y otro polar, suministrara las incógnitas con el error mínimo posible; no había ninguna seguridad en ello. Se pensaba que quizá fuera posible combinar un arco de meridiano y otro de paralelo, ambos ecuatoriales. Cosa singular, cuando los Académicos enviados al Perú, Godin, Bouguer y La Condamine partieron de Francia en mayo de 1735, no llevaban ninguna instrucción precisa de la Academia. Hasta entonces no se había decidido expedición alguna a las regiones polares. Sus compañeros de Academia: Maupertuis, Camus, Clairaut y Le Moanier no debían partir para la Laponia sino un año más tarde, el 20 de abril de 1736.

No conociendo nada, o casi nada, de la región a donde iban, los Académicos del Perú debían decidir sobre el lugar mismo lo que podrían hacer. El pasaporte que les entregó el Rey de España consideraba expresamente la medida de los grados de latitud y de longitud en el ecuador. Solamente el 9 de marzo de 1737 recibió Godin una carta del Ministro Maurepas, en que le hacía saber que debía limitarse a la medida de un arco de meridiano.

Por otra parte, la medida de un arco de paralelo que atravesaba regiones cubiertas de selva virgen era casi impracticable, mientras que la ejecución de una triangulación dirigida en sentido norte-sur era posible, colocando los vértices de los triángulos sobre una y otra de las cordilleras.

Las memorias leídas por Maupertuis y Clairaut en la Academia, en 1735 y 1736, habían resuelto la cuestión, y la medida del arco de Laponia estaba en vía de ejecutarse. Pero a esta fecha hacía ya un año que los Académicos habían llegado a la bahía de Manta, en las costas del Perú. Tanteos, reconocimientos y observaciones de un año entero no fueron estériles en resultados, pues sirvieron para formar escuelas útiles; pero hubieran podido omitirse o reducirse, y resultaron inútiles, por decisión de la Academia, para el objeto principal de la Misión. Con programa tan mal trazado desde el principio, no podían faltar las dilaciones y las querellas.

Los hombres

Cuáles eran los hombres escogidos por la Academia para tan pesado encargo? Sólo jóvenes hubieran consentido en formar parte de una expedición tan larga, peligrosa quizá, a tierras tan lejanas. Felizmente la Academia no carecía de ellos. La organización de la antigua Academia Real de Ciencias preveía varias categorías de Académicos; sus miembros eran sometidos a verdaderas reglas de ascensos para pasar de una categoría a otra. Al principio se era Adjunto, en seguida Asociado, luego Pensionario (los Pensionarios constituían lo que hoy llamaríamos Miembros titulares), por fin, a una edad avanzada, Pensionario veterano.

Los tres Académicos designados para ir al Perú fueron Godin, Bouguer y La Condamine.

Luis Godin, de 31 años de edad, era el más joven pero el más antiguo de la Academia, a la cual pertenecía desde 1725. Desde el 22 de agosto de 1735 tenía el nombramiento de Pensionario astrónomo. Por razón de su antigüedad relativa, fue el Jefe de la Expedición, jefatura por otra parte casi titular. Era el único de los tres Académicos que en el momento de la partida se había iniciado en las observaciones astronómicas, y había sido encargado, de 1730 a 1733, de la redacción del *Connaissance des Temps*, al cual había introducido útiles mejoras. Su papel fue el de un silencioso, pues no quiso publicar sus observaciones hechas en el Perú y las ocultó cuidadosamente a sus compañeros, por temor de que éstos, si regresaban primero a Europa, las anunciaran al mundo sabio antes que él; vano empeño, porque debía ser el último en regresar y nunca debía publicar nada.

Bouguer, de 37 años de edad, ingeniero hidrógrafo de profesión, pertenecía a la Academia desde 1736 y había sido nombrado Pensionario astrónomo el 26 de enero de 1735. Preocupado siempre de su trabajo, clavado constantemente en sus cálculos, sus compañeros lo aprovecharon durante la expedición para cargarlo con las faenas más desagradables, que él aceptaba renegando. Estaba indiscutiblemente por

encima de ellos como matemático. En Geodesia abordó problemas absolutamente nuevos, como la atracción de las montañas sobre la plomada, mostrándose a este respecto como el precursor de las teorías modernas de la *Isostasia*. Fue, además, un físico eminente porque a su hermoso libro *La Figure de la Terre*, que da cuenta de sus observaciones y resultados en el Perú, hay que agregar otras producciones notables relativas al arte de la Navegación, en la cual se interesó siempre mucho, y en la Fotometría, que él creó y de la cual puede ser llamado el padre.

Desgraciadamente Bouguer no fue siempre sencillo ni claro; a veces es difícil seguirlo. Su carácter no era alegre ni agradable.

La Condamine, de 34 años, pertenecía a la Academia desde 1730 y, al contrario de sus dos compañeros, no era sino Asociado geómetra desde el 9 de febrero de 1735. No fue elegido Pensionario sino hasta el 26 de agosto de 1739, durante su ausencia en el Perú.

Los detalles que de él nos dan el señor Henri de la Condamine y el Profesor Chevalier nos dicen cuánta generalidad de conocimientos notables poseía y nos permiten figurárnoslo, no como un sabio excepcional, sino como un hombre de una facilidad de asimilación considerable, de un empuje infatigable, curioso de todo, metiéndose en todo, apto para representar un papel eminente en todos los dominios de la ciencia.

Antes de la partida de la expedición, La Condamine se había dedicado a la Química, pero gracias a su viva inteligencia y a la conciencia que puso en sus observaciones y en sus cálculos, llegó a ser, en la escuela del terreno en el Perú, un geodesta y astrónomo capaz de rivalizar casi con sus dos compañeros.

Después de los tres protagonistas de la expedición debemos mencionar los adjuntos que se embarcaron con ellos para el Perú, y de los cuales algunos se hicieron célebres. Y fueron:

Joseph de Jussieu, Doctor-regente de la Facultad de París, de ilustre familia de botánicos, hermano menor de dos Académicos del mismo nombre (Antoine y Bernard), elegido también Académico durante su ausencia de Francia, el 24 de diciembre de 1742;

Verguin, Ingeniero de marina, dibujante de planos y mapas;

De Morainville, Ingeniero, dibujante de Historia Natural;

Couplet, sobrino de otro Couplet, Tesorero de la Academia; y

Godin des Odonais, pariente del Académico, ayudantes uno y otro, en las operaciones;

Seniergues, Cirujano;

En fin, Hugo, Relojero e Ingeniero de instrumentos de matemáticas.

El Rey de España, Felipe V, había concedido a la expedición francesa todas las facilidades en el

Perú, y además quiso hacerla acompañar por dos oficiales de la marina española, quienes llevaban la misión, más o menos declarada, de vigilar lo que hicieran los Académicos en las Colonias españolas, estrechamente sometidas a la Metrópoli, asistir a las operaciones y rendir después informes sobre el particular. Estos dos oficiales de marina eran jóvenes de noble familia, Tenientes de navío del Cuerpo de Guardias de la marina de España, Jorge Juan, de 23 años, y Antonio de Ulloa, de 20 años. Muy poca cosa sabían de Geodesia y de Astronomía al principio de la Misión, pero pronto demostraron ambos que su elección había sido muy acertada. El contacto con los Académicos, especialmente con Godin, quien se complacía más en la compañía de los españoles que en la de sus colegas, hizo la educación científica de estos oficiales de mérito personal incontestable, como lo comprueban sus obras y el resto de su carrera.

Los escritos

Es en las publicaciones de Bouguer, La Condamine, Juan y Ulloa donde hay que revivir la historia y estudiar la obra de la Misión del siglo XVIII.

La obra capital de Bouguer es: *La Figure de la Terre tirée des observations de MM. Bouguer et de La Condamine* (1749).

En esta obra, consagrada casi toda a las cuestiones científicas de la medida del arco, hay bellas páginas de matemáticas, pero hay que confesar que el autor fatiga a menudo por el placer que pone en complicar las cosas, en tratar, por ejemplo, por el cálculo integral los problemas más sencillos.

La Condamine publicó:

1º *Journal du voyage fait par ordre du Roi à l'Equateur, servant d'introduction historique à la mesure des trois premiers degrés du méridien* (1751);

2º *Mesure des trois premiers degrés du méridien dans l'hémisphère austral, tirée des observations de Messieurs de l'Académie Royale des Sciences, envoyés par le Roi sous l'Equateur* (1751);

3º *Supplément au Journal historique du voyage à l'Equateur et au livre de la mesure des trois premiers degrés du méridien* (1752 y 1754), obra de polémica contra su compañero Bouguer, presentada en forma de respuestas a las objeciones de éste.

En todo lo que concierne a las operaciones, la obra *Introduction historique* de La Condamine es exacta y sincera. El lujo de detalles, la abundancia de fechas permiten reconstruir casi día por día la actuación de los miembros de la expedición. Estas mismas cualidades caracterizan la *Mesure des trois premiers degrés du méridien*, obra en la cual las operaciones de la meridiana y sus consecuencias están expresadas neta y sobriamente;

4º Algunos opúsculos extremadamente interesantes, tales como:

Histoire des pyramides de Quito, publicada como suplemento de *l'Introduction historique*;

Relation abrégée du voyage fait dans l'intérieur de l'Amérique méridionale;

*Lettre à Madame *** sur l'émeute populaire excitée en la Ville de Cuenca, au Pérou, le 29 Aout 1739, contre les Académiciens des Sciences envoyés pour la mesure de la terre* (en la que refiere el asesinato del señor Seniergues, Cirujano del Rey, nombrado para acompañar a los Miembros de la Academia de Ciencias, enviados por el Rey en 1735, para medir los grados terrestres en el Ecuador);

*Lettre de M. D. L. C. à M. *** sur le sort des Astronomes qui ont eu part aux dernières mesures de la terre, depuis 1735, et lettre de M. Godin des Odonais à M. de La Condamine et l'aventure tragique de madame Godin dans son voyage de la Province de Quito à Cayenne, par le fleuve des Amazones*.

(Estos tres últimos opúsculos fueron reunidos en un volumen in-12, en 1778).

Jorge Juan publicó las *Observaciones astronómicas y físicas*.

Esta obra, consagrada al arco ecuatorial, contiene memorias de inmenso valor. Uno se asombra, sin embargo, de ver al autor que a pesar de que admite en su razonamiento el movimiento diario de la tierra, previene al lector de que ello es una "hipótesis falsa". En 1748 todavía existía la Inquisición en España! A pesar de todo, este libro ocupa un puesto honroso al lado de las obras científicas de Bouguer y de La Condamine.

Ulloa publicó la *Relación histórica del viaje a la América meridional*, que contiene multitud de documentos de toda especie y del más alto interés, relativos, no solamente al Perú, sino a otras Colonias españolas, y que constituye un verdadero cuadro enciclopédico de estas Colonias en el siglo XVIII. Allí se encuentra también una Historia de los Incas, desde su origen hasta "Fernando VI, Rey de España y XXII Emperador del Perú".

No hay que olvidar que Juan y Ulloa fueron los autores de las famosas *Noticias secretas*, obra en la cual, al dar cuenta de una información judicial de que los había encargado el Rey de España, describen la manera como se comportaban las autoridades civiles y eclesiásticas españolas con las infelices poblaciones indígenas de las Colonias de la América del Sur. Este libro no fue impreso sino en 1826, en Londres.

En esta enumeración omitimos, naturalmente, gran número de trabajos diversos, publicados en su mayor parte en las *Memoires de l'Académie des Sciences de Paris*.

El viaje de ida

El viaje de París a Quito puede efectuarse hoy en cuatro días y medio de travesía (en el *Normandie*), más tres días de avión de Nueva York a Guayaquil y un día de ferrocarril de Guayaquil a Quito.

La expedición al Perú salió de La Rochela en un "vaisseau du Roi" (buque del Rey), el 16 de mayo de 1735 y llegó a Quito a fines de mayo de 1736, después de un año largo de viaje y de haber pasado por la Martinica, Santo Domingo, Cartagena y Panamá; en el trayecto hicieron numerosos e interesantes observaciones astronómicas y físicas.

La Condamine nos refiere que en la Martinica tuvo un acceso de fiebre amarilla llamada entonces "mal de Siam": "Debíamos partir al día siguiente. Se me trató con la rapidez que exigía un tratamiento tan corto; me enfermé, fui sangrado, purgado, curado y me embarqué en veinticuatro horas".

La expedición tocó por primera vez la Presidencia de Quito en Manta, pequeño puerto del Pacífico, muy cerca de la línea equinoccial. Por razones diversas la expedición se desintegró y llegó a Quito por diferentes vías.

La Condamine llegó directamente a la capital remontando el río Esmeraldas y trasmontando la Cordillera. Dejó de esto una descripción fiel, y en ningún modo exagerada, en que cuenta los obstáculos de su viaje al través de espesísimas selvas, donde tuvo que abrirse paso con el hacha y salvar numerosos torrentes con graves dificultades.

El 10 de junio de 1736 toda la expedición se encontró reunida en Quito. La Condamine, cuyo equipaje se había quedado atrás, tuvo que permanecer algunos días oculto en el convento de los Jesuitas, pues dice que se encontraba en estado de no poder presentarse en público.

El teatro de las operaciones

En el viaje de Manta a Quito tuvo La Condamine la primera idea respecto del territorio en que los Académicos iban a obrar. Hoy aún, fuera de las mejoras que la civilización moderna ha llevado a los lugares habitados y a la vida social, del adelanto en las vías de comunicación: ferrocarriles, carreteras y aviones, desde hace unos treinta años, este país difiere poco de lo que era en el siglo XVIII. La doble y gigantesca arista de los Andes lo recorre más o menos en la dirección del meridiano en forma de dos cadenas paralelas, cuya altura varía según las regiones (3.000 a 5.000 metros). Por encima de ella se yerguen picos aislados, volcanes gigantes, de los cuales el más elevado es el Chimborazo (6.310 metros). El terreno se divide así, en tres zonas muy distintas: la *Costa baja*, caliente, húmeda, de fauna y flora tropicales, de vegetación maravillosa; el *Oriente*, de límites inciertos hacia el este, participa de los caracteres de la Costa a causa de su baja altura, pero con estaciones menos definidas que en el litoral; por fin, entre las dos, la *Sierra*, que comprende las cordilleras y las altas mesetas de 2.500 a 3.000 metros de altura.

Cuando la Academia de Ciencias de París puso los ojos en la Presidencia de Quito para enviar allí sus delegados, hacia exactamente dos siglos que los españoles ocupaban aquel país. Fue en 1533, un año después del derribo de la monarquía de Atahualpa, por Francisco Pizarro, cuando su teniente, Sebastián de Belalcázar, partió de Piura con 150 a 200 hombres y conquistó para la dominación española todo el Ecuador actual.

Desde la primera mitad del siglo XVIII eran ya numerosos los síntomas de decadencia. Los presidentes y otros funcionarios, ya fuesen españoles venidos de la Península o de nobleza criolla, nacidos en

el país, no desdeñaban sacar el mejor partido posible de sus funciones. La Metrópoli monopolizaba todo el comercio. En el litoral, la inseguridad de los mares, las múltiples incursiones de los piratas (saqueos de Guayaquil en 1687 y 1709); en el interior, las epidemias y los temblores de tierra, y en todas partes las exacciones de los funcionarios habían causado la más grande miseria en las clases bajas de la población india o mestiza, y un profundo malestar en las clases medias. En general, los criollos eran el blanco de la hostilidad de los europeos. Parecía que España misma se empeñara en cavar la zanja profunda que la iba a separar de sus Colonias, ávidas de conquistar pronto su independencia. El joven Ulloa podía resistir impunemente al Presidente de Quito y decirle con todo el desprecio del europeo por el criollo: "Vuestra Señoría vale 26.000 pesos por año y terminará dentro de ocho años; la mía durará toda mi vida".

Las operaciones geodésicas sobre el terreno

La instalación de los trabajos fue larga y laboriosa. Una vez allanadas las incertidumbres y dificultades de la iniciación, las operaciones geodésicas propiamente dichas fueron impulsadas con gran actividad y proseguidas durante dos años sin interrupción notable. Los obstáculos con que tropezaron fueron las difíciles comunicaciones en un país donde todos los transportes y todos los abastecimientos debían hacerse en bestias de carga; la destrucción de las señales, imputable a la ignorancia u hostilidad de los indios y de los cholos y, sobre todo, desde que se llega a 3.000 metros de altura, la rareza de los días en que, despejados el horizonte y el cielo, se pueden ejecutar observaciones, ya geodésicas, ya astronómicas, en los *páramos* elevados.

Dejemos ahora la palabra a La Condamine para exponernos cuáles fueron las dificultades que tenían que vencer:

"La mayor consistía en elegir los sitios más favorables para colocar señales. Las puntas elevadas estaban o sepultadas en la nieve o, con más frecuencia, escondidas en las nubes que nos ocultaban la vista. Colocadas en los lugares más bajos, las señales se proyectaban sobre el terreno, y se hacían por eso muy difíciles de ver de lejos. Por otra parte, no solamente no había camino trillado que condujera de una señal a otra, sino que frecuentemente había que atravesar, dando largos rodeos, hondones formados por los torrentes de lluvia y de nieve derretida, cavados a 60 y 80 toesas de profundidad, de los cuales tendré ocasión de hablar a menudo... Se conciben las dificultades y la lentitud de nuestra marcha cuando había que transportar de una estación a otra cuartos de círculo de dos y de tres pies de radio, con todo lo que era necesario para establecerlos en lugares de difícil acceso y permanecer allí meses enteros: a menudo los indios que nos servían de guías nos abandonaban en el camino o en la cresta de la montaña donde estábamos acampados, y varios días se pasaban sin que pudiéramos reemplazarlos. Las órdenes dadas por S. M. C. de

proveer a todas nuestras necesidades fueron siempre respetadas; pero la autoridad de los gobernadores españoles, la de los curas, con frecuencia más absolutos que ellos sobre los indios, la de sus caciques, en fin, un salario doble, triple o cuádruple del ordinario, no eran a veces suficientes para hacerlos encontrar guías, arrieros, mozos de cordel, ni aún para retener a los que se habían ofrecido voluntariamente.

Uno de los obstáculos que más ejercitaron nuestra paciencia, y que no se debe menos que los precedentes a la naturaleza del país, en lo físico y en lo moral, fue la caída y robo frecuente de las señales que determinaban nuestros triángulos. En Francia, los campanarios, los molinos, las torres, los castillos, los árboles aislados, colocados en un lugar notable, habrían ofrecido a los observadores una infinidad de puntos, entre los cuales no habría sino que elegir uno; pero en un país tan diferente de Europa, y donde las cumbres de las montañas no presentan puntos suficientemente precisos, estábamos obligados a crearlos, por decir así, para formar los triángulos... Así, después de varios días, y a veces varias semanas de lluvias y de nieblas, cuando el horizonte se aclaraba y las cimas de las montañas se mostraban al descubierto, todo parecía invitarnos a tomar nuestros ángulos; pero a menudo cuando estábamos a punto de recoger el fruto de nuestra larga espera, teníamos el desagrado de ver desaparecer nuestras señales, arrebatadas por los huracanes o, más frecuentemente, robadas. Pastores indios en que sólo la figura humana los distingue de la bestia, mestizos, especie de hombre que no tienen sino los vicios de las razas de que están mezclados, se apoderaban furtivamente de las varas, las cuerdas, los piquetes, etc., cuyo transporte a esos lugares apartados había costado mucho tiempo y trabajo; por el más vil interés nos causaban un gran perjuicio. A veces se pasaban ocho o quince días para poder reparar el daño; luego teníamos que esperar semanas enteras entre el hielo y la escarcha otro momento favorable para nuestras operaciones. Esto nos sucedió más de una vez durante nuestra permanencia en el Pichincha, y el mismo inconveniente prolongó por largo tiempo nuestras estaciones en los alrededores de la primera base. La sola señal de Pambamarca, mal colocada o destruída, fue reparada hasta siete veces, tocándome a mí hacer tres viajes con este fin.

Los observadores se dividieron en dos grupos que obraban independientemente y adoptaron dos enclavamientos un poco diferentes, el uno compuesto de Bouguer, La Condamine y Ulloa; el otro de Godin y Jorge Juan.

Las observaciones se ejecutaron caminando de norte a sur, de Quito a Cuenca. Cada grupo apoyó su cadena meridiana en una base norte y en una base sur. Estas bases fueron: para el grupo de Bouguer, la de Yaruquí, cerca de Quito, al norte, y la de Tarquí, cerca de Cuenca al sur; para el grupo de Godin, la de Yaruquí, al norte, y la de Cuenca al sur.

Las operaciones astronómicas sobre el terreno

Terminadas las observaciones geodésicas, se trataba para cada arco, de proceder a dos determinaciones de latitud, la una al norte, la otra al sur del arco, para determinar la amplitud de éste. Las estaciones escogidas fueron, para el grupo de Bouguer; Cochesquí, al norte, y Tarquí, al sur; para el grupo de Godin; Mira, al norte, y Cuenca, al sur.

Después de las observaciones geodésicas, la historia de la Misión es mucho más confusa y difícil de seguir. La parte mayor y más penosa del trabajo está hecha, pero no la más difícil, científicamente hablando. Los Académicos van a gastar tres años para determinar las latitudes de las extremidades de sus arcos, trabajo en que hoy sólo se emplearían algunos días.

No podemos dar aquí detalles demasiado técnicos. Bástenos indicar que hoy día las declinaciones de las estrellas que intervienen en el cálculo de la latitud, son conocidas con precisión por las Efemérides que publican grandes observatorios; a mediados del siglo XVIII los observadores debían calcular estas declinaciones. En la época de la Misión del Perú, dos fenómenos que intervienen en estos cálculos eran todavía mal conocidos o totalmente desconocidos: el de la Aberración acababa de ser descubierto por Bradley en 1728, y el de la Nutación no debía serlo por el mismo astrónomo sino en 1748.

Además, es preciso decirlo, a estas razones técnicas se agregaban razones morales. Cada uno de los miembros de la expedición tenía en el país intereses particulares, y estaba comprometido en asuntos personales. La salud se les había alterado por la dura permanencia en las estaciones inhospitalarias de la Cordillera; el carácter se les había agriado. La Misión carecía de la dirección de una mano firme, y sus miembros debieron prolongar su estada casi por tres años en el territorio, antes de estar seguros del valor de sus resultados.

Trabajos diversos

Además, la medida del arco no es el único trabajo importante que los Académicos y sus adjuntos españoles trajeran del Ecuador. En una época en que la especialización de los conocimientos no era llevada tan lejos como en nuestros tiempos, amontonaron una buena cantidad de documentos de toda clase: astronómicos, topográficos, físicos, históricos, etnográficos, antropológicos, etc.

La Condamine enumera complacientemente en el prólogo de la *Introduction historique* todos los trabajos a los cuales se entregó personalmente: indagaciones sobre la refracción terrestre y astronómica, sobre la atracción de las montañas sobre la plomada; determinación de la oblicuidad de la eclíptica; observaciones de los eclipses de luna, de sol y de los satélites de Júpiter; establecimiento de mapas parciales de diversas regiones, mapa general de la Presidencia de Quito, en colaboración con Maldonado, y mapa del curso del río Amazonas; en *Historia Natural*: indagaciones zoológicas, botánicas,

mineralógicas; indagaciones lingüísticas; observaciones de Física general, Meteorología y Magnetismo terrestre, etc.

Agreguemos, para memoria suya, el gran descubrimiento que hizo del caucho y la propaganda para el empleo de la quina. A este respecto hubo quienes dijieran que él descubrió la quina y la trajo a Francia. Es un error. La quina era conocida en Europa desde un siglo antes. En la página 13 de la *Introduction historique* vemos a La Condamine entregar quina llevada de Francia a un mestizo "que nunca había oído hablar del febrífugo que crece en su patria". Pero fue La Condamine quien describió por primera vez el árbol de la quina: *Cinchona* o *cascarilla*.

Viaje de La Condamine a Lima

Debemos referir aquí el papel desempeñado por La Condamine en algunos episodios ocurridos durante la expedición al Perú y que a veces tienen algo de novelesco.

Ante todo su viaje a Lima, donde permaneció en los comienzos de 1737. La expedición había llegado a Quito escasa de dinero y la lentitud de las comunicaciones había retardado las letras de cambio que esperaba:

"Así, faltos de dinero, a tres mil leguas de la patria, nos encontrábamos en la necesidad, cada cual por su lado, de buscar un asilo, sin tener a quién dirigirnos. Yo ofrecí entonces trasladarme a Lima para allí hacer uso de las cartas de crédito... de las cuales había tenido la precaución de proveerme antes de nuestra salida de Francia".

Hoy hay que hacer un recorrido de uno a dos días de ferrocarril para ir de Guayaquil a Quito, y seis horas de avión de Guayaquil a Lima. La Condamine salió de Quito el 19 de enero de 1737 por vía terrestre, y llegó a fines de febrero. Muchas fueron las dificultades a que estuvo sujeto, pues el dinero, dice él, se había enrarecido en la capital del Perú. Durante esta ausencia el Presidente de Quito había acusado a los Académicos de estar contraviniendo las órdenes de Su Majestad Católica haciendo un comercio ilícito. La Condamine, lejos de la capital de la Presidencia, no podía justificarse fácilmente.

Regresó a Quito el 20 de junio de 1737, después de seis meses de ausencia. Aprovechó el viaje para hacer un reconocimiento de las regiones que debía recorrer la triangulación del arco. Volvía con más de 60.000 libras en dinero y letras de cambio para pagar las deudas de la expedición y poder continuarla, sin contar un crédito por más de 20.000 libras contra las cajas reales.

Las pirámides de la base de Yaruquí

El asunto de las pirámides de la base de Yaruquí pone plenamente de relieve las cualidades de iniciativa y de combatividad de La Condamine.

A fin de señalar los términos de esta base de una manera durable, una vez terminada la medida, a fines de 1736, La Condamine se ocupó en la construcción de una pirámide en cada uno de los términos

de Oyambaro y Caraburo. Esta construcción, muy difícil porque exigía el transporte o la fabricación de ladrillos y de mortero en una región desprovista de muchos recursos, duró más de un año, de 1740 a 1741.

En septiembre de 1741, los dos oficiales españoles que habían sido llamados a Lima temporalmente por el Virrey para contribuir a la defensa del país, amenazado por la flota del Almirante inglés Anson, volvieron a la región de Quito y se ofendieron por la erección de las pirámides, "efectuadas sin el parecer de Godin y sin permiso de la Audiencia". El 26 de septiembre presentaron una demanda ante la Audiencia Real, en la que se quejaban de que La Condamine hubiese hecho grabar sobre las pirámides inscripciones injuriosas para la nación española, no habiendo hecho mención de los ministros de España ni de los oficiales españoles adjuntos a la expedición, y habiendo coronado las pirámides con las flores de lis de Francia. Terminaban pidiendo que las inscripciones fueran suprimidas y se amonestara a La Condamine.

Siguióse un pleito interminable en el que La Condamine tuvo mucho que luchar, por el enmarañado procedimiento español de aquellos tiempos. El 19 de julio de 1742, la Audiencia Real de Quito dictó una sentencia que prescribía que los Académicos debían pedir autorización al Consejo Real de Indias para levantar las pirámides, que la Corona del Rey de España reemplazara las flores de lis y que los nombres de los dos oficiales españoles fueran mencionados en los dos monumentos.

La Condamine se apresuró a diferir a estas prescripciones y pidió al Consejo de Indias la autorización exigida. Imposible dudar que no le fuera concedida. Después de su regreso a Francia, en 1747, supo indirectamente lo ocurrido. El mismo año, una orden de la Corte de España había prescrito la demolición de las pirámides, orden que había sido revocada a instancias de Jorge Juan y reemplazada por la de destruir solamente las inscripciones; esta última se cumplió el 28 de octubre de 1747, pero, cosa grave, se violaron también las señales que fijaban en el interior de las pirámides las dos extremidades de la base.

El historiador del Ecuador, Pedro Fermín Ceballos, dice que "los golpes de pica en la destrucción de las inscripciones debieron hacerse sentir en todas las Academias del mundo". Más tarde las pirámides que subsistían fueron destruídas poco a poco por las intemperies y los indios de los contornos.

En noviembre de 1836, por inteligente iniciativa del Cónsul de Francia en Quito, Jean Baptiste de Mendeveille, y gracias a las órdenes dadas por el Presidente de la República, Vicente Rocafuerte, fueron reconstruídas. Poseemos una serie de documentos extraídos de los archivos del Ministerio de Negocios Extranjeros de Francia, que esperamos nos será dado publicar un día, relativos a la reconstrucción de las pirámides: discursos del Presidente Rocafuerte y del Cónsul de Francia el 25 de noviembre, día de la ceremonia de inauguración, etc., to-

dos sumamente curiosos, así como los detalles biográficos de este excelente Cónsul, apasionado por la obra de reconstrucción, y quien obtuvo para el Presidente Rocafuerte la Cruz de la Legión de Honor; pero quien nunca recibió el texto de las inscripciones conmemorativas para colocar en las nuevas pirámides, cuya redacción había pedido a la Academia de Ciencias de París.

Es claro que estas pirámides, cuyos centros no coinciden ya con los antiguos centros de los Académicos, no tienen ningún valor científico, pero hay que anotar que el Servicio Geográfico del Ejército ecuatoriano midió una nueva base en la región de Yaruquí y procedió a trabajos de sostenimiento y conservación de las pirámides de la antigua base. Estas constituyen un recuerdo histórico del más alto interés.

El asunto Seniergues

Entre los acontecimientos de que La Condamine se ocupa, con la pasión que caracterizaba todos sus actos, hay que señalar el asesinato del Cirujano de la Misión, Seniergues, en Cuenca, el 29 de agosto de 1739, cuando toda ella estaba reunida en la ciudad, descansando después de la conclusión de las operaciones geodésicas. La *lettre á Madame* ***, de La Condamine, con piezas justificativas, da muchos detalles sobre el motín popular provocado en Cuenca contra Seniergues, y una lámina muy curiosa adjunta a esta carta, representa a Seniergues perseguido por sus enemigos en el cerco de una plaza de toros, en tanto que los Académicos, que querían prestarle ayuda, eran detenidos por eclesiásticos de la ciudad.

El asunto Seniergues ha hecho correr mucha tinta y dado lugar a numerosas narraciones, alegatos en favor de Seniergues o reproches violentos contra él. La cuestión en realidad es muy sencilla. Seniergues fue asesinado por venganza en un motín contra los franceses, provocado por un rival a quien había suplantado ante una belleza del lugar, Manuela Quesada. No hay que leer únicamente el relato del drama, hecho por La Condamine, quien pudo ser indulgente con su compatriota. Seniergues no se había ocupado sino de cirugía; parece que se había entregado al comercio y que sus negocios prosperaban. Poseemos una copia de un documento muy curioso conservado en Cuenca, que quizá podamos publicar un día, o sea el inventario de los bienes del cirujano después de su muerte, entre los cuales se ve, no sin sorpresa, que figuran dos esclavos negros llamados Agustín y Cupido.

El ilustre historiador, Arzobispo González Suárez, nos parece que ha deslindado imparcialmente la parte que corresponde a la conducta y a las imprudencias de Seniergues en la explosión de odio que se produjo en Cuenca contra unos extranjeros, notoriamente poco simpáticos a un populacho ignorante, y contra un Gobierno bastante desacreditado. Hay que tener en cuenta que la sedición no se dirigió únicamente contra los Académicos, pues se hizo a los gritos de "Abajo el mal gobierno!". Sin disputa, lo odioso fue la impunidad de que gozaron

los asesinos. Los esfuerzos generosos de La Condamine para obtener su castigo se estrellaron contra la inercia de autoridades judiciales cuyo celo aparente no era sino hipocresía. Las piezas justificativas adjuntas a la *lettre á Madame* *** son comprobantes de alto valor, especialmente el certificado médico entregado por don Juan de Ydrobo, apellidado "cabeza de vaca", médico del hospital real de Cuenca, a don Diego de León y Román, regidor perpetuo de la ciudad, para permitirle escaparse. Este certificado, que nos parece hoy de la más alta bufonada, da una triste idea del estado de la medicina en Cuenca en 1740!

Los viajes de regreso

Ciertamente la historia de la Misión durante su estada en la Presidencia de Quito es fértil en episodios de toda clase, pero la de los viajes de regreso de sus diferentes miembros no le cede en nada. Cada uno siguió la vía que convenía a sus gustos o a sus intereses. De manera general, todos evitaron embarcarse sencillamente en Guayaquil para trasladarse por mar a Francia, y no teniendo que pasar por tierra sino el Istmo de Panamá: en efecto, Inglaterra estaba en guerra con Francia y España (batalla de Fontenoy, 1745), los mares estaban infestados por la flota inglesa y por los piratas; por eso cada uno procuró utilizar en lo posible la vía de tierra.

Godin, acerbado de deudas, tuvo que permanecer en Quito tres años después de haber terminado sus observaciones, en agosto de 1741; luego, para vivir, aceptar el puesto de *Primer Cosmógrafo de Su Majestad Católica* y de *Profesor de Matemáticas* en Lima, donde pasó el famoso temblor de tierra de 28 de octubre de 1746. En la capital del Perú se le unió De Jussieu, y ambos emprendieron el viaje de regreso por el Perú, Bolivia, Tucumán (Argentina) y el Paraguay. En seguida se separaron. Godin siguió por Buenos Aires y Río de Janeiro, y llegó a Francia en noviembre de 1752; allí permaneció corto tiempo y fue nombrado Director de la Academia de Guardias de la Marina en Cádiz, donde murió en 1760.

Bonguer atravesó a Colombia de sur a norte, bajó por el valle del Magdalena y se embarcó en Cartagena; llegó a París en junio de 1744.

La Condamine, quien desde hacía largo tiempo acariciaba el proyecto de regresar por la vía del Amazonas, salió de Tarqui el 11 de mayo de 1743. Se embarcó en el Marañón, en el punto donde comienza a ser navegable (4 de julio) y salvó el estrecho de *Munscriche*, estrecho donde el río se abre un paso tan sólo de 50 metros de ancho entre las rocas. El 19 de julio encontró en La Laguna a su amigo don Pedro Maldonado, venido de Quito por Canelos y el Pastaza, quien esperaba desde hacía seis semanas la cita. Ambos bajaron el Marañón hasta el Pará, a donde llegaron el 19 de septiembre de 1743. Mientras que Maldonado ganaba directamente a España por Lisboa, su compañero siguió por Cayena y Surinam y se embarcó en este

puerto para Amsterdam, en un buque de carga holandés, que estuvo a punto de ser presa de un corsario inglés; no llegó a París sino el 14 de abril de 1745.

El viaje de La Condamine fue la primera exploración realmente científica del gran río descubierta 203 años antes por Orellana y navegado en todo su curso de subida y bajada por los españoles y los portugueses. La Condamine nos dejó un mapa del curso del Marañón, que reemplaza ventajosamente el del Padre Fritz (1707), si no en la abundancia de datos, al menos desde el punto de vista de la exactitud del trazado. Las numerosas misiones españolas y portuguesas que se juntaron por esta época sobre el río en la parte baja de Loreto, facilitaron mucho su viaje, cuya parte más penosa fue el trayecto de Loja a Borja, en la desembocadura del Pongo.

Debemos consagrar aquí algunas líneas a la gran figura de don Pedro Maldonado, amigo íntimo de La Condamine y su compañero de viaje de regreso por el Amazonas.

Maldonado nació en Riobamba en 1704 y pertenecía a una familia noble, cuya descendencia existe aún en la región. Hizo excelentes estudios y demostró desde niño viva ansiedad de instruirse. En 1733 emprendió una obra que iba a ser la pasión de toda su vida: la construcción de un camino que uniera a Quito directamente con el mar, con terminal en un punto del litoral de la Provincia llamada entonces Atacames (hoy Esmeraldas). Durante la permanencia de los Académicos en la región de Riobamba, Maldonado y La Condamine se unieron con lazos de íntima amistad, ya que a éste le era eminentemente simpático el carácter del joven criollo. Sazgaz, generoso, enérgico, sereno en el peligro, dotado de cualidades necesarias para mandar a los demás, tal era el amigo de La Condamine. Después de su llegada a España, por la vía del Amazonas, obtuvo del Consejo Real de Indias completa aprobación para la construcción del camino de Quito al mar, y el Consejo lo confirmó en el cargo de Gobernador de Atacames, con la facultad de transmitir sus derechos a sus herederos.

A fines de 1746, Maldonado pasó una corta permanencia en París. En 1747 hizo la campaña de Flandes con el Duque de Huescar, Embajador de España, y acompañó en todas partes al Rey de Francia, especialmente en la batalla de Lawfeld y en el sitio de Berg-op-Zoom.

Cuando Maldonado, que había sido nombrado, el 24 de marzo de 1747, *Correspondiente* de La Condamine en la Academia de Ciencias de París, se ponía en camino para su patria, murió prematuramente en Londres en 1748. Nos dejó como obra póstuma, en colaboración con La Condamine, un mapa de la Provincia de Quito y de las regiones limítrofes, publicado en 1750. La Condamine explica en su *Introduction Historique*, págs. 141 y 142, la parte exacta que corresponde a Maldonado en esta obra.

La memoria de Maldonado es particularmente honrada en el Ecuador, y con especialidad en Rio-

bamba, donde se le ha erigido una estatua en el centro del parque que lleva su nombre, y su retrato ocupa un puesto de honor en una de las salas del Palacio Municipal.

De Jussieu se hizo apreciar en Quito por sus talentos como médico, a tal punto, que cuando se preparaba para partir, un decreto de la Audiencia Real le prohibió abandonar la ciudad, donde hacía estragos una epidemia de viruela. Recorrió toda la Colonia formando bellas colecciones de Historia Natural, luego recibió del Ministro Maurepas la orden de ir a Lima a reclamar de Godin una copia de las observaciones de éste, así como la famosa *toesa del Perú*, que había servido de modelo para todas las medidas de los Académicos y que se suponía que Godin hubiera entregado en prenda a sus acreedores.

De Jussieu hizo una parte del viaje de regreso con Godin. Hemos dicho que atravesaron el Perú, Bolivia, Tucumán (Argentina) y el Paraguay, y se separaron en seguida. De Jussieu no volvió a Francia sino en 1771, en muy mal estado de salud; había perdido completamente la memoria y sus facultades intelectuales habían disminuido tanto que sus hermanos no osaron nunca llevarlo a la Academia. Murió en París ocho años después.

Verguin, enfermo, no pudo dejar a Quito sino en 1745. Sin temer a los ingleses ni a los piratas, fue el único entre todos que se aventuró por el mar de Panamá y las Antillas y llegó a París a principios de 1745. Fue nombrado *Correspondiente* de Bonguer en la Academia el 26 de septiembre de 1746, y terminó su carrera como ingeniero de marina en Tolón.

De Morainville y Hugo permanecían todavía en Quito en 1749, ejerciendo cada uno su profesión. Por La Condamine sabemos que el primero se mató en Riobamba al caer de un andamio.

Couplet había muerto desde el principio de las operaciones. Una fiebre maligna se lo llevó en cuarenta y ocho horas en Cayambe, el 19 de septiembre de 1736.

La aventura más extraordinaria es la de la señora Godin des Odonais, Isabel Casamayor, de buena familia de Riobamba, cuyo matrimonio se había celebrado en Quito en diciembre de 1741. La carta de Godin des Odonais a La Condamine, fechada el 28 de julio de 1773 y publicada por este último, refiere sus propias aventuras y las de su mujer. Partió sin ella de Quito en marzo de 1749, siguió el mismo camino de La Condamine y llegó a Cayena en abril de 1750. El 1º de octubre de 1769 la señora Godin des Odonais, con sus dos hermanos, el hijo de uno de éstos, "pretendido médico francés", criados y treinta y un indios de escolta, se puso en camino para unirse a su marido por Canelos, contando con bajar el Pastaza y el Marañón. Abandonada de los indios y del médico, habiendo visto morir en el camino a todos sus compañeros de hambre y de cansancio, y después de inauditos sufrimientos, llegó por fin a Andoas, en la confluencia del Bobonaza con el Pastaza; luego, después de toda clase de peripecias, logró llegar a Loreto, donde se reu-

nió con su padre, el señor de Casamayor, quien había partido antes que ella; tomaron pasaje en una embarcación portuguesa, enviada a su encuentro por Godin, y seis semanas después Isabel se echaba en los brazos de su esposo en Oyapok ((22 de julio de 1770). El matrimonio Godin permaneció tres años más en Cayena y desembarcó en La Rochela el 26 de junio de 1773, treinta y ocho años después de la partida de la Misión.

Es imposible no sentir extrañeza por la falta de claridad en el relato de Godin des Odonais. Insiste en fútiles detalles y no explica por qué su mujer, tenida en el Ecuador como el modelo de las virtudes de la mujer ecuatoriana, permanece veinte años en la Presidencia de Quito, antes de intentar reunirse con su marido. Nos cuenta sin sonreír que partió de Quito en 1749 por el Amazonas para "procurar a su esposa la vía más cómoda para una mujer" y se desliza rápidamente sobre sus ocupaciones en Cayena durante veintidós años!

Los dos oficiales españoles se embarcaron en el Callao el 22 de octubre de 1744, cada uno en un buque francés distinto, a fin de que si el uno perecía en el viaje, el otro pudiera dar cuenta en España de los resultados de la Misión; ambos doblaron el Cabo de Hornos. La embarcación de Jorge Juan, a causa de algunas averías, tuvo que separarse de la otra, volvió por las Antillas y, a la salida de Santo Domingo, se unió a un convoy de cuarenta y siete buques protegidos por una escuadra francesa. Jorge Juan desembarcó en Brest el 31 de octubre de 1745.

Cuando la nave de Ulloa hacía vela hacia España navegando en conserva con otras dos, las tres tuvieron que sostener en el Atlántico un sangriento combate contra un corsario inglés. Sólo la de Ulloa pudo escapar; pero al pretender refugiarse en el puerto de Louisburg, en el Cabo Bretón (Canadá), se entregó a los ingleses que acababan de apoderarse de la plaza (13 de agosto de 1745). Ulloa fue tratado indignamente y conducido a Londres; sin embargo acertó a hacerse libertar y llegó a Madrid el 25 de julio de 1746, después de más de once años de ausencia.

Jorge Juan y Ulloa hicieron después una brillante carrera. Jorge Juan fue nombrado por la Academia Real de Ciencias *Correspondiente* de La Condamine el 26 de enero de 1746; cumplió importantes misiones y ocupó elevados empleos. Murió en 1773.

Ulloa fue nombrado por la Academia Real de Ciencias *Correspondiente* de Bouguer el 6 de septiembre de 1748. Como Jorge Juan, llenó numerosas misiones. Como Gobernador de Huancavelica, en el Perú, impulsó vivamente la industria minera en esta región. En seguida fue Gobernador de la Florida y murió en 1795. Se le erigió una estatua en el Ministerio de Comercio de Madrid.

La querrela de Bouguer y La Condamine

Si Godin fue silencioso, sus dos compañeros, en cambio, fatigaron a los sabios contemporáneos con el ruido de sus querrelas. Las desavenencias ya ha-

bían principiado en el Perú. A su regreso a Francia, Bouguer publicó en 1749 su *Figure de la Terre*, obra en la cual dejaba reinar una oscuridad voluntaria sobre las primeras observaciones de latitud hechas en 1739 y 1740, observaciones plagadas de errores, que los Académicos habían rechazado y corregido de común acuerdo. Dos años después, La Condamine, en su *Introduction historique* y su *Mesure des trois premiers degrés du méridien*, se extendió, no sin malicia, sobre este tema candente. Bouguer se sintió aludido por haberse apartado de una rigurosa probidad científica, y publicó en 1752 una *Justification de plusieurs faits qui concernent les opérations des Académiciens au Pérou pour la mesure de la terre*. La Condamine respondió con un voluminoso alegato en cuarenta y cuatro puntos, su *Supplément au Journal historique du voyage à l'Equateur et au livre de la mesure des trois premiers degrés du méridien*, en dos partes (1752 y 1754). En una palabra, esta disputa más y más enconada les sirvió para una celebridad que nunca hubieran alcanzado con sus valiosos trabajos. Todos sus biógrafos y sus comentadores, Condorcet, Delambre Biot, La Gournerie, etc., se han esforzado en decidir cuál de los dos tenía razón, y sus simpatías se han ido ya con uno, ya con otro. Nos parece muy difícil resolver la cuestión. La parte de cada uno en la obra científica común es más o menos equivalente. Si hay que lamentar que ellos no lo hayan sabido reconocer, sus discusiones han tenido un excelente efecto: el de habernos hecho conocer y conservar muchos detalles que, sin ellas, hubieran quedado ignorados.

Los resultados

No procederemos aquí a un examen técnico del valor de la obra de los Académicos. De las dos partes de esta obra: Geodesia propiamente dicha, y Astronomía geodésica, la última es la que ha sido más criticada. No obstante, es la que más nos sentimos llevados a admirar teniendo en cuenta los cuatro años de tanteos, de investigaciones, casi de angustias, que costó a los operadores.

Dividiendo la longitud del arco, obtenida por medio de la triangulación, por su amplitud (diferencia de latitud de las estaciones extremas) nuestros autores obtienen la longitud (en toesas) del grado de latitud en el ecuador. De la expedición del siglo XVIII nos quedan así los tres números fundamentales siguientes (expresados en metros):

		<i>Longitud del grado de latitud al nivel del mar</i>
Bouguer	} Arco Tarquí-Cochesqui	} 110.598 metros
La Condamine		
Oficiales españoles.	Arco Cuenca-Mira	110.640 metros

Sobre el elipsoide llamado internacional adoptado en 1924 por la Asociación Internacional de Geodesia, la longitud de un grado de latitud en el ecuador es de 110.576 metros.

Estos números dan una idea de la precisión de los resultados de los Académicos y de sus adjuntos españoles.



Reproducción del retrato de La Condamine, ejecutado por Cochin en 1759 y grabado por Choffard en 1768—De los Archivos de la Academia de Ciencias de Francia.

Ch^{re}. M^{re}. de La Condamine, Ch^{re}. de l'Ordre de St. Lazare, de l'Académie Francoise et de celles des Sciences de Paris, Lond^{re}. Berlⁱⁿ., Pétersb^{urg}., &c. Né a Paris le 27 Janv. 1701. Mort le 4 Fev. 1774.

*Son ame fut active et sa raison profonde
On respecta ses mœurs autant que ses écrits;
Ses loisirs Voat placé parmi les beaux Esprits,
Et ses travaux au rang des bienfaiteurs du Monde.*

El arco de los españoles no ha sido utilizado sino por ellos para la determinación de la forma y de las dimensiones del elipsoide terrestre. El de Bouguer y La Condamine, que habitualmente se designa con el nombre de *Arco del Perú*, ha tenido altos destinos y cumplido una larga carrera.

Desde 1740, cuando las operaciones en el Perú no estaban todavía terminadas, los resultados de la medida de Laponia, comparados con los de la nueva medida de la meridiana de París, ejecutada de 1739 a 1740 por Cassini de Thury y La Caille, habían consagrado la victoria de la teoría de Newton. Los números traídos del Perú no hicieron sino confirmarla.

Cuando la Comisión General de Pesas y Medidas, creada por decreto de la Constituyente (marzo de 1791), determinó en 1799 la relación de la antigua toesa con la nueva unidad de longitud, el metro, que debía ser, según los términos de su definición, la diezmillonésima parte del cuadrante del elipsoide terrestre, escogió, para determinar este elipsoide, dos arcos: la meridiana de Delambre, medida entre Dunkerque y Monjouy, cerca de Barcelona, de 1792 a 1798, y el arco del Perú Tarqui-Cochesqui, para lo cual adoptó los cálculos de Bouguer sin discusión. Por la misma época, Delambre corrigió los resultados de la Comisión, sustituyendo en el arco del Perú los datos de Bouguer solo, por los que él mismo obtuvo después de discutir todos los números de Bouguer y La Condamine. El elipsoide de Delambre fue el adoptado como superficie de proyección para el mapa de Francia, llamado el mapa del Estado Mayor. El arco del Perú se encuentra, pues, en la base de nuestro sistema métrico como en la base de la carta geográfica de nuestro territorio.

Este arco siguió desempeñando un papel importante durante el último siglo en las determinaciones de los elementos del elipsoide terrestre. La mayor parte de los geodestas lo han hecho intervenir en los cálculos de compensación que tienen esta determinación por objeto, de modo que los cuatro elipsoides más empleados hoy, el de Everest (1830), en uso en el "Great Trigonometrical Survey of India", el de Bessel (1841), universalmente adoptado en Alemania, el de Clarke (1866), que emplea el "Coast and Geodetic Survey" de los Estados Unidos, y el de Clarke (1880), adoptado por el Servicio Geográfico del Ejército francés, fueron calculados por el arco del Perú, cuya amplitud, por tener ya dos siglos, está probablemente afectada de algún error sensible, pero que, por lo demás, era el único arco de meridiano en las regiones ecuatoriales, hasta estos últimos años.

La Misión del Servicio Geográfico del Ejército (1899—1906)

A causa del progreso de la ciencia moderna, de las transformaciones profundas producidas desde el siglo XVIII en los instrumentos y en los métodos de la Geodesia, propiamente dicha, y de la Astronomía geodésica, la obra de las Misiones de Laponia y el Perú, admirable en su tiempo, en nuestros días

se halla caduca y proscrita. A fines del siglo XIX los geodestas más eminentes insistieron con frecuencia sobre la necesidad de proseguir y aun de extender, con toda la precisión de las medidas actuales, las operaciones de aquel tiempo, deseo que fue particularmente expresado en la Conferencia General de la Asociación Geodésica Internacional, celebrada en Stuttgart, en 1898.

Una misión ruso-sueca ejecutó, de 1899 a 1902, una nueva medida de arco todavía más cerca del polo que la Laponia, en Spitsberg. El arco medido tiene 4° 10' de amplitud, mientras que el de Laponia no abarca sino 58'.

Francia, a quien las otras naciones habían reconocido por una operación en el ecuador, el derecho de prioridad, por razón de los gloriosos recuerdos de los Académicos franceses del siglo XVIII, asumió la empresa de una expedición a la Cordillera de los Andes en las regiones mismas donde éstos habían actuado. El Servicio Geográfico del Ejército fue el encargado bajo el alto control científico de la Academia de Ciencias. La expedición duró desde mayo de 1899 hasta julio de 1906, tiempo que se empleó así: seis meses (de mayo a diciembre de 1899) para un reconocimiento previo del país, diez y seis meses (de enero de 1900 a abril de 1901) para la preparación de la expedición, y más de cinco años (de abril de 1901 a julio de 1906) para los trabajos definitivos sobre el terreno. Esta expedición tuvo que sufrir inmensas dificultades y fue fértil en peregrinas de toda clase, análogas a las de La Condamine y sus compañeros. El más extenso de los dos arcos de los Académicos no tenían sino 3° 27'. El nuevo arco medido tiene 5° 54' y recorre toda la República del Ecuador de norte a sur y penetra por el norte del Perú hasta el pequeño puerto de Paíta. Los dos Gobiernos de estas Repúblicas prestaron a la Misión el apoyo más ilustrado y eficaz. Once oficiales, un astrónomo francés (M. Gonnessiat), Director del Observatorio de Quito de 1901 a 1906), y 20 suboficiales u hombres de tropa franceses tomaron parte en los trabajos, algunos durante toda la expedición, otros por algún tiempo solamente. Tres de ellos murieron allí en el campo de honor de la Ciencia. Tenemos la honra de haber participado durante toda su duración en los trabajos definitivos sobre el terreno y de haber sido encargados de la publicación de esta bella obra, que circula actualmente. El 10 de agosto de 1913, día de la fiesta nacional del Ecuador, fue inaugurado, a la entrada del Parque de la Alameda, en la avenida que conduce al Observatorio Astronómico de Quito, un hermoso monumento conmemorativo de las dos Misiones del Ecuador, la de los siglos XVIII y XX, debido a la iniciativa de un Comité franco-ecuatoriano presidido por nuestro amigo, el doctor Pierre Reinburg, en misión entonces en el Ecuador y recientemente fallecido.

El segundo Centenario de la Misión de los Académicos

Pero no es eso todo. El Gobierno ecuatoriano, M.

OBSERVATIONIBVS

LVDOVICI GODIN — PETRI BOVGVER — CAROLI-MARLE DE LA CONDAMINE
E REGIA PARIISIENSI SCIENTIARVM ACADEMIA INVENTA SVNT QVITI

LATITVDO HVJVSCE TEMPLI AVSTRALIS GRAD 0 MIN 13 SEC 18
LONGITVDO OCCIDENTALIS AB OBSERVATORIO REGIO GRAD 81 MIN 22
DECLINATIO ACVS MAGNETICÆ A BOREA AD ORIENTEM
EXEVNTE ANNO 1736 GRAD 8 MIN 45 ANNO 1742 GRAD 8 MIN 20
INCLINATIO EJVSDEM INFRA HORIZONTEM PARTE BOREALI
CONCHLE ANNO 1739 GRAD 12 QVITI 1741 GRAD 15

ALTITVDINES SVpra LIBELLAM MARIS GEOMETRICE COLLECTÆ
IN HEXAPEDIS PARIISIENSIBVS
SPECTABILIORVM NIVE PERENNI HVJVS PROVINCE MONTIVM
QVORVM PLERIQVE FLAMMAS EVOMVERVNT
COTA-CACHE 2567 CAYAMBVR 3038 ANTI-SANA 3016 COTO-PAXI 2852 TONGVRAGVA 3023
SANGAY ETIAMNVNC ARDENTIS 2778 CHIMBORAZO 3229 ILINISA 2717

SOLI QVITENSIS IN FORO MAJORI 1462 CRVCIS IN PROXIMO
PICHINCHA MONTIS VERTICE CONSPICVÆ 2042

ACVTIORIS AC LAPIDEI CACVMINIS NIVE PLERVMQVE OPERTI 2432
VT ET NIVES INFIMÆ PERMANENTIS IN MONTIBVS NIVOSIS-

MEDIA ELEVATIO MERCVRII IN BAROMETRO SVSPENSI - IN ZONA
TORRIDA EAQVE PARVM VARIABILIS

IN ORA MARITIMA POLLICVM 28 LINIARVM 6 QVITI POLL 20 LIN 0 1/2
IN PICHINCHA AD CRVCEM POLL 17 LIN 7 AD NIVEM POLL 16 LIN 0

SPIRITVS VINI QVI IN THERMOMETRO REAVMVRIANO A PARTIBVS 1000
INCIPIENTE GELV AD 1000 PARTES IN AQVA PERVENTE INTVMESCIT

DILATATIO - QVITI - A PARTIBVS 1008 AD PARTES 1018
IUXTA MARE A 1017 AD 1029 IN FASTIGIO PICHINCHA A 985 AD 1012

SONI VELOCITAS VNIVS MINVTI SECVNDI INTERVALLO HEXAPEDARVM 175

PENDVLI SIMPLICIS ÆQVINOCTIALIS VNIVS MINVTI SECVNDI
TEMPORIS MEDII IN ALTITVDINE SOLI QVITENSIS ARCHETYPVS

(*)

(MENSVRÆ NATVRALIS EXEMPLAR VTINAM ET VNIVERSALIS)

ÆQUALIS 1079/10000 HEXAPEDÆ SEV PEDIBVS 3 POLLICIBVS 6 LINEIS 6 80/100
MAJOR IN PROXIMO MARIS LITTORE 90/100 LIN MINOR IN APICE PICHINCHA 90/100 LIN

REFRACTIO ASTRONOMICA HORIZONTALIS SVB ÆQVATORE
MEDIA IUXTA MARE 27 MIN AD NIVEM IN CHIMBORAZO 19' 51" EX QVA
ET ALIIS OBSERVATIS QVITI 22' 30"

LIMBORVM INFERIORVM SOLIS IN TROPICIS DEC 1736 ET JVNII 1737
DISTANTIA INSTRUMENTO DODECAEDALI MENSVRATA GRAD 47 MIN 28 SEC 20

EX QVA POSITIS DIAMETRIS SOLIS MIN 32 SEC 37 ET 31' 33"
REFRACTIONE IN 66 GRAD ALTITVDINIS 0' 15" PARALLAXI VERO 4' 40"
ERVITVR OBLIQVITAS ECLIPTICÆ CIRCA ÆQVINOCTIVM MARTII 1737 GRAD 23 MIN 28 SEC 28
STELLÆ TRIVM IN BALTHEO ORIONIS MEDLE (BAYERO)
DECLINATIO AVSTRALIS JVLIO 1737 GRAD 1 MIN 28 SEC 40

EX ARCV GRADVVM PLVSQVAM TRIVM REIPSA DIMENSO GRADVVS
MERIDIANI SEV LATITVDINIS PRIMVS AD LIBELLAM MARIS REDACTVS HEXAP 5063

QVORVM MEMORIAM

AD PHYSICES ASTRONOMIÆ GEOGRAPHIÆ NAVTICÆ INCREMENTA

HOC MARMORE PARIETI TEMPLI COLLEGII MAXIMI QVITENSIS
SOC JESV AFFIXO HVJVS ET POSTERI ÆVI VTILITATI V. D. C.

IPSISSIMI OBSERVATORES ANNO CHRISTI MDCCXLI

Inscripción conmemorativa de los trabajos de la Misión al Ecuador, colocada por La Condamine sobre el paramento exterior de un muro del Colegio de los Jesuitas de Quito, y posteriormente trasladada al Observatorio Astronómico de esa ciudad. La regla de bronce que está incrustada en la placa, en el lugar indicado, representa la longitud del péndulo que bate el segundo en Quito, y que La Condamine, precursor de los inventores del sistema métrico, proponía como unidad universal de medida de las longitudes.

(*) Aquí va incrustada la regla de bronce que se acaba de describir.

Terver, Ministro de Francia en Quito, y el Comité Franco-Americano de Quito, presididos por el doctor Navarro, decidieron asociar sus esfuerzos para celebrar dignamente en 1936, el 200º aniversario de la llegada de la expedición del siglo XVIII al Ecuador.

En efecto, este bicentenario dio lugar, en mayo y junio últimos, a ceremonias conmemorativas de un esplendor muy particular en todas las principales ciudades del Ecuador: Quito, Guayaquil, Cuenca, Riobamba, Ibarra, etc. El 29 de mayo, aniversario del día en que el primero de los Académicos, Godin, llegó a Quito, fue declarado día de fiesta nacional en todo el territorio de la República.

En otra ocasión daremos detalles de este bicentenario; contentémonos con anotar que dio lugar a gran número de discursos muy documentados y a eruditos estudios sobre la Misión del siglo XVIII.

Cierto número de placas conmemorativas fueron colocadas, especialmente en Quito, en una casa en que los Académicos hicieron observaciones astronómicas; en Cuenca, en la casa que ocuparon en 1739 y donde murió Seniergues, y en la catedral, donde una torre, hoy demolida, era el punto de partida de la meridiana de Godin y Jorge Juan.

Al rededor del monumento levantado en 1913 en el parque de la Alameda, en Quito, a la memoria de las dos Misiones geodésicas francesas del Ecuador, fueron erigidos, formando como una guardia de honor, los bustos de Godin, Bouguer, La Condamine, Jorge Juan, Ulloa y Maldonado.

Tuvimos el honor de representar al Gobierno francés, a la Academia de Ciencias, a la Sociedad de Geografía y al Comité Franco-Americano de París, en las ceremonias del bicentenario, y emocionados volvimos a ver esas regiones transformadas por el automóvil y el avión, donde hacía treinta años habíamos circulado únicamente a caballo y por pistas detestables, y divisar las cumbres inhospitalarias donde permanecimos mucho tiempo.

Enumeraremos rápidamente los vestigios que todavía existen de la Misión de los Académicos y constataremos que todos se deben a las iniciativas de La Condamine.

Es entendido que las señales fueron destruidas después de su paso. Lo mismo, la inscripción colocada por La Condamine en el litoral del Pacífico, en Palmar, para señalar el punto por el cual pasa el Ecuador, desapareció hace mucho tiempo; el historiador Ceballos ya no encontró ningún vestigio de ella. Pero las pirámides de la base de Yaruquí, cuya historia hemos contado y que causaron a La Condamine tantas tribulaciones se yerguen todavía a unos treinta kilómetros al noroeste de Quito. Así mismo, sobre la colina de Pugin, al sur de Cuenca, una pequeña columna continúa dominando la mesa de Tarqui; ella llevaba una placa de mármol con una inscripción atribuida a La Condamine, que el sabio colombiano Caldas había quitado para depositarla en

el Observatorio Astronómico de Bogotá en 1804 y que fue restituida al Ecuador en 1885 (1).

En fin, el vestigio más auténtico y más conmovedor de la Misión de los Académicos es la placa de mármol con inscripción conmemorativa de sus trabajos, en latín, que La Condamine había hecho colocar en la cara exterior del muro del Colegio de los Jesuitas de Quito y que está incrustada actualmente en el muro de una sala del Observatorio Astronómico de esa ciudad. La regla de bronce embutida en el mármol reproduce la longitud del péndulo que bate el segundo en Quito, longitud que La Condamine, verdadero precursor de los creadores del sistema métrico, proponía en la inscripción como medida de longitud universal: "*Mensura naturalis exemplar, atinam et universalis*".

De todos estos hombres tan fuertemente templados, que hicieron parte de la expedición del siglo XVIII, La Condamine es el que dejó en el país el recuerdo más vivo, mientras que Godin y Bouguer son más bien poco conocidos. Esto se debe al importante papel que desempeñó en numerosas circunstancias susceptibles de impresionar la imaginación popular, tal como el asunto de las pirámides y el proceso de los asesinos de Seniergues, etc. Sucede con frecuencia que la expedición del siglo XVIII se designa en el Ecuador con el nombre de "Misión La Condamine".

En una Misión como la de los Académicos, ciertamente la alta competencia científica, la habilidad técnica y la conciencia profesional son cualidades indispensables que todos los miembros de la Misión poseían, pero no podían ser suficientes para asegurar el éxito. Era necesario encontrarse en estado de soportar grandes fatigas en tierras sin recursos, había que saber conducir a los hombres, obtener la obediencia de los criados civilizados a medias, que se necesitaba emplear. La Condamine poseía estas cualidades en el más alto grado y es permitido preguntarse si, en el caso en que sus compañeros hubieran estado solos, la expedición hubiera sido coronada por el éxito. El fue ciertamente quien más contribuyó en la antigua Presidencia de Quito, hoy República del Ecuador, a hacer conocer y amar a Francia.

"*Etiam perire ruinae*", escribía La Condamine encabezando su *Histoire des pyramides de Quito*, pero el recuerdo de la expedición francesa ha permanecido vivo en el país. Es un homenaje que inconscientemente rinden a nuestros predecesores los indios de la Cordillera cuando llaman todavía "Frances Urcu" o "Frances Loma" (la montaña de los franceses) a las temidas cumbres donde aquéllos se estacionaron hace 200 años.

No tenemos que referir aquí lo que fue el fin de la vida de La Condamine después de su regreso del Perú, sus nuevos viajes a Italia y a Inglaterra, su

(1) En el número próximo de esta Revista se insertará la descripción que del Observatorio de Bogotá hizo Caldas, en donde este sabio colombiano explica por qué razones llevó a Colombia esa placa de Cuenca.

matrimonio, su elección en la Academia Francesa, etc.; todos estos detalles se encontrarán en la Nota de M. Henri de La Condamine.

Hoy nos queda de nuestro héroe el bello retrato de Cochín, y el busto de terracota que se encuentra en el vestíbulo de la sala de sesiones de la Academia de Ciencias, obra de Jean-Baptiste Huet, eje-

cutada en 1770 y expuesta en el Salón en 1771. Al ver esta figura centelleante de inteligencia, se comprende bien lo animador que era La Condamine. Podemos decir, sin exageración, que fue el principal y el mejor obrero de una expedición que, en su tiempo, d'Alembert había ya calificado como "la empresa más grande que las ciencias nunca hayan intentado".

NOTA EXPLICATIVA

El ilustre autor del estudio histórico que antecede, miembro correspondiente de esta Academia, fue recibido el 26 de junio de 1936 por la Sociedad Geográfica de Colombia, después de haber representado a su país en las fiestas centenarias con que se conmemoró en la República hermana del Sur, la llegada a tierras de América de la Misión de los académicos franceses encargada de la medida del grado terrestre ecuatorial, en 1736.

Con este motivo, el Boletín de la Sociedad Geográfica publicó en sus notas editoriales el siguiente artículo, que reproducimos aquí porque complementa muy bien la interesantísima exposición del señor General Perrier, de la Academia de Ciencias de París y Académico correspondiente de nuestro Instituto.

Dice así el artículo en referencia:

"A principios del año en curso la República hermana del Sur celebró con fiestas sencillas y de severidad acorde con las circunstancias de tal celebración, el segundo centenario del envío de la primera Comisión Geodésica encargada de medir un arco de meridiano en la región ecuatorial, para la mejor determinación de la forma de la tierra. Naturalmente, Colombia hubo de asociarse en espíritu a la obra cultural así realizada, y por esa razón invitó luego al representante de la nación francesa, que había ido a Quito —en nombre de ese país iniciador de los primeros y más importantes trabajos científicos y geográficos realizados en el Nuevo Continente— a que visitara a Bogotá y se relacionara con centros culturales como nuestra Sociedad de Geografía.

Por tal motivo se tuvo ocasión de recibir solemnemente en el seno de esta Sociedad, con el carácter de miembro honorario, al señor General Georges Perrier, Secretario de la Asociación Geodésica Internacional y Presidente de la Comisión Internacional de las Longitudes. Y es a esta recepción y a las piezas oratorias pronunciadas en tal circunstancia, que nos referiremos en la presente nota editorial.

Para ello conviene hacer un ligero resumen de carácter histórico y que se encamina a examinar cómo las glorias científicas de Francia y España quedaron íntimamente unidas en la célebre expedición de 1735, y cómo los hombres de ciencia suramericanos no fueron del todo ajenos a la obra que ahora se recuerda y que se aprestia con un carácter unilateral, que es preciso definir, de una vez por todas, en Sur América (1).

Entrando en materia, recordaremos brevemente que a fines del siglo XVII Newton y Huyghens, cada uno por su parte, habían sacado de las observa-

ciones de Richer (2), que la tierra era un esferoide aplastado en los polos. Por supuesto que uno y otro admitían que la tierra era homogénea y no se fundaban exactamente en los mismos principios. Además, las medidas de grados meridianos practicadas en Francia, al comienzo de tales estudios, parecieron conducir a un alargamiento, resultando de esto la enorme oposición que dividió a los sabios sobre estos puntos y que fue causa de las grandes operaciones geodésicas efectuadas posteriormente.

Se suponía entonces, por una y otra parte, que la tierra era un elipsoide de revolución y del cual era necesario determinar los dos semi-ejes, o uno de los dos, y el aplastamiento (relación entre estos semi-ejes).

En esta nueva concepción las medidas de los arcos de meridiano conservaban su importancia, pero debían ser interpretadas de manera distinta de como se hacía con la esfera.

Desde luego, se ve que en la esfera todas las normales, o sea lo que nosotros llamamos *verticales*, son radios de ella y convergen al centro; en el elipsoide las normales no tienen punto común de convergencia, o sea, que el radio de curvatura de la elipse crece a medida que nos desalojamos partiendo de una extremidad del eje mayor hacia la otra extremidad del eje menor. Así resulta que los arcos de un grado, o *grados*, como se dice para abreviar, crecen también cuando se va del eje mayor al menor, puesto que el radio crece en el mismo sentido.

Esta digresión de carácter informativo y que se nos habrá de excusar, porque en este Boletín no nos dirigimos solamente a los expertos, vale para demostrar breve y simplemente, cómo las medidas geo-

(1) Esto es lo que el autor del anterior artículo, señor General Perrier, se propuso al referirse en términos elucubrados y justos al científico ecuatoriano Pedro Maldonado. N. de la D.

(2) Richer observó en Cayena que el péndulo que batía allí el segundo no tenía la misma longitud que el que marcaba el mismo espacio de tiempo en París. De esto dedujo que la intensidad de la gravedad no era la misma en los polos que en el ecuador.

désicas podían servir para dilucidar la cuestión pendiente en tiempo de los Cassini respecto al aplastamiento o alargamiento en los polos de la tierra.

Desde luego, se veía entonces que si los grados crecen a medida que uno se aleja del ecuador terrestre, la tierra está aplastada en los polos, y si, por el contrario, los grados meridianos disminuyen, como se creyó por algunos en un principio, la tierra es un elipsoide alargado en los polos.

Por causa de una discusión científica tan interesante y que no sólo tenía importancia teórica sino práctica —por lo que respecta a las medidas geodésicas que iban a servir también a la cartografía y a las ciencias geográficas— el arco de Picard comenzado en 1683, y cuya medida se interrumpió con la muerte de Colbert, hasta el año de 1700, se continuó por Cassini I, en 1701, terminando en los Pirineos.

Cassini I encontró que la longitud de los grados al sur de París era un poco superior a la longitud hallada por Picard; así, no afirmó nada en limpio sobre la forma de la tierra, aun cuando parecía inclinarse al aplastamiento en los polos. Más tarde, cuando el meridiano se prolongó hasta Dunkerque, Cassini II publicó los resultados de la medida, en 1720, en el tratado *De la grandeur et de la figure de la terre* y se pronunció francamente por la disminución de los grados cuando se va hacia el polo, es decir, por un alargamiento en los polos. Así, la oposición entre este hecho y las conclusiones de Newton sacadas de la teoría de la gravitación, era completa; y como esta teoría fundamental se había combatido por otras razones, la lucha por una y otra parte fue tenaz y tuvo importantísimas resonancias en el campo científico.

En 1726 Désaguliers objetó a los resultados de Cassini que las latitudes del arco francés no se habían determinado con la suficiente precisión, como para verificar las deducciones de este último, y sugirió la idea de resolver la cuestión midiendo grados de longitud, es decir, arcos de paralelos.

La discusión, aquietada por algún tiempo, volvió a encontrarse violentamente en 1733, cuando, con ocasión de una carta de Poleni, cierta revista holandesa atacó el tratado *De la magnitud y de la figura de la tierra*, y demostró que hubo gran cantidad de discordancias en las medidas efectuadas hasta entonces, agregando que algunos segundos de error en las latitudes de Dunkerque y de Collioure invertían las conclusiones hechas. Cassini II replicó a estos ataques en las *Memorias de la Academia*, e insistió en la necesidad de distinguir entre las observaciones de los puntos extremos verificadas con un gran sector, y las hechas en los puntos intermedios de la triangulación con instrumentos mucho más pequeños.

Posteriormente y de acuerdo con las ideas de Désaguliers, se emprendió por la Academia y con la protección de Maurepas, la medida de un arco de paralelo (el paralelo de París), que se prolongó hasta Brest en 1733, por Cassini II, su hijo y J. D. Maraldi, obteniéndose por resultado un alargamiento

de la tierra hacia los polos. Este mismo resultado se obtuvo cuando la medida de este paralelo de París se llevó hasta Strasburgo y, aún más, cuando en 1735 se midió el paralelo de Orleans.

Pero, naturalmente, estas medidas adolecieron del inconveniente de la apreciación incorrecta del tiempo, imposible de vencer en esa época: nos referimos a la diferencia de longitudes de los dos lugares extremos del arco de paralelo, que sólo podían obtenerse por métodos astronómicos muy inciertos, ya que aún no se había inventado el telégrafo eléctrico y los cronómetros no tenían la precisión de los relojes actuales.

Así, esas medidas de los paralelos no convencieron a los partidarios de Newton, respecto de la teoría del alargamiento, sostenida por Cassini, ya que la experiencia de Richer y el descubrimiento del aplastamiento de Júpiter en los polos confirmaban los resultados teóricos de la Mecánica. Así, pues, podía decir en ese momento Bouguer: "La Geometría y la Física parecen encontrarse en contradicción, sin que se vea claramente el medio de conciliarlas. Sobre este punto la Academia misma se encuentra indecisa, no pudiendo tales dudas disiparse completamente sino por medio de viajes emprendidos hacia el polo y hacia el ecuador. Mientras no se comparen sino sólo grados de latitud medidos en un espacio de poca extensión, su desigualdad, que es muy pequeña, no se manifiesta clara a través de los errores a que las operaciones de medida están sujetas. No ocurrirá así lo mismo, naturalmente, cuando se comparen grados medidos en regiones muy alejadas unas de otras, como las próximas al círculo polar y al ecuador".

Hacemos esta breve relación histórica, por demás bien conocida por cuantos se hayan preocupado de la historia astronómica y de los avances de la Geodesia desde el siglo XVII para acá, porque creemos conveniente, al registrar el suceso científico que se ha conmemorado recientemente en la República hermana del Sur, explicar la importancia que tuvo la expedición franco-hispana que por primera vez midió un arco de meridiano en las regiones equinociales, y en América meridional sirvió de puente, por decirlo así, entre la ya vasta labor científica europea de la época y los esfuerzos que intentaban entonces los monarcas españoles y portugueses en sus colonias respectivas, para introducir entre la juventud criolla americana los fundamentos de una verdadera cultura.

Esos generosos esfuerzos —de que tuvimos muestras en el Virreinato de Nueva Granada, cuando el Arzobispo-Virrey Caballero y Góngora escribía sus célebres apreciaciones respecto de la enseñanza en estas tierras de las ciencias físicas, naturales y matemáticas, de preferencia a las luteranas literarias de carácter filosófico y teológico, tan en boga en las aulas de entonces— se hicieron manifiestos en forma máxima cuando a las sugerencias del Gobierno francés correspondió la corte de Madrid enviando a don Jorge Juan y a don Antonio de

Ulloa para acompañar a los miembros franceses de la célebre Expedición.

Esta Expedición, encaminada al norte del entonces Virreinato del Perú, se decidió en París, como ya dijimos, a instancias de Bouguer y con la aprobación de Godin, La Condamine y otros sabios que apoyaron también la decisión de la Academia de enviar simultáneamente otra Misión al círculo polar ártico, a la Laponia. Esta Misión se compuso de los científicos franceses Maupertius, Camus, Clairaut, Le Monnier y Outhier, a los cuales se agregó posteriormente el físico sueco Celsius.

Habiendo partido los miembros de la Comisión destinada al Perú: La Condamine, Bouguer, Godin, Jorge Juan y Ulloa, en 1735, gastaron ellos cerca de un año en llegar a su destino; de suerte que no emprendieron trabajos sino a principios de 1736. En estos trabajos de medidas de alta precisión y notables para la época, emplearon diez años, realizando así, al decir de d'Alambert, *la empresa más grande que las ciencias hubiesen intentado hasta entonces*. De manera que los resultados obtenidos en el ecuador se hicieron conocer bastante tiempo después de los obtenidos con las medidas de la Laponia, con la circunstancia desgraciada de que entre los miembros franceses de la Misión al Ecuador y la Comisión española no siempre reinó la concordia, y que sólo a los esfuerzos conciliadores e inteligentes de los respectivos Gobiernos se debió el éxito final y que fue ampliamente conocido por las publicaciones de carácter internacional, al respecto, que posteriormente hicieron en Madrid don Jorge Juan y don Antonio de Ulloa (1).

Durante la celeberrima Expedición, que años después calificara Caldas en términos tan elogiosos, fue que, por primera vez, se verificó la llamada *atracción de las montañas*, atracción que se había sospechado inmediatamente después del establecimiento del principio de la gravitación por Newton, y que fue causa de grandes dificultades en las medidas geodésicas de que se ha hablado.

Esta atracción —que muchos años después calculara en Bogotá, para la desviación de la plomada en Facativá, con un grado de precisión verdaderamente extraordinario, nuestro astrónomo nacional: Garavito— fue prevista por el mismo Newton, quien demostró de modo aproximado que una montaña hemisférica de tres millas de altura y seis de anchura, produciría sobre una plomada colocada al pie de ella una desviación de la vertical de 1' 18". El efecto de esta atracción es, evidentemente, el de separar los puntos del zenit de los lugares colocados de un lado y otro de la montaña, o sea, el de aumentar la diferencia de sus latitudes, si el uno está al

(1) La obra de don Jorge Juan tuvo por título: "Observaciones Astronómicas y Físicas hechas de orden de S. M. en los Reynos del Perú, de las quales se deduce la figura y magnitud de la tierra, y se aplica a la navegación". La de don Antonio de Ulloa se tituló: "Relación histórica del viaje a la América meridional, hecho de orden de S. M. para medir algunos grados del meridiano terrestre y venir por ellos en conocimiento de la verdadera figura y magnitud de la tierra". Ambos libros se imprimieron en Madrid, en 1747 y 1748, respectivamente.

norte y el otro al sur, o la distancia de sus meridianos aparentes, si el uno está al este y el otro al oeste.

Este descubrimiento importantísimo que, en cierto modo y objetivamente, vino a corroborar los puntos de vista de Newton, y sirvió después a los modernos geodestas para emplear acertadamente los aparatos de altísima precisión (balanza de torsión), se debió a los sabios miembros de la Comisión geodésica del Perú, cuya iniciación de trabajos, en su segundo Centenario, celebramos en los primeros meses del año en curso (1936). Todo esto se narra y se explica científicamente en los libros de don Jorge Juan y don Antonio de Ulloa.

Y es al mérito inmenso de estos libros que queremos referirnos de modo especial, pues brillan por su ausencia los elogios justos que ellos merecieran, en los torneos de cultura y buen gusto con que en Quito, ciudad directamente interesada en este punto, se festejó al señor General Perrier, a tiempo que se recordaban los méritos indiscutibles, de valor universal, con que la ciencia francesa se ha hecho acreedora a uno de los primeros puestos entre las grandes naciones contemporáneas.

Ya en otra circunstancia y con motivo de la colocación de una placa conmemorativa en honor de Humboldt y Bonpland, en los muros del Observatorio Astronómico de Bogotá, hicimos notar que por causa del brillo extraordinario de los hombres de ciencia que nos han visitado, hemos solido olvidar, en veces, o dejar en modesta penumbra, los nombres de sabios y heroicos exponentes de nuestra raza, nuestro idioma o nuestro terruño, que los han acompañado o han colaborado con ellos en sus empresas.

Tal sucede ahora con el nombre excelso de don Jorge Juan, que ha debido pronunciarse por nosotros poniéndolo a la par con el de La Condamine, con el de Bouguer o con el de Godin, cada vez que, durante las fiestas conmemorativas de este segundo Centenario, exaltamos, y con sobrada razón, la gloria extraordinaria de la ciencia francesa (2).

Ciertamente, esta ciencia, en el punto concreto que aquí ilustramos, ya se apresuró a glorificarse a sí misma, cuando nombres como el de don Jorge Juan apenas trataban de salir de la oscuridad, pues todos sabemos que el gran Maupertius, a su regreso a París, en 1737, de la también célebre expedición a la Laponia, triunfó ruidosamente haciéndose retratar forrado en pieles y aplastando la tierra por los polos, lo que le valió el sobrenombre de "grand aplatisseur" con que lo bautizó ingeniosamente Voltaire (3).

Pero dejemos a un lado consideraciones de este orden y concretémonos, al hablar de la reciente visita hecha a América meridional por el Presidente de la Comisión Internacional de las Longitudes y Secretario General de la Unión Geodésica Internacional,

(2) En las páginas de "Notas" finales de esta entrega de la Revista de la Academia, reproducimos el justo elogio de don Jorge Juan, que publicó en Madrid, en 1736, el matemático español don Benito Bails.—N. de la D.

(3) "L'Astronomie—Evolution des idées et des méthodes", par G. Bigourdan.

ESPECIES EXTINGUIDAS

HALLAZGOS FOSILES EN LA SABANA DE BOGOTA

LUIS CUERVO MARQUEZ

Ex-Rector de la Facultad de Medicina y Ciencias Naturales
y Miembro de la Academia Nacional de Medicina.

En las colinas que demoran al sur de la Sabana de Bogotá, con una altura hasta de 250 metros sobre la planicie —que está a 2.640 metros sobre el mar— y la limitan hacia ese lado, se han encontrado importantes yacimientos de restos fósiles, verdaderos osarios por su número y, en parte, por su variedad; siendo de anotarse que no es en un solo sitio, sino en diferentes lugares de esa región, en donde están los depósitos fosilíferos.

Dichas colinas tienen dos elementos de formación: el uno del Terciario, que forma las rocas que emergen en diferentes lugares y que son contrafuertes que lanza la Cordillera de los Andes sobre el piso nuevo de la Sabana y que sobresalen en ella, formando a manera de islotes o de ensenadas, que debieron serlo cuando un lago ocupaba su lugar; el otro elemento es netamente lacustre y es el resultado de un levantamiento de origen cuaternario, del piso de la Sabana.

La colina está fuertemente ondulada y presenta, por consiguiente, numerosas depresiones en donde el agua de lluvia forma pequeños estanques que la conservan durante las épocas de sequía, por ser impermeable el piso de arcilla o de piedra que les sirve de base. En algunos declives hay numerosos cantos rodados, resultado de la disgregación de las rocas más elevadas o de la erosión de las aguas. Estas abren pequeños surcos que, a medida que se desciende, se convierten en profundos callejones, cuyas paredes dan el mismo aspecto caprichoso y fantástico que los de Tunjuelo, pero mucho más pronunciado. La erosión en ese terreno de arena y arcilla y de fuerte inclinación, es muy poderosa y de acción continua, hasta que las aguas encuentran su nivel. (Figuras 1ª y 2ª).

El suelo de la parte de origen lacustre es muy particular: primero hay una delgada capa vegetal, que falta en los montículos, formados únicamente por arena, arcilla o carbonato de cal, que alimenta una vegetación raquílica y desmedrada; bajo de ella hay una capa de veinte a cuarenta centímetros de arcilla y arena, muy dura cuando está seca; bajo de ésta hay una capa de diez a veinte centímetros de espesor de una substancia de color negruzco o grisoso, que se disgrega fácilmente, que llaman *neme*; bajo de esta capa se encuentra otra de arena o de arcilla y arena, color negruzco, y debajo de ella capas de arcilla, de cascajo o de arena.

Esta formación, que acabo de indicar, es, precisa-

mente, la del suelo de la Sabana desde el río Fucha, al sur de Bogotá, hasta Sibaté, donde termina la planicie al pie de la Cordillera y de las colinas de que se viene haciendo mención. La capa de *neme* es el detalle característico de esa porción de la Sabana (1).

En las fotografías 3 y 4 se ven claramente la capa vegetal; la de arcilla y arena; la de *neme*, que forma una línea negra horizontal; y la capa de tierra negruzca subyacente, en la cual se encontraron los fósiles. En la fotografía la capa de *neme* parece quebrada, porque es la entrada a un ramal del callejón principal.

En las fotografías 3, 4 y 5, que tomé buscando la reproducción más exacta, se ve la pared de la excavación hecha y, bajo de ella, el pequeño socavón que sigue el lecho de los yacimientos óseos.

Surge aquí un problema difícil de resolver satisfactoriamente:

Los depósitos de fósiles se encuentran debajo de la capa de *neme* y en la capa subyacente, ambas de origen lacustre. Ese piso es el de la Sabana y se formó cuando desapareció el lago que antes llenaba la depresión, desalojado por los sedimentos que llevaban los ríos que a ella afluían. ¿Cómo pudieron los fósiles quedar colocados debajo de la capa de *neme*? Fueron, acaso, llevados por corrientes de agua de lluvia del callejón? o ¿fueron arrastrados por el ventisquero, que es hoy el cauce del río Tunjuelo, en plena época glacial, y depositados en el terreno sedimentario que iba llenando la gran depresión inter-andina? Estas explicaciones no satisfacen enteramente y no están de acuerdo con el orden y dirección de las capas que cubren los fósiles.

Probablemente durante la época preglacial, antes de que la sedimentación hubiera sido completa, los rebaños de animales podían pastorear en el piso cenagoso y allí quedaron aprisionados cuando sobrevino la causa desconocida que los extinguió. Posteriormente nuevas avalanchas llevaron nuevos sedimentos, que cubrieron los antiguos hasta que las aguas rebosaron por la depresión del Tequendama o por alguna otra de la Cordillera, al occidente.

El *neme*, que es de origen *vegetoarcilloso*, se formó por la descomposición de las plantas acuáticas que viven en las aguas estancadas de poca profun-

(1) Revista de la Academia Colombiana de Ciencias. No. 1.—"Valles y Lagos de la Cordillera Oriental". L. C. M.

Figura 1.—Colinas de "Balsillas", fuertemente erosionadas por la acción de las aguas lluvias. Terreno de arcilla y arena.



Figura 2.—Lugar donde desemboca el principal callejón de la región fosilífera, en la planicie.



Figura 3.—Una de las paredes de la excavación. Se ven distintamente el declive de la colina, la capa de arena, la capa de *neme* en línea negra horizontal, y las capas subyacentes de detritus vegetales y arcilla. Al pie el depósito de fósiles.



Figura 4.—Costado de la excavación al pie de la colina y al borde de un callejón. En el fondo, depósito de fósiles, a 3 metros de profundidad.



Figura 5.—Pared y fondo de la excavación, con fósiles debajo de la última capa.





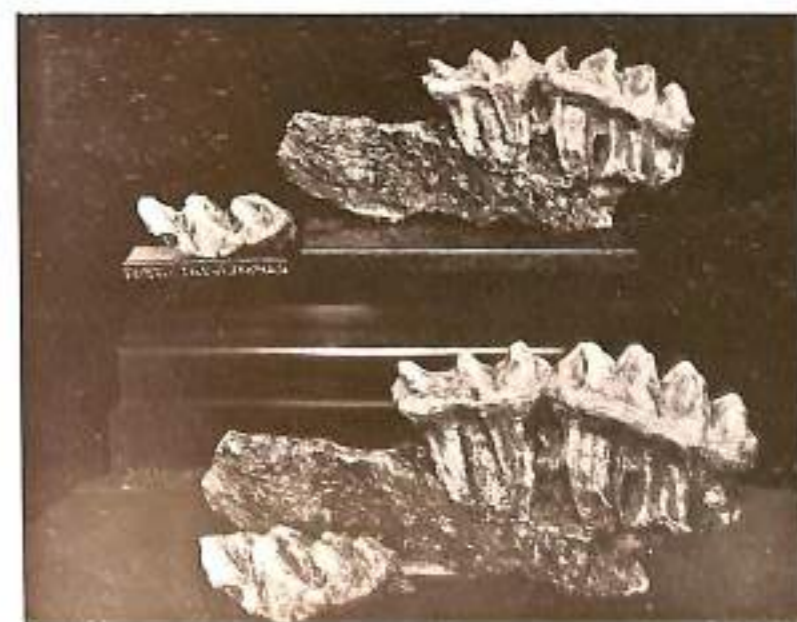
Figura 6.—Molar inferior incrustado en el maxilar; dos molares, uno de tres y otro de cuatro hileras, con tres mamelones cada uno; molar de cinco hileras con tres mamelones y otro de tres hileras con dos mamelones. Este último semejante al del *Paleomastodonte*.

Figura 7.— Dos molares, cada uno con cinco y cuatro hileras y con dos mamelones. Tamaño natural: 19 cm. x 18 cm. (Museo de La Salle).



Figura 8.— Dos molares desgastados y ya reemplazados. El marfil y la dentina quedan en la corona. Tamaño natural: 18,5 cm. (Museo de La Salle).

Figura 9.— Junto a los molares incrustados en el hueso, semejantes a los de la figura 6, hay un molar de tres hileras y otro con tres hileras y un tubérculo pequeño, cada uno con dos mamelones. *Paleomastodonte*.



didad en la Sabana, especialmente del "buchón" (1), cuando apenas quedaba una delgada capa de agua, o, más bien, un pantano, e impregnó la arcilla. Disminuídas las lluvias, esa capa se secó y lentamente se cubrió de arena y arcilla llevadas por nuevas lluvias torrenciales.

Posteriormente, tuvo lugar la emersión de las colinas, formadas por las capas sedimentarias entre las cuales estaban los restos fósiles encontrados. La sedimentación tuvo que ser muy lenta y debió depender del aporte de agua, sujeto a las lluvias o a los deshielos de las épocas glaciales. En perforaciones que he hecho en la Sabana he hallado troncos de árboles hasta una profundidad de doscientos metros bajo la superficie, y diferentes capas de arena, arcilla y cascajo llevados por las aguas de los ríos que descendían de la Cordillera.

Proboscidianos

En el lugar señalado en las fotografías 3, 4 y 5 en terreno de la hacienda de "Balsillas", fue en donde, bajo la inteligente dirección de los Hermanos de las Escuelas Cristianas, Apolinar María y Ariste J., y con el concurso de los alumnos de Ciencias Naturales del Instituto de La Salle, por ellos regentado, se hizo el hallazgo de los más importantes depósitos de fósiles encontrados en Colombia: maxilares, molares, vértebras, cráneos, defensas, huesos coxales, fémures, tibias, húmeros, etc. En otros lugares, junto con algunos restos de mastodonte, entre ellos una cabeza con enormes defensas, se encontró un cráneo y algunos dientes de caballo. Es tan abundante el depósito, que he contado hasta diez y seis cabezas de fémur; es un verdadero osario, que ocupa un espacio reducido, como si perteneciera a animales que se hubieran sacrificado por causa de la alimentación, como sucede con los grandes depósitos de caballos en algunas regiones de Francia. Los Padres Salesianos continuaron, algún tiempo después, las exploraciones y extrajeron restos fósiles del mismo origen. Los unos y los otros están en los Museos del Instituto de La Salle, en Bogotá, y del Colegio Salesiano, en Mosquera. Es digno de anotarse que es por la iniciativa privada y la labor científica de esos Institutos que se posee en Colombia un museo de tal naturaleza.

* * *

Uno de los elementos más importantes, quizá el principal, para la clasificación de los mamíferos fósiles, es el que suministra el sistema dentario, cuyos caracteres de fijeza y de constancia hacen de él el sello que marca la especie y que se extiende al género y a la familia y que puede llegar hasta el orden. El sistema dentario no está sujeto a caprichos, ni a variaciones dentro de las épocas actuales. Lo estuvo durante el largo espacio de tiempo en que evolucionaba para adaptarse a nuevas condiciones de vida, como cuando los antecesores del caballo se

transformaron de omnívoros en herbívoros. Este carácter es de tal fijeza, que el caballo, el asno, la zebra y el híbrido mula, tienen en sus dientes inferiores el sello de la T o del *lazo de corbata*, propio de los Equidios. (Fig. 23—en el texto).

En los molares encontrados se advierte un carácter uniforme: su superficie dividida en hileras o colinas, separadas, la una de la otra, por un surco o valle, y formadas por una serie de mamelones o tubérculos, de forma cónica, más o menos profundamente aislados los unos de los otros. Es este el carácter común que impuso el nombre que Cuvier dio al animal que tiene ese molar: Mastodonte (diente en forma de seno o mamela), por la forma conoide de los mamelones.

Pero no todos los molares tienen el mismo número de hileras, ni éstas tienen el mismo número de mamelones. Se pueden agrupar en diferentes clases:

1º Los que tienen cuatro hileras o colinas, cada una de ellas con dos mamelones como el diente pequeño de la figura número 6 y en la figura 7 el molar inferior que está a la izquierda con cuatro hileras bien limitadas, cada una de ellas con dos mamelones bien aislados (Buonodonte) y un mamelón más pequeño en el extremo molar, y en la número 9 a un nivel inferior, hay otro molar de cuatro hileras con dos mamelones cada una;

2º Los molares que tienen cinco hileras con dos mamelones cada una, como en el molar aislado que está en la figura número 7.

3º Los molares que están en el maxilar inferior, cada uno de los cuales tiene cinco crestas o hileras con tres mamelones cada una, mal alineados y en algunos puntos unidos en parte por una capa de cemento como en las figuras 10, 11 y 12.

4º Maxilar inferior en el cual hay dos series de molares en cada rama: la una, posterior, con 5 hileras de a tres mamelones, fuertemente inclinados hacia adentro, y la otra, anterior, con molares de a cuatro hileras, cada una con dos mamelones; los molares anteriores están en el mismo plano de la rama del maxilar, como en las figuras 11 y 12.

Esta misma disposición de los molares, de los cuales unos están fuertemente inclinados hacia adentro, los posteriores, y en posición normal los anteriores, se encuentra en una cabeza provista de largas defensas, que con el cráneo, mide un metro ochenta centímetros de longitud, y cuyos molares tienen cuatro hileras con dos mamelones cada una;

5º Los molares incrustados en el maxilar inferior tienen, el uno cuatro hileras y el otro tres, con tres mamelones cada uno, de los cuales los dos laterales están bien pronunciados, mientras que el central es más pequeño y está casi confundido con ellos, como en las figuras números 7 y 8, cuyos molares tienen el mismo número de hileras con tres mamelones cada una. (Figs. 6 y 9).

6º La figura 13 es de un maxilar inferior con tres molares de un lado y dos del otro. En la rama izquierda comienza a aparecer otro molar en la parte posterior, que no se alcanza a ver en la fotografía.

(1) "Azolla magellánica", "Marsilia quadrifolia" y "Salvinia laevigata", que vive en las aguas estancadas de la Sabana de Bogotá. "Tratado de Botánica", p. 475.—C. Cuervo Márquez.

Es un molar que viene a reemplazar por deslizamiento al molar anterior. La rama derecha está hipertrofiada y fuertemente encorvada hacia adentro. Esto pudo depender de una fuerte presión lateral que sufrió o de una enfermedad, tal como una osteitis hipertrofiante, lo que hace probable el hecho de que la pared externa esté lisa y sin señal de fractura. Llama, además, la atención la prolongación de la sínfisis. No hay huella de incisivos inferiores.

7º Los que tienen dos hileras con dos mamelones, como en la figura 18. Estos no son raros. Esta disposición pertenece al *Meritherium*;

8º Los que tienen tres hileras con dos mamelones bien distintos, como en la figura 9: disposición propia del *Paleomastodonte Beadnelli*.

Para el profesor M. Boule, el verdadero Mastodonte no tiene defensas inferiores, y sólo reconoce dos géneros en los Mastodontidos: el Mastodonte y el Tetrabelodon.

Este último tiene el maxilar inferior alargado, la gotera central fuertemente pronunciada, y los incisivos inferiores prolongados en defensas, más cortas que las superiores.

El incisivo en forma de defensa, de la figura 14 es de *Tetrabelodon* y tiene 65 centímetros de longitud por 6 a 7 centímetros de diámetro. Es el *Tetrabelodon Augustidens*, llamado también *Mastodonte Augustidens*. En ese género están comprendidos todos los de cuatro defensas. Se considera como el precursor del Mastodonte, así como éste sería el antecesor del Elefante, del cual se diferencia osteológicamente en que los molares del Elefante no tienen hileras o crestas de mamelones, sino que son continuas, con surcos de esmalte llenos de cemento, muy numerosas y más aún en el *Elephas primigenius*. La superficie del molar es una verdadera lima o escofina para moler, pues los maxilares de los proboscidianos no tienen movimientos laterales, sino antero-posteriores.

En la América del Sur, el Mastodonte *Humboldti* y el *Andium* son los más comunes, muy semejantes por los dientes, pero diferentes por la arquitectura del cráneo, según M. Boule. Esos géneros son los más numerosos en los depósitos de Tarija, en Bolivia.

Los incisivos encontrados conservan su forma general, pero su superficie ha sufrido, como la mayor parte de las osamentas, por hallarse en un terreno que siempre alcanza a recibir humedad por aguas de infiltración. De manera que no ha sido posible distinguir las cintas de marfil que a su largo se encuentran en el Tetrabelodón.

La figura 16 representa dos fémures y un hueso coxal, y la 15 es la de dos fémures articulados con el coxal y con la tibia, a la izquierda, y dos húmeros articulados cada uno con el escápulo correspondiente, a la derecha.

Todos los huesos fotografiados pertenecen al género "Mastodonte", salvo la defensa inferior, que es del Tetrabelodon. Entre los encontrados en el osario de "Balsillas" se ha creído hallar restos de *Megatherium*, de *Dinotherium*, de *Mylodon*. En la región oriental de la Sabana se ha encontrado un crá-

neo y metatarsianos de un género de Camelideos, el *Lama kuanacus*, o el *Paleolama Croqui* o el *P. Weddelli*; el primero vive aún en los Andes de Bolivia y del Perú; los segundos se encuentran en los depósitos fósiles de Tarija. Se ha encontrado también parte del carapacho de un *Ylyptodon* y algunos otros fósiles no clasificados aún.

En Europa el Mastodonte desaparece en el Plioceno, mientras que en el continente americano su existencia se prolonga al Pleistoceno, en el que es más numeroso.

Los Mastodontes debieron formar numerosos rebaños, que vivían tanto en los climas fríos y templados actuales, como en los climas ardientes de las llanuras bajas. Se les ha encontrado en la Sabana de Bogotá a 2.800 metros sobre el mar, con temperaturas de doce a catorce grados; en la Sierra Nevada del Cocuy, a 3.000 metros; en Tocaima a 300 metros con 24 grados de temperatura y en muchos otros lugares.

Su desaparición fue debida a una causa general, pues fue contemporánea del Plioceno en Europa y del Pleistoceno, en América, y coexistió, tanto allí como aquí, con la de muchas especies que con ellos vivieron: *Dinotherium*, *Mylodon*, *Creodonte*, *Megatherium*, etc. Pudiera pensarse en el frío de las épocas glaciales del Cuaternario que los destruyera por congelación o por falta de alimento; o juzgarse que, demasiado especificados, sucumbieran por su esterilidad, siendo reemplazados por nuevos seres, resultado de su evolución. Estas últimas hipótesis no están de acuerdo con la abundancia de restos fósiles en algunos de los depósitos en que se han encontrado, y con la variedad de especies que allí suelen confundirse.

Equidios

El estudio del Caballo en América presenta dos fases: su existencia en tiempos prehistóricos, y su presencia al tiempo del Descubrimiento.

Se le encuentra fósil en todo el continente americano, desde el Canadá hasta la Patagonia. Es en los Estados Unidos donde se han hallado mayor número de variedades, que corresponden a diferentes períodos de su evolución: desde el *Hyracotherium* hasta el *Equus caballus*, pasando por una serie de estados intermedios, que recorren épocas geológicas diferentes, desde el Eoceno inferior, en la que apareció, hasta el Pleistoceno, en la que desapareció de América.

En todo el transcurso de milenios que ha recorrido en su evolución, el Caballo ha sido uno de los animales que más se ha especializado; sus dientes pasaron del régimen omnívoro al herbívoro, aumentando sus rugosidades y sus superficies de frotamiento; sus miembros perdieron sus dedos laterales, convirtiéndose en Solípedos, y con la atrofia del cúbito y del radio, aumentó su solidez; y, del tamaño de un perro —el *Eohippus*— alcanzó la corpulencia de un "Percherón" o de un "Shire".

La especificación del Caballo tendió hacia la rapidez en la carrera y la facilidad para la alimenta-

Figura 10.—Maxilar inferior de Mastodonte con gotera profunda en la sínfisis. (Museo de La Salle).



Figura 11.—Maxilar inferior de Mastodonte: doble hilera de molares en cada rama. La posterior, de cinco hileras con tres mamelones, está fuertemente inclinada hacia adentro como si el hueso se hubiera torcido. Tamaño natural; anchura mayor, 39 cm.; longitud, 57 cm. (Museo de La Salle).

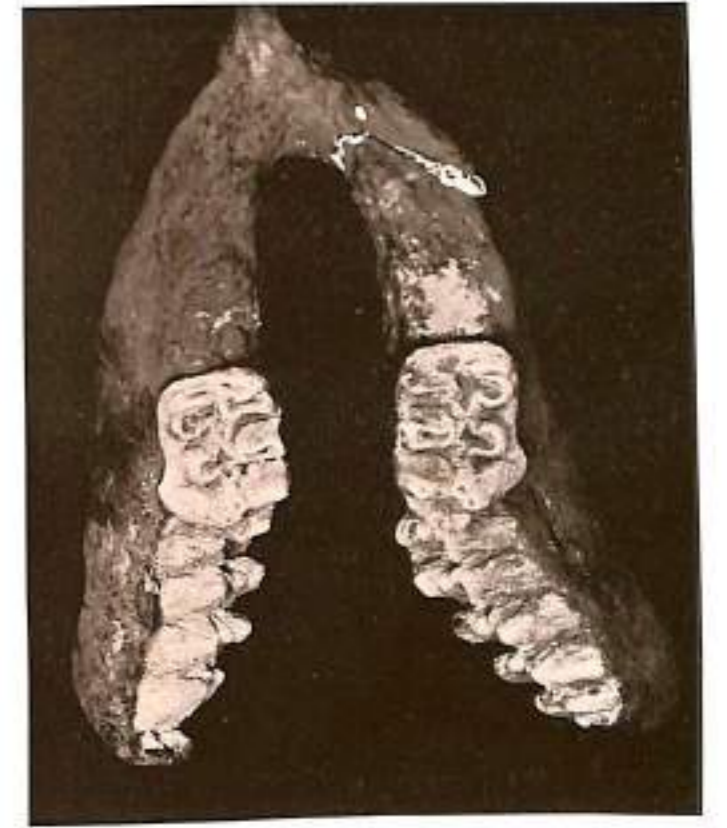


Figura 12.—La misma de la figura 11, en la que se ve claramente la inversión hacia adentro. (Museo de La Salle).



Figura 13.—Maxilar inferior con rama izquierda deformada y de sínfisis alargada como en el *Tetrabelodon*. Tamaño natural; longitud total, 55 cm. (Museo de La Salle).



Figura 14.—Incisivo inferior o defensa del *Tetrabelodon Augustidens*. Tiene solamente 61 cm. de largo por 6 cm. de diámetro. Las defensas superiores del *Tetrabelodon* son siempre más pequeñas que las inferiores. (Museo de La Salle).

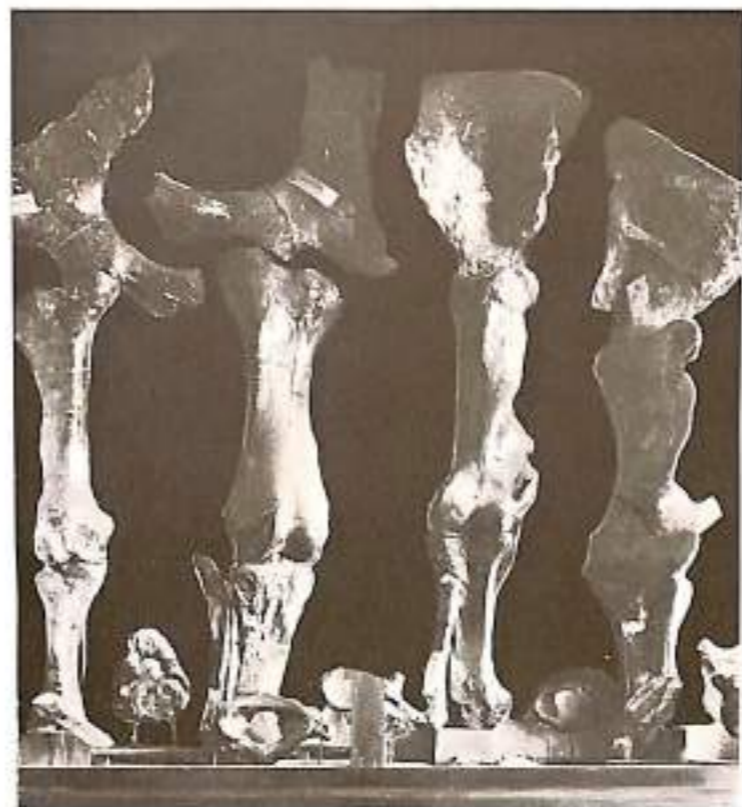


Figura 15.—A la derecha, fémures articulados con hueso coxal y tibia; a la izquierda, húmero articulado con escápulo. Algunas vértebras. Tamaño natural: altura 1 m. 34 cm. (Museo de La Salle).

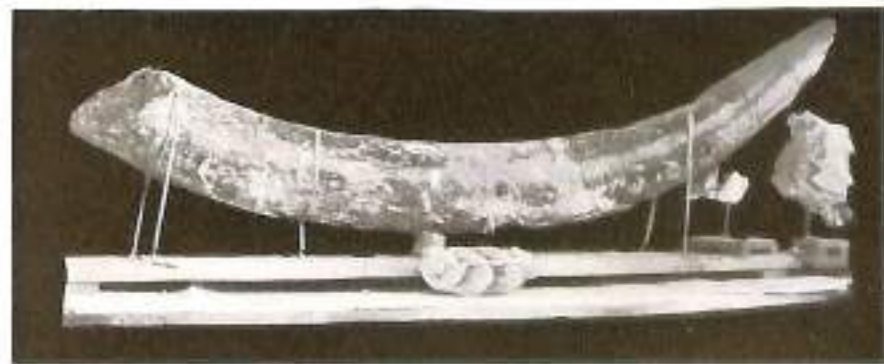


Figura 16.—Fémures y coxal. La extremidad de una defensa del Mastodonte.



Figura 17.—Maxilares inferiores de Mastodonte con gotera sinfianal muy pronunciada.

Figura 18.—Defensa superior de Mastodonte. Ligeramente encorvada. Tiene 1 m. 20 cm. de longitud. Se han encontrado en "Balsillas" hasta de 1 m. 50 cm. (Museo de La Salle).



ción: la primera la obtuvo con la transformación de sus miembros, que fue su medio de defensa; la segunda, con la longitud y la movilidad del cuello, que fue su medio de prensión.

El Caballo vivió en América durante el Plioceno y el Pleistoceno con el Mastodonte, el Dinotherium y demás mamíferos de esa época. A partir del Pleistoceno superior, el Caballo habría desaparecido totalmente del Nuevo Mundo (1).

El mayor número de estudios que se han hecho del Caballo fósil ha tenido por base el sistema dentario, pues pocas veces se ha encontrado, salvo en Tarija (Bolivia), un cráneo entero, como el que se ha hallado en las inmediaciones de Bogotá, desgraciadamente en no perfecto estado de conservación. (Véanse las figuras 20 y 21).

De la misma manera que los depósitos fosilíferos de Mastodonte y vecinos a ellos, fueron hallados los de Caballo en las colinas de "Balsillas". Constan éstos del cráneo, algunos dientes y restos de costillas. El General Carlos Cuervo Márquez, que examinó dicho cráneo, dice de él:

cas; la fórmula dentaria es la normal de 44 dientes en el Caballo actual; está provisto de caninos, propios del macho (Fig. 23).

La figura 22 es la de un diente superior, que encontré entre los de Mastodonte, en uno de los depósitos de fósiles. Por sus circunvoluciones es muy semejante, así como el de la figura 16, al *Equus* del Pleistoceno francés; pero por su forma encorvada pertenece al *Equus Curvidens*, del Plioceno.

Lo que sorprende es que el Caballo, lo mismo que algunos de los grandes mamíferos que lo acompañaban, solamente se encuentran desde el fin del Terciario en Europa y en el Pleistoceno americano, lo que indica que su régimen evolutivo fue el mismo y tuvo lugar en las mismas circunstancias en el uno y en el otro continente, salvo que el Caballo hubiera emigrado en el Eoceno, de América a Europa, vía Asia, como lo sugiere el profesor Boule, y luego hubiera sido importado (1).

La desaparición del Caballo en América obedeció a la misma causa general que extinguió muchas especies y que hizo emigrar a otras. No se explica có-

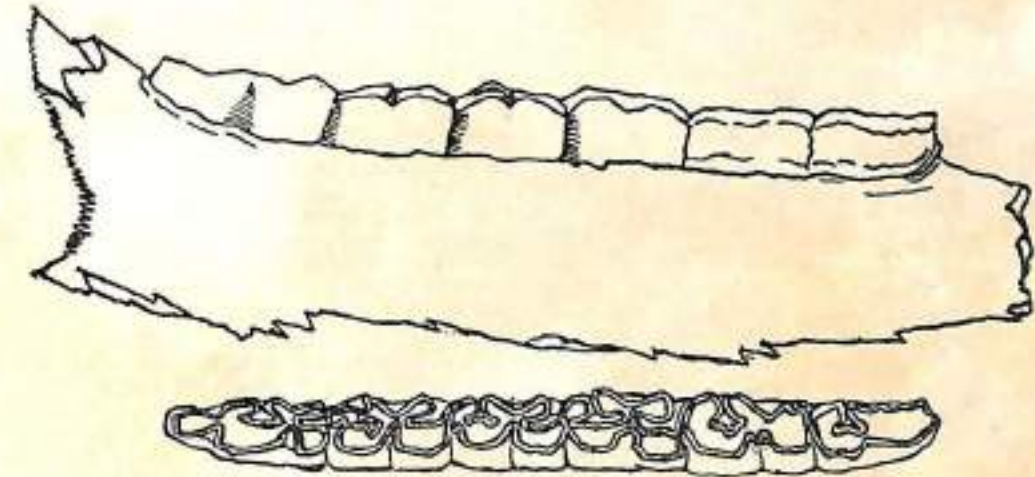


Fig. 23—Vista lateral y cara superior de los molares del Caballo fósil.

(Se ven claramente las T o lazo de corbata características del molar del género).

"Debió pertenecer a un caballo de cabeza muy desarrollada, pesado, con los miembros delanteros más altos que los posteriores, como hechos para trepar empinadas cuevas. Era, pues, un caballo de montaña. El cuello corto y delgado no guardaba proporción con la enorme cabeza. Tenía la mandíbula inferior muy pronunciada y el arco cigomático muy desarrollado. Tiene, además, otros caracteres, que lo diferencian del caballo actual. Por ejemplo, el hueso nasal no está soldado sino hasta el cuarto molar. Los incisivos son romos y muy grandes, lo mismo que los molares".

A estos caracteres se puede agregar la espesura y extensión del ángulo del maxilar, como puede verse en las figuras 19 y 21, en la que se tomó la rama por el borde posterior. La dentadura inferior está completa. El marfil está gastado, lo que indica una edad superior a 15 años; las circunvoluciones de la superficie están claramente designadas y en ellas se ven distintamente las T o "lazo de corbata" característi-

mo algunas de ellas resistieron a la destrucción, tal como el Caballo en Europa, y otras, contemporáneas de ellas, no pudieron resistir a las condiciones hostiles y sucumbieron. Fue una causa general, que obró a la vez en todo el continente, y seleccionó las especies que debían continuar viviendo y las que debían desaparecer. Si hubiera sido un fenómeno local, podría explicarse por causas locales, tales como las enfermedades, el frío, el hambre, etc., como sucedería con el Caballo en nuestras llanuras orientales, en donde la Tripanosomiasis habría acabado con los caballos, si no se importaran continuamente para reemplazar a los que mueren de "renguera". Los yacimientos más importantes hallados en Sur América están en Tarija, en donde han extraído esqueletos completos de diferentes géneros de Equinos, que han servido para el estudio de la evolución de la familia y han complementado los encontrados en los Estados Unidos.

Los yacimientos de "Balsillas" y de todas las co-

(1) "Les Fossiles". Marcelin Boule, Paris, 1905.

(1) M. Boule, Loc. Cit.

linas cuaternarias que rodean la Sabana de Bogotá están intactos y apenas está iniciada su exploración. Ellos guardan muchos tesoros, que permitirán descifrar muchos enigmas y que serán una poderosa contribución a la Ciencia nacional. La Paleontología revela el desarrollo de la vida sobre la tierra y es la base del estudio de las capas que forman su superficie; es el "Calendario" de los tiempos prehistóricos y el testigo de las vidas extinguidas en el planeta; los estudios paleontológicos permiten establecer la genealogía de los seres que antes se tenían como abandonados, y forman el registro civil de las relaciones ancestrales (1).

Los iniciadores de esos estudios en Colombia, entre los cuales figura M. Rollot, han prestado un valioso servicio a las Ciencias Naturales.

Dejo testimonio de mi gratitud al Museo de La Salle de Bogotá, fundado por el Hermano Apolinar y dirigido actualmente por el Hermano Nicéforo, y al "Salesiano", de Mosquera, dirigido por el P. Bonilla, por la gentileza con que me permitieron examinar y tomar fotografías de las piezas fósiles que tienen en sus colecciones.

Conclusiones

Los Proboscidianos vivieron en la región andina de Bogotá a 2.800 metros sobre el mar, en el Pleistoceno de la época cuaternaria.

Son los Mastodontidos los más numerosos, y entre ellos los géneros *Andium* y *Humboldt*, el *Tetra-*

(1) Además de los estudios de Paleontología, la investigación de los fósiles de los grandes mamíferos del principio del Cuaternario y de las épocas glaciales, tiene la inmensa importancia de que pueden indicar la época de la presencia del hombre en América, caso de que se encuentren, con osos fósiles, restos humanos, o huellas de actividades del hombre, armas, grabados, cerámicas, etc. Hasta hoy, todo lo que el hombre ha dejado en América de su prehistoria, es la indicación de una civilización reciente y ya muy avanzada. En los Estados Unidos, sus pueblos, con sus túmulos y edificaciones; en México, el país de las pirámides (las de Cholula, Teotihuacán, etc.); los trabajos arquitectónicos de los Mayas en Centro América; en Colombia, la orfebrería de los Quimbayas y los misteriosos monumentos de San Agustín, tan asimilables a algunos de México y del Perú; en Bolivia, las estatuas y estelas de Tihuanaco; en el Perú, las telas maravillosas, la cerámica artística, las construcciones ciclópeas del Cuzco; y, en todas partes, las huellas de una civilización en progreso. Pero nada, absolutamente nada del hombre primitivo, como si éste no hubiera vivido en este Continente y hubiera llegado a él dotado de los principios de una civilización y cuando la superficie del suelo, la fauna y la flora hubieran sido lo que hoy son. El distinguido hombre de ciencia, señor Florentino Ameghino, de la Argentina, al tratar de la antigüedad del hombre en América, sostiene la teoría de que se remonta al Pleistoceno y quizá al Plioceno; pero no da prueba efectiva de su opinión. La única prueba es la de la coexistencia de restos humanos, u obras humanas con animales que vivieron esos tiempos. Hay necesidad de otras pruebas en estas materias, pues muchas tribus de la Amazonia y de la Orinoquia están hoy en plena edad neolítica y usan armas y utensilios semejantes a los de sus remotos antecesores.

belodon Augustidens; y, posiblemente, un género nuevo, cuyo sistema dentario tiene molares de tres a cinco hileras con dos mamelones bien distintos cada una. Aun cuando hablar de un género nuevo no es posible con los 40 descritos por los americanos, con familias, subfamilias, géneros, subgéneros, etc.

Los molares de tres hileras con dos mamelones cada una son propios del *Paleomastodonte*, pero para confirmarlo se necesitaría hallar el maxilar.

Llama la atención que se encuentre en muchos de los maxilares inferiores hallados, la fuerte desviación de los molares posteriores de cada rama. Esta misma disposición se encuentra en la cabeza de Mastodonte provista de sus defensas del Museo de La Salle, que tiene un metro ochenta centímetros de longitud.

Los molares encontrados de dos hileras y dos mamelones indican la presencia del *Meritherium*, uno de los primeros antecesores de los Proboscidianos.

Como en el mayor número de depósitos de fósiles de mamíferos del mundo, en el de "Balsillas", se han encontrado mezclados restos de que se ha hecho mención anteriormente (2). Quizá en suelos cenagosos, o en "tremedales", quedaban sepultados los animales que iban en busca de agua, como sucede hoy durante las épocas de sequía en los esteros de nuestros llanos orientales o en los "bebederos" de la Sabana (3).

(2) El cúmulo de fósiles en algunas cavernas y en diferentes sitios esocándidos en Europa, se atribuye a los depósitos hechos por los carnívoros, que llevaban sus presas para devorarlas allí, pero no puede darse la misma explicación para los osarios de los grandes mamíferos y especialmente para los Proboscidianos que se encuentran en nuestros depósitos.

(3) Los depósitos fosilíferos son numerosos y abundantes en diferentes sitios de Colombia.

Los del Cocuy, que se hallan en las colinas del descenso del Nevado, tienen la particularidad de que, tanto los huesos como los molares, están en muy buen estado de conservación; muchos de los primeros están petrificados, y los segundos brillantes y pulidos.

En la vía del F. C. del Carare, cuyos trabajos están abandonados, entre Sora y la Villa de Leiva, se encuentra un abundante depósito, puesto a descubierto en los trabajos de corte de la vía férrea. Es en el declive de una colina cuyo suelo es de arcilla y arena, a cuyo pie se extiende un valle, de probable origen lacustre, en donde se encuentran los restos fósiles, tales como huesos de los miembros, molares, fragmentos de costillas. Trajo algunos de ellos a Bogotá el Sr. B. Guevara Amartequí. Desgraciadamente, la falta de elementos no le permitió traer sino piezas incompletas y en bastante mal estado. Un molar pequeño de tres hileras con dos mamelones cada una, es muy semejante a los encontrados en "Balsillas". Me parece que son huesos de Mastodonte aun cuando los profanos consideren como de Mastodonte todo hueso grande que se encuentra. Tanto el fémur como la tibia, a juzgar por las extremidades, debieron ser de gran tamaño.

En la misma zona, en Samacá, se encuentran también fósiles de la misma clase.

Me ha llamado nuevamente la atención que los maxilares que quedan del Museo Nacional, tienen los molares posteriores fuertemente desviados hacia adentro, así como los descritos en este estudio.

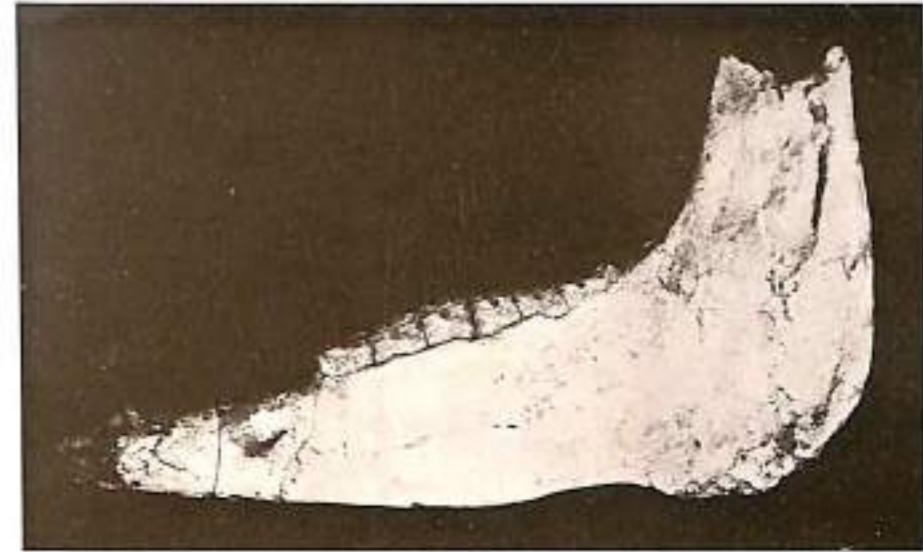


Figura 19.—Maxilar inferior de Caballo fósil, cuya dentadura en su cara superior y lateral aparece en la figura 23, en el texto. El codo o ángulo, espeso y fuerte. Tamaño natural: longitud, 45 cm. (Museo de La Salle).

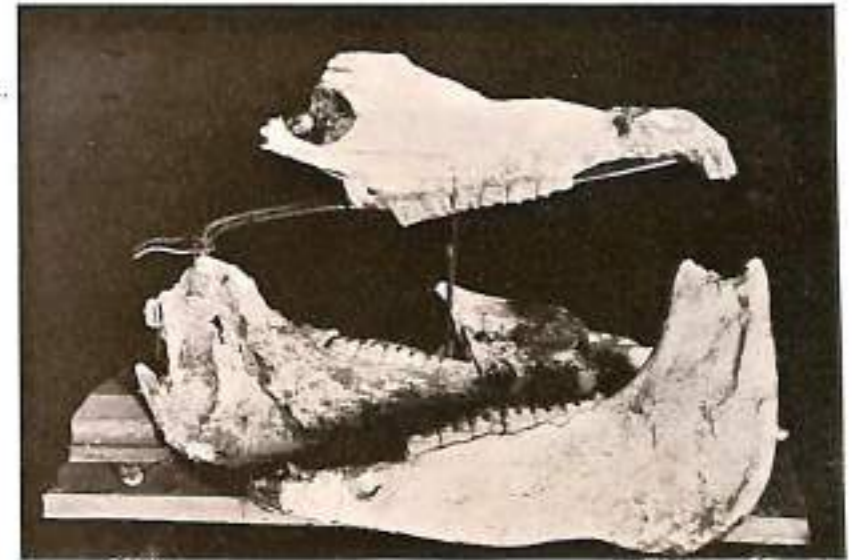


Figura 20.—Huesos de la cabeza del Caballo fósil. Sistema dentario completo.



Figura 21.—Cráneo de Caballo fósil. *Equus Caballus*. Ángulo maxilar espeso y fuertemente pronunciado.



Figura 22.—Diente de Caballo, encontrado en el depósito fosilífero. Pertenece al *Equus Curvidens*. Tamaño natural.

PROBLEMAS ACTUALES DE LA ANTROPOLOGIA

JOSE PEREZ DE BARRADAS

Arqueólogo del Ministerio de Educación Nacional — Bogotá.
Director del Museo Prehistórico Municipal de Madrid — España.

— I —

Antropología física

Hubo una época en que la Antropología era una ciencia hasta cierto punto popular. Se discutía sobre sus problemas lo mismo en las academias y sociedades científicas, que en los casinos y en los púlpitos. El libro y la prensa divulgaban las teorías y los hallazgos de restos humanos.

Todo este movimiento giraba alrededor de las exageraciones de la teoría evolucionista sobre la cual la mayoría de las personas creía que se limitaba a probar que el hombre descendía del mono.

Era una época de una ingenuidad infantil. Cuando leemos, no ya libros de divulgación sino incluso las obras fundamentales del evolucionismo, no podemos menos de sonreírnos al ver que aparecía como probada una teoría con pruebas tan endebles.

Mientras fuera de los laboratorios y centros de investigación seguían las polémicas y refutaciones, los verdaderos antropólogos llegaron al convencimiento amargo, pero cierto, de que se sabía muy poca cosa sobre los orígenes de la Humanidad, e incluso sobre el Hombre mismo, considerado en su doble aspecto de ser físico o biológico, y de ser cultural.

Propiamente la Antropología sufrió una crisis al principio de este siglo, de la que ha salido vigorizada. Al alegre optimismo de antaño ha seguido una era de investigación desapasionada. La resonancia de sus hipótesis pasadas se ve sustituida por un callado esfuerzo. Las investigaciones antropológicas apenas son conocidas por el gran público.

La Antropología se ha renovado totalmente y ha hecho tabla rasa sobre sus teorías y problemas. Y tan es así que los investigadores se han hecho esta primera pregunta, verdaderamente fundamental: ¿Qué es el Hombre? Max Scheller insistió, igual que Alexis Carrel, en que "tenemos todavía un conocimiento muy defectuoso de lo que sea esa cosa que llamamos *hombre*, puesto que el término y el concepto del Hombre encierran una perversa ambigüedad...". La palabra *hombre* indica en primer lugar, los caracteres morfológicos que posee este ser como subgrupo en los demás mamíferos. Pero aunque sea considerado, con Linneo, como el "ápice de la serie de los vertebrados mamíferos", no por eso logramos evadirnos de que el concepto *hombre* de-

sigue un grupo limitado de los vertebrados, pues el ápice de una cosa forma parte de la cosa misma. Pero al mismo tiempo, el concepto *hombre* significa de manera clara y precisa, una oposición terminante al concepto animal. El Hombre es alma, es cultura.

Esta dualidad, junto con otra clase de factores que hacen que "la ciencia del Hombre sea la más difícil de todas las ciencias" (A. Carrel), originaron hace tiempo un divorcio entre la Antropología física, consagrada al estudio del hombre desde el punto de vista de las Ciencias Naturales y la Etnología, o Antropología cultural, dedicada a la investigación de sus manifestaciones económicas, sociales, artísticas, religiosas, morales, etc.

Todas estas cuestiones fundamentales han originado una serie de discusiones, nacidas más que nada, de la especialización. Un antropólogo naturalista considera más importante el estudio somático de las razas que sus manifestaciones culturales, y viceversa, para un etnólogo. Para los antropólogos evolucionistas el problema capital era el de los orígenes humanos.

Pero más esencial que la labor teórica y la visión parcial de los problemas humanos, debe ser el lograr una idea de conjunto armónico y total del ser humano, tanto de su cuerpo, como de su espíritu, algo que satisfaga las tres preguntas clásicas: ¿Qué somos? ¿A dónde vamos? y ¿De dónde venimos? La Antropología no es ahora una ciencia especulativa; tiene finalidades prácticas. Le interesa más el hombre vivo y sus costumbres —como dijo el Conde de Onslow en el discurso de apertura del primer Congreso de Ciencias Antropológicas y Etnológicas celebrado en Londres en el verano de 1934— que los esqueletos fósiles. La Antropología de este género, según el profesor Malinowski deja de ser académica y teórica para cumplir una finalidad práctica. Aunque se sale fuera de nuestros propósitos, debemos señalar que en Inglaterra hay la preocupación de dar a sus funcionarios coloniales la debida preparación antropológica, pues se cree que sin estos conocimientos "se crea una grave dificultad al administrador para desempeñar satisfactoriamente su cometido, a saber: conducir la civilización indígena por un camino seguro que permita desarrollar y adaptar las costumbres e instituciones regionales de acuerdo con la ideología y orientaciones modernas". (Conde de Onslow).

* * *

El renacimiento antropológico debe mucho de sus valiosos resultados a su depurada metodología.

Debemos comenzar por precisar algunos conceptos que generalmente se emplean mal. Se habla, por ejemplo, de la raza colombiana, de la raza española, y lo que se quiere decir es: pueblo colombiano, pueblo español. Raza es, según mi amigo el profesor G. Montadon, "un grupo de hombres emparentados únicamente por sus caracteres físicos, es decir anatómicos y fisiológicos; en otras palabras, por sus caracteres somáticos".

Una de las tareas de la Antropología física es el estudio descriptivo y métrico de los llamados caracteres étnicos. La técnica de esta investigación ha tenido un desarrollo extraordinario. Ya no son suficientes ni el índice cefálico, ni el ángulo facial para diferenciar las razas humanas.

Tres son los puntos importantes en que ha progresado la técnica antropológica: la fijeza y uniformidad de los puntos y de las medidas, el de los métodos estadísticos y el estudio de la asociación o jerarquía de los caracteres.

Las medidas antropológicas requieren para que puedan ser utilizadas universalmente, el ser hechas partiendo de puntos fijos y con instrumentales adecuados. De no hacerse así resultan un trabajo inútil. Por eso se ha trabajado intensamente en los Congresos internacionales de Antropología y Arqueología prehistórica de Ginebra y Mónaco, por fusionar las técnicas de mediciones en vivo y en el esqueleto, de las distintas escuelas, especialmente de la francesa y de la alemana. La hoja internacional de mediciones para el cuerpo vivo y para el cráneo ha sido aceptada por todos. En la actualidad se procura llegar a un acuerdo en lo que se refiere a los caracteres descriptivos, que no son fáciles de interpretaciones subjetivas. Así sirven, especialmente por el color de la piel, la escala o tabla cromática de Broca, que comprende 34 colores; para el color de los ojos las de Bertillon o Martin, de 56 y 16 colores, respectivamente. La técnica de las mediciones, base del estudio de las dimensiones y proporciones del individuo vivo y del esqueleto, han alcanzado últimamente un gran desarrollo. En la monumental obra del profesor R. Martin "Lehrbuch der Anthropologie", se da la técnica de 49 medidas para la cabeza, 71 para el cuerpo, 81 para el cráneo y 422 para el esqueleto. Contando las variantes de estas medidas, el número total de mediciones se eleva a un millar. Todavía se pueden añadir a esta cifra las 867 medidas que ha establecido el profesor Loth para músculos, órganos internos y partes blandas en general. Hay que advertir que este estudio métrico tan minucioso sólo puede o debe hacerse cuando se trata de piezas de interés excepcional o cuando se dispone de tiempo y medios suficientes.

En muchas ocasiones le es necesario al antropólogo limitarse a un número menor de medidas verdaderamente importantes, que por lo que respecta al individuo vivo va desde 69 de la hoja del profesor Martin, hasta las 7 que junto con 9 caracteres des-

criptivos, usó el profesor Sullivan en su viaje a la Polinesia.

Una investigación antropológica debe hacerse sobre la mayor cantidad de individuos posibles, puesto que lo que tiene valor son los valores medios y no los casos excepcionales. Es un hecho frecuente el pretender obtener resultados con una serie pequeña de cráneos sobre una población determinada, pero la seguridad de los estudios antropológicos modernos radica en la aplicación de los métodos estadísticos. El libro del profesor Nicéforo y la revista "Biometrika" son fundamentales para esta rama capital de la Antropología física.

Hasta hace pocos años sólo se había estudiado antropológicamente la morfología externa humana y el esqueleto. Ahora se ha entrado de lleno en el estudio de las variaciones raciales y de los músculos y órganos internos, es decir, de las "partes blandas". El fundador de esta rama de la Antropología fue el sabio polaco Th. Chudzinski, discípulo y preparador del gran antropólogo francés Broca. Tanto él como una legión de sabios hicieron gran número de disecciones de individuos pertenecientes a razas de color, y han anotado las variaciones que observaban en los órganos en relación con las descripciones clásicas de los libros de Anatomía, que se basan exclusivamente en el estudio del hombre blanco. Frente al gran anatomista Testut, que creyó que no había posibilidades de distinguir, hasta el momento, las variaciones raciales de las individuales, una serie de autores han llegado al resultado contrario, siempre que se siga un método uniforme de trabajo y que los estudios se hagan a base de series numerosas. En este sentido han constituido una revelación los estudios del profesor Adachi y de otros sabios japoneses, de los que se deduce que los nipones ofrecen en su organización interna numerosas variaciones respecto al tipo europeo, las cuales indican una perfección respecto a éste.

El estudio antropológico de las partes blandas, aunque está en sus comienzos, tiene ya un cuerpo de doctrina y una técnica de trabajo que quisieramos ver aplicada en Colombia, donde hay la posibilidad de estudiar en las salas de disección cadáveres de individuos pertenecientes a distintas razas.

* * *

La Antropología pasada era eminentemente estática. Su fin principal era el estudio morfológico del Hombre. Pero la raza, según el profesor Eugen Fischer, de Berlín, fundador de la Antropobiología, es también dinámica y funcional, radica lo mismo en la forma del cráneo que en la composición química de las secreciones internas.

La Antropobiología tiene, según mi sabio amigo el profesor A. A. Mendes Correa, un amplio campo de estudios, pues se ocupa de la investigación de la herencia normal y patológica del Hombre, los estudios eugenésicos, la fisiología de las razas y su vida sexual, los grupos sanguíneos y otras cuestiones de bioquímica humana, las constituciones y los temperamentos, la determinación de la base biológica de

la mentalidad y actividad de las diferentes razas, etc.

Por falta de espacio sólo podemos decir algunas palabras sobre algunos de estos temas que por sí solos precisarían un curso normal universitario.

Nadie podía pensar en el último tercio del siglo que fuesen eclipsadas las investigaciones de Darwin por las hechas en la Abadía de Brunn (Checoslovaquia) por el P. Gregorio Mendel. Este hizo experimentos en el cultivo de guisantes y consiguió descubrir las leyes de la herencia, las cuales han sido seguidas en Norte América, especialmente por el profesor Morgan y sus discípulos.

La herencia en el hombre sigue las leyes mendelianas, pues, como dijo el profesor E. Fischer en el Congreso de Wiesbaden, "se opone a toda lógica que el hombre escape a reglas que se comprueban no sólo en plantas y animales inferiores, sino también en los mamíferos".

En efecto, el color oscuro de los ojos es dominante respecto de los azules y verdes; el pelo negro es dominante sobre el rubio, y éste, a su vez, sobre el rojo. El pelo crespo es dominante sobre el liso, e igualmente el albinismo parcial.

Harman ha estudiado un caso de transmisión de un mechón de pelo blanco en una familia inglesa durante seis generaciones con un total de 138 individuos. La dificultad de los estudios hereditarios en el hombre es el número limitado de hijos y que el número de generaciones que se pueden observar no suelen ser más de tres y, ordinariamente, incompletas. La herencia de deformaciones y de enfermedades ha sido bien estudiada. Como ejemplo citaremos el que en cinco generaciones de una familia norteamericana se observarían 33 individuos normales y 36 con hipofalangia, es decir, con una reducción marcada en el número de la falange de los dedos de las manos y pies, los cuales aparecían muy cortos, gruesos y formados por dos falanges en vez de tres.

Otras enfermedades, como la hemofilia y el daltonismo, para no citar más que dos ejemplos de la lista dada por Verschuer, se heredan según la forma dicha, esto es herencia ligada al sexo. El carácter lo transmiten las hembras, que no padecen las enfermedades, y aparece en los machos. Esto se debe a la presencia de dos cromosomas sexuales en el óvulo y uno en el espermatozoide, por lo que en la reducción cromática se originan óvulos con un solo cromosoma sexual, y espermatozoides con uno de éstos o sin ninguno. Como el carácter está en los cromosomas femeninos, y es de tipo recesivo, aparece patente sólo en los machos, en que hay un solo cromosoma sexual, y queda latente en las hembras en que el cromosoma procedente del óvulo anula la acción del procedente de la hembra.

El estudio de la herencia de caracteres cuando se trata de razas humanas distintas, o sea la hibridación, ha dado resultados interesantes. Los caracteres pueden fundirse como sucede en el color mulato, respecto a la piel blanca y negra de sus progenitores, pueden yuxtaponerse, o haber una reversión atá-

vica (herédase mendelianamente), o, por último, pueden aparecer nuevos caracteres. Hagen ha observado que los mestizos malayos presentan una altura de la cara mayor que la de los dos tipos originarios y Shapiro ha probado que los mestizos anglo-polinésicos de la isla de Pitcairn tienen una estatura más alta y los cabellos más ensortijados que las dos razas puras originarias.

El estudio de la herencia humana tiene un gran interés práctico. A estas investigaciones se dedica la Eugenesia, ciencia moderna muy calumniada y muy combatida por prejuicios ridículos. La salud, la fortaleza y la seguridad de la raza y de la sociedad no pueden quedar al margen. Es un hecho seguro que los criminales, las prostitutas y todos los elementos infrasociales se reproducen en gran escala y con completa inconsciencia; la sociedad cuida amorosamente, en sus instituciones de beneficencia, de los hijos productos de estas uniones y contribuye a aumentar masas de seres infrasociales, resentidos, inferiores en el doble sentido biológico y cultural, que a la larga han de contribuir poderosamente a hundir en la nada la sociedad y la cultura. En cambio, en las clases superiores hay una tendencia clara a limitar la natalidad, lo cual agrava el problema de la salvación de la civilización. El tema es complicado y se presta a ser tratado con detalle.

Lo mismo sucede con la cuestión de los grupos sanguíneos, uno de los capítulos más recientes y mejor estudiados de la Antropobiología.

Hace años se sabía que en la transfusión de la sangre se producían accidentes mortales, que se atribuían a incompatibilidades de origen patológico. Al profesor Landsteiner, laureado con el premio Nobel, se debe la demostración de que la causa era el existir en la sangre factores incompatibles sin que por eso dejaran de ser normales los individuos. El fenómeno llamado iso-hemato-aglutinación, aglutinación o hemato-lisis, consiste en que en la sangre hay dos elementos aglutinantes *a* y *b* y dos aglutinables *A* y *B*. El *a* precipita al *A* y el *b* precipita al *B*, por lo cual no pueden existir en el mismo suero sanguíneo. De su combinación resultan cuatro grupos sanguíneos. El suero del primero no aglutina los glóbulos de los restantes, pero en cambio sus glóbulos son aglutinados por cualquier suero, es decir, contiene sólo *A* y *B*. En el del segundo hay *b* y *A*, en el del tercero *a* y *B* y en el del cuarto *a* y *b*. Estos grupos se designan con las letras *O*, *A*, *B* y *AB*. En una población cualquiera se da un porcentaje distinto de los cuatro grupos, por lo que se han creado los índices bioquímicos, de los cuales el más conocido es el de Hirzfeld cuya fórmula es $I = \frac{A + AB}{B + AB}$

Estos caracteres de la sangre se heredan según las leyes mendelianas, pero hasta la fecha el que haya semejanza en la composición bioquímica no quiere decir identidad, y, por consiguiente, no se puede determinar la filiación por este medio.

En cambio, examinando grandes series se obtienen resultados de interés antropológico. Así, por

ejemplo, el grupo B aparece en un 15% en Francia, 20% en los Balcanes, 28% en los malgaches, 34% en los negros y 40% en los hindúes. El grupo A alcanza un 45% en Europa occidental, 37% entre los rusos y los árabes, y 27% entre negros e hindúes. Verzar y Weszeczky hallaron en Hungría la misma relación entre turcos que en magiares-cumanes; en colonos alemanes que en su patria originaria; y en los gitanos que en los hindúes. Por otra parte, según manifiesta Mendes Correa, no deja de ser extraño que entre los chinos y los japoneses haya diferencias serológicas más marcadas que entre los chinos y los hindúes o que entre los chinos y senegaleses, lo cual ha servido de base, junto con otros hechos, para que algunos antropólogos, entre ellos el profesor Matiegka, formulen reservas sobre el valor antropológico de los grupos sanguíneos y consideren que hay más relaciones entre grupo sanguíneo y constitución que entre grupo sanguíneo y raza.

Un tema de la moderna Antropología es el de la constitución, que ha sido definida por nuestro colega el profesor George Montandon como "el conjunto de modalidades comprendidas en el margen de posibilidades no patológicas del cuerpo humano" o, como lo hace el profesor Mendes Correa, "el desarrollo relativo de las partes del ser considerado estructural y funcionalmente".

Los estudios clínicos y antropológicos han llevado al establecimiento de una serie de tipos constitucionales. Su número varía según los diversos autores, por lo cual sólo presentaremos aquí la clasificación del gran psiquiatra E. Kretschmer. Este distingue tres tipos: asténico, atlético y pícnico.

El primero, llamado también leptosomático, está caracterizado por figuras esbeltas, ya endebles y delicadas, ya enjutas, de cara estrecha, angulosa, con nariz aguda y prominente y mandíbula exigua. La piel es seca, los brazos delgados, con músculos poco desarrollados, manos descarnadas, tórax plano, pudiéndose contar las costillas, vientre desprovisto de grasa y piernas delgadas. El peso es inferior a la talla.

El tipo atlético está caracterizado por un fuerte desarrollo del esqueleto óseo, la musculatura y la epidermis. Se trata de individuos de talla igual o mayor de la media, de tórax y cintura escapular poderosos, extremidades gruesas, espaldas anchas, y de masas musculares muy desarrolladas cubiertas por una ligera capa adiposa.

Por último, el tipo pícnico tiene como caracteres principales un gran desarrollo de ciertas cavidades viscerales (cráneo, tórax, abdomen) y una tendencia pronunciada a la acumulación de grasa en el tórax. Son individuos de talla media, con cara redonda, cuello corto y grueso, espalda redonda, vientre saliente y grasiento, extremidades cortas, redondas y grasientas, manos pequeñas, piel espesa y músculos blandos.

Se discute mucho la relación de la constitución con la raza. Para unos autores como Bauer, Tandler y Jankowsky la raza es igual a constitución y los

caracteres individuales serían efecto de la acción del medio y de las hormonas. Para otros, principalmente el profesor E. Fischer, la constitución serían precisamente por estos caracteres producto de la acción del medio externo e interno, mientras que para el profesor Saller serían los caracteres individuales. Nuestra opinión coincide con la del profesor E. Fischer, puesto que si ciertos caracteres raciales coinciden con otros constitucionales, no siempre sucede así. Ya el profesor Weidenreich ha probado que la determinación de los grupos constitucionales es difícil entre los indios americanos a causa de su polimorfismo.

La relación de sexo y de constitución se interpreta de distinta manera, pues mientras que para unos los tipos no se aprecian en la mujer, otros creen que este sexo es el que presenta más claramente no sólo los caracteres constitucionales, sino también los raciales.

Una teoría hace derivar a los tipos constitucionales de las secreciones internas. El tipo de leptosomático se debería a una hiperfunción del tiroides y de la hipófisis y a una hipofunción de la glándula germinal. El tipo eurisomático sería, por el contrario, debido a una hipofunción de la glándula tiroides y a una hiperfunción de la germinal y de la suprarrenal.

En su "Introducción a la Antropobiología" el profesor Mendes Correa dice con acierto que la ciencia, como los vestidos, tiene sus modas, y que la Endocrinología ha tenido su época en que ha servido de explicación universal. Muy curiosa es, por ejemplo, la teoría sobre antropogénesis del profesor Bolk, anatomista holandés de gran fama, que citamos a título de curiosidad. La aparición del hombre sería consecuencia de un retardo fetal de un precursor antropoideo, originado por un proceso endocrino. El precoz y acentuado desarrollo cerebral del hombre sería la compensación de ese retardo en la evolución ontogénica de otros caracteres, que en los antropoides y en los mamíferos en general, alcanzan su rápido y completo desarrollo. Entre los caracteres que, según Bolk, son propios del adulto humano y fetales de los antropoides y mamíferos, figuran la desnudez, la ortognatia, la posición central del agujero occipital, la forma del pabellón auricular, la estructura de la mano y del pie, etc.

La teoría de que los caracteres raciales se deben a variaciones étnicas endocrinas fue expuesta ya en 1919 por el gran anatómico Arthur Keith, y ha sido seguida por Stockard, Freidenthal, Lipschutz y otros. El tipo mongol se originaría por una insuficiencia tiroidea. Los caracteres de la raza de Neanderthal pudiera ser efecto de una hiperfunción de la hipófisis; la raza blanca se atribuye a una hiperfunción pituitaria y la negra a una perturbación suprarrenal. De todos modos, justo es advertirlo, todavía no hay una seguridad plena en estas cuestiones, en las que se trabaja intensamente en la actualidad, mas todo hace presagiar el que la Antropobiología ha de arrojar viva luz en los oscuros y apasionantes problemas.

Pero al antropólogo no le interesa sólo el hombre sino que en los últimos tiempos ha procurado averiguar si hay una relación entre las razas y las enfermedades. Daremos algunos ejemplos de estas curiosas investigaciones.

El doctor Pales, de Bazzaville, ha publicado un trabajo muy interesante sobre la apendicitis en los negros del Africa ecuatorial francesa. Mientras que entre los europeos, según las estadísticas que publica, aparece esta enfermedad con una proporción de un 1 por 100, entre los negros lo es en sólo un 0.03 por 100. Además de la raza, parece haber factores de medio ambiente, puesto que apenas padecen apendicitis los europeos que viven en la selva en condiciones parecidas a las de los negros.

También el doctor M. Monglond se ha ocupado de la glucemia en las razas y ha hecho resaltar el hecho de que la hipoglucemia (exceso de azúcar en la sangre) apenas origina molestias en los negros, aun en proporciones que serían mortales para los blancos.

Extraordinario interés tuvo la conferencia dada, a primeros de 1935, en el Instituto de Paleontología humana de París, por el doctor Henri Vallois, uno de los más afamados antropólogos de la moderna generación. Según el extracto publicado en la revista francesa "L'Anthropologie", los hombres paleolíticos padecieron reumatismo a juzgar por el estudio de los huesos, especialmente de las vértebras y del esqueleto de los miembros. La misma enfermedad padecieron los hombres del Neolítico y de las Edades del Metal, y era debida especialmente a la humedad de las cuevas o de las proximidades de ríos y lagos, lugares todos ellos que eran los que escogían con preferencia como morada. De huesos con lesiones originadas por la tuberculosis hay once casos conocidos en toda Francia, que pertenecen al Neolítico y a la Edad del Bronce. Otra enfermedad padecida por el hombre desde la Edad de la Piedra pulimentada era, según el doctor Vallois, la sífilis. Cita como auténticos dos huesos de las cuevas artificiales de Baye, dos tibias de los dólmenes del Eure y otros huesos de la Edad del Bronce, de Siberia.

Ninguno de los dientes del hombre fósil, que se conocían hasta 1935, ofrecen señales de caries. Los primeros indicios de esta enfermedad los encontramos en los cráneos de Aveline (Gran Bretaña) y Téviac (Morbihan, Francia), que pertenecen al Mesolítico, es decir, en la época de transición entre el Paleolítico y el Neolítico. Después, según los estudios minuciosos, esta enfermedad se hizo cada vez más frecuente. Los dientes cariados son de un tres a un cinco por ciento en relación con los sanos, durante el Neolítico, y un diez o quince por ciento en la Edad de Bronce.

El doctor Vallois insistió en su conferencia sobre la necesidad de desechar el error tan corriente de creer que el hombre prehistórico era de robusta constitución y de excelente salud.

* * *

La cuestión capital de la Antropología sigue sien-

do la relativa al origen del hombre y de las razas, pues la ciencia debe buscar el proceso natural por el cual han podido formarse uno y otras. Con esto se toca al evolucionismo sobre el que tanto se ha exagerado, especialmente por pseudocientíficos que han dado como cierto lo que son nuevas hipótesis de trabajo y teorías provisionales.

De éstas había hasta principios del siglo dos series de doctrinas a las que hay que agregar la ologénica. La más antigua de aquéllas, la de Lamark, según la cual las especies se originan por la acción del medio que produce un desarrollo o una reducción según el uso o desuso de los órganos. Darwin concedió un gran valor a la selección natural y a la lucha por la existencia, para la formación de las especies, y tanto uno como otro, consideraban como factores de la evolución la herencia de los caracteres adquiridos y el que los nuevos caracteres eran debidos a la acción de factores externos. Se debe al profesor Abel varias modificaciones importantes a las tesis anteriores, ya que no considera una adaptación al medio, sino una reacción que puede ser útil, indiferente o perjudicial al organismo. Además de esta ley biológica hay otras tres más: la de Dollo sobre la irreversibilidad de la evolución; la de Cope, según la cual sólo los organismos no especializados son los que evolucionan, y la ley de Rosa, de la reducción progresiva de la inviabilidad en el curso de la evolución filogenética.

Mayores dificultades ofrecen las teorías de la selección germinal de Weismann, la de las mutaciones de Hugo de Vries y la del hibridacionismo de Lotsy. Una nueva teoría, o sea la del profesor Rosa, parece explicar mejor que todas las anteriores, el oscuro problema de la evolución, la cual la adoptamos, al igual del profesor Montandon, no como verdad absoluta sino sólo como la hipótesis que da una mejor explicación a los hechos. Los principios fundamentales de la ologénesis son: el que el desarrollo se hace por fuerzas internas y que las especies derivan unas de otras dicotómicamente originándose una rama precoz de desarrollo frustrado y una rama tardía floreciente. Además, es básica la creencia de que las nuevas especies reducen el área geográfica de la antecesora que ocupa un espacio geográfico mucho más amplio.

Respecto al Hombre se discute, y se ha discutido, si comprende una sola especie o si, por el contrario, hay que agrupar las razas en especies distintas. En este caso, lógicamente se impone la creencia de un origen múltiple. El famoso antropólogo Klaatsch hacía derivar los negros del gorila, los blancos del chimpancé y los amarillos del orangután. Ahora bien, en la actualidad no se admiten de ningún modo que los antepasados del Hombre hayan sido los grandes antropomorfos actuales, sino acaso formas arcaicas suyas. Este problema se complica aún más ya que cada día tiene mayor aceptación la idea de que el Hombre es un ser más antiguo y menos adaptado al medio que los grandes monos antropomorfos.

En la actualidad va ganando adeptos la doctrina monogenista puesto que la anatomía comparada suministra pruebas muy valiosas en favor de esta tesis. La ologénesis, como hemos dicho, explica muy bien una serie de hechos extraños relativos a la repartición geográfica de los tipos del hombre fósil y su relación con las razas actuales.

Probablemente el hombre primitivo, primitivo en cuanto a tiempo, debió ocupar todo el Antiguo Mundo, ya que restos de antropinos (tipos humanos fósiles con caracteres de monos antropomorfos) y de homínidos (hombres con menores caracteres simios) se encuentra en puntos tan apartados como Pilt-down (Inglaterra), Mauer (Alemania), Broken Hill (Rhodesia), Trinil (Java) y Peking (China). Otro hecho que se explica por la ologénesis es el que los hombres fósiles no tienen los caracteres tan acentuados como las razas actuales. Hay cráneos y esqueletos negroides, parecidos a los de los negros actuales pero no idénticos, procedentes de las cuevas de Grimaldi (Menton), Combe-Capelle (Francia), Brán (Moravia) y Asselar (Sahara), etc.

Otros restos esquimoides (no de esquimales) son los de Chancelade y de Roc (Francia), mientras que en el Sur de Africa los hay europoides (Boskop y otras localidades).

Sin que se nieguen las migraciones la ologénesis explica estos hechos partiendo de la base de que el hombre en su origen era indiferenciado; de que los tipos iniciales de las razas actuales ofrecían caracteres menos marcados que ahora; y que estos tipos ocupan áreas geográficas inmensas que se superponían unas a las otras. Un hecho, que cada vez encuentra mayor aceptación entre los antropólogos, es el carácter infantil de algunos cráneos prehistóricos y el que las razas con caracteres acentuados como la de Neanderthal no son ramas evolutivas de la humanidad sino, al contrario, callejones sin salida.

Aparte de las fuerzas internas, desconocidas, que la ologénesis considera como causa de la formación de las especies, el profesor G. Montandon reconoce como factores posibles externos la acción de los hormonas, la hibridación, el aislamiento y la "self-domestication".

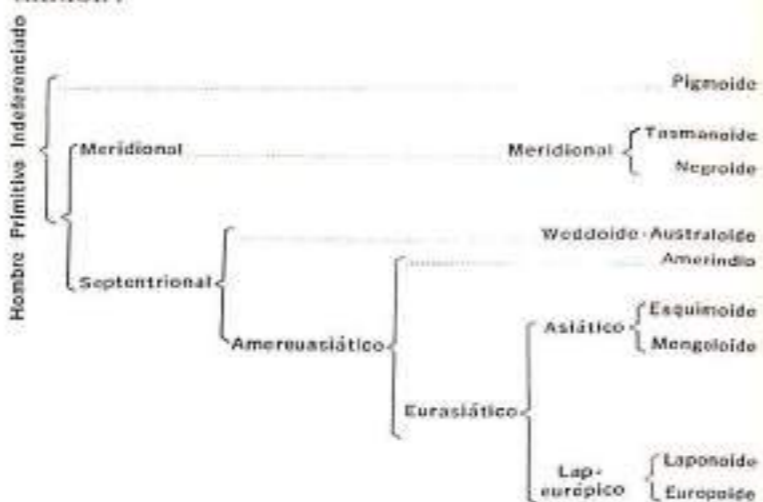
El problema de la clasificación de las razas humanas se ha hecho hasta la fecha de una manera empírica a base de unos cuantos caracteres que se ordenaban caprichosamente. Es un mérito de la teoría ologénista el permitir formar una clasificación racial natural y filogenética.

Del hombre primitivo indiferenciado se ha originado una rama precoz formada por las pigmoides de baja estatura (140-160 cms.), dolicocefalos o mesocefalos, de piel de color amarillo o pardo, pelo negro y con numerosos caracteres infantiles. Esta gran raza pigmoide desarrolla, por otra parte, la cultura más primitiva de los pueblos actuales que evidentemente es muy antigua.

La rama tardía originó, a su vez, una rama precoz meridional que produjo la raza negroide con sus

dos subrazas, la tasmanoide y la negroide, que, a su vez, comprende los papuas, los negros propiamente dichos, los etiopes y los drávidas de la India. De la rama tardía septentrional se originó como precoz la raza weddoide-australoide, donde habría que incluir la raza de Neanderthal, y el tronco amer-euasiático cuya primera rama precoz serían los indígenas americanos. De la rama tardía respectiva derivarían dos troncos, el asiático (con las dos razas esquimoide y mongoloide) y el lap-európico (con las razas lapoide y europoide).

Para mayor claridad presentamos el siguiente cuadro, tomado de la obra del profesor G. Montandon:



Es lógico y natural que temas tan modernos y tan complicados como los que tratamos en este estudio, no pueden ser tratados con toda la amplitud que merecen.

De la raza o razas americanas nos ocuparemos en otro lugar de este estudio.

BIBLIOGRAFIA

Sobre técnica moderna antropológica:
 Martin (R.): Lehrbuch der Anthropologie, 2ª edición. Jena. 1928.
 Loth (E.): Anthropologie des parties molles. París. 1931.
Sobre fisiología antropológica:
 Lattes (L.): L'individualité du sang. París. 1929.
 Barbara M.: I fondamenti della craniologia costituzionalista. Roma, 1933.
 Galant (J. S.): Konstitutions-typenlehre der Frau. Anatomische Anzeiger. Tom. LXIII. 1927.
 Weldenreich (F.): Rassen und Koerperbau. Berlin. 1927.
 Kretschmer (E.): Konstitution und Rasse. Berlin. 1921.
 Fischer (E.): Die Rehobother Bastards und das Bastardierungsproblem beim Menschen. Jena. 1933.
 Gayénot (E.): La variation. París. 1930.
 Thomson (J. A.): L'hérédité. París. 1930.
 Mendes-Correa (A. A.): Introdução a l'Antropologia. Academia das Ciências de Lisboa. Biblioteca de Altos Estudos. Lisboa. 1933.
 Vega (J. P. de la): La herencia fisiopatológica en la especie humana. Madrid. 1936.

Origen del hombre y de las razas:

Montandon (G.): L'ologénesis humaine. París. 1928.

Idem: La race. Les races. París. 1933.

Fischer (E.): Die gegenseitige Stellung der Menschenrassen auf Grund der mendelschen Merkmale. Comitato italiano per lo studio del problema delle populatione. Congrès international pour les études sur la population. Rome, 1931.

Boule (M.) et Vallois (H.): L'homme fossile d'Asselar. Archives de l'Institut de Paléontologie humaine. Mem. 9. París. 1932.

Boule (M.): Les hommes fossiles. París. 1923.

Winort (H.): Ursprung der Menschheit. Stuttgart. 1932.

Obermaier (H.): El hombre fósil. Madrid. 1926. 2ª edición.

Eickstedt (E. von): Rassenkunde und Rassengeschichte. Stuttgart. 1933.

Reche. Artículos sobre Antropología en el Reallexikon der Vorgeschichte, dirigido por M. Ebert. Berlin. 1923-1929 (15 volúmenes).

Mendes-Correa (A. A.): Homo. Porto. 1923.

II

ANTROPOLOGIA CULTURAL Vida económica y social

Hasta ahora nos hemos referido al hombre, considerado como un sér natural. Nos corresponde el ocuparnos de cómo se ha adelantado en el estudio de sus características culturales y espirituales. Es decir, de la Antropología cultural.

Hemos de comenzar por hacer una distinción entre dos ciencias afines: la Etnología y la Etnografía. La primera investiga, según el criterio más acertado de las escuelas alemanas, las formas, origen, repartición geográfica e historia de la cultura humana, tanto en su conjunto como en sus partes fundamentales como la Economía, la Sociología, el Derecho, la Moral, el Arte, la Ciencia y la Religión. Por el contrario la Etnografía es ciencia descriptiva y base de aquélla. Está dedicada al estudio de los pueblos tanto en su aspecto físico como cultural, en relación, además, con el medio ambiente. La Etnografía ha hecho grandes adelantos en estos últimos tiempos, pero para la reseña de las principales expediciones de los últimos años y el examen de sus resultados necesitaríamos un espacio del que no disponemos. Además sería innecesario puesto que las grandes líneas generales serán expuestas al tratar de los problemas básicos de la Etnología.

Los progresos en estos últimos años han sido considerables, pero, claro está, siempre es más lo que se ignora que lo que se conoce e incluso cuando se logra la solución satisfactoria a un problema se abren nuevas incógnitas a la investigación.

Los grandes avances en estos últimos años han sido especialmente metodológicos, por lo cual la Etnología ha encontrado una magnífica base de trabajo. Para darnos cuenta de ellos lo más conveniente es echar la vista atrás.

Cuando los europeos se encontraron por vez primera ante los pueblos de América, Africa y Oceanía, lo primero que les llamó la atención fue su estado de vida atrasado y primitivo. El nombre de salvajes les fue aplicado a todos por igual y no se vieron diferencias de grado entre unos y otros pueblos.

El evolucionismo darwiniano contribuyó a poner un poco de orden en este caos. La idea básica fue que el hombre había evolucionado desde formas sencillas, biológicas, sociales, religiosas, morales, etc., a formas más complicadas y elevadas. En líneas generales se admitieron tres grandes períodos culturales: el salvajismo, la barbarie y la civilización, divididos a su vez en varios grados.

El nivel más inferior del salvajismo se conocía sólo teóricamente. Al considerarse como indudable que el hombre descendía del mono, se pintaba al hombre viviendo en las grandes selvas, alimentado de frutos y otros productos vegetales, como esclavo de la naturaleza. Esta etapa, teórica entonces, se ha visto arrinconada por el descubrimiento de los pueblos primitivos, que, lejos de ser tan bestiales como se les suponía, reúnen caracteres biológicos netamente humanos por una parte y tienen instituciones y creencias más puras de lo que pudiera suponerse.

Al estado medio correspondían, como adelantos económicos, el uso del fuego, la caza y la pesca, esta última probable por la invención de la maza y de la lanza, y la talla de la piedra. Se creyó indebidamente que la antropofagia se debía a causas económicas. Se consideraron como pueblos actuales que vivían en esta fase los australianos, tomados en bloque, y los polinesios, lo cual es inadmisibile.

El estado superior del salvajismo se interpretó como debido al invento del arco y de la flecha, que originaron mayores éxitos en la caza. Se veía en estos pueblos un tránsito hacia la barbarie, especialmente en pueblo, con vasijas y utensilios de madera (que son tan antiguos como el hombre), el tejido de fibras, los tejidos y cestas de junco y los utensilios y armas de piedra pulimentada como los neolíticos. Un pueblo típico para este estado eran los indios del NW. de América.

La barbarie comenzaba con la invención de la cerámica, de la domesticación de los animales y del cultivo de las plantas. En el estado medio estaban los pieles rojas del E. del Mississippi, los indios "pueblos" y los indígenas precolombinos de México, Colombia y Perú. De igual manera estaban también los semitas de Mesopotamia y los arios europeos y asiáticos, estos tomados en el sentido propio del siglo pasado. No deja de ser curiosa, por la ingenuidad, la creencia sostenida entre otros por M. Engels de que "es más que verosímil que el cultivo de los vegetales tenga por origen la necesidad de disponer de piensos para los ganados, ya que hasta mucho más tarde no fueron utilizados como alimento del hombre", puesto que la agricultura nace como una derivación de la recolección de vegetales llevada a cabo por las mujeres de los pueblos caza-

dores. También es falso el que la leche de los ganados haya favorecido el desarrollo de la infancia de estos pueblos, pues es general el que sientan respecto a ella una invencible repugnancia.

La fase superior de la barbarie se consideró como caracterizada por la fundición del hierro y el aumento de la producción. En ella estaban los griegos en la época heroica, las tribus itálicas hasta poco antes de la fundación de Roma, los germanos de Tácito, y los normandos del tiempo de los vikingos.

Este desarrollo lineal, esta evolución única, se aplicaba a todos los pueblos de la tierra y era el fruto de un estudio poco profundo, que atendía sobre todo a las formas económicas y a las sociológicas. Por otro lado la Etnología se apoyaba en la ley del pensamiento elemental del gran etnólogo alemán A. Bastian, según la cual el hombre en circunstancias iguales lleva a cabo producciones iguales.

Los iniciadores del nuevo método histórico-cultural fueron el profesor Ratzel, y el gran etnólogo Leo Frobenius, los cuales hicieron notar la necesidad de estudiar las conexiones históricas de los pueblos, para alcanzar el fin de la Etnología, que debía ser el de escribir "la historia de los pueblos sin historia", no sólo de las migraciones, sino también de los elementos culturales, lo mismo en su conjunto que aislados, tanto de las instituciones sociales y creencias religiosas como de objetos de uso diario o de bienes materiales.

Esta ruta fue seguida por los profesores F. Graebner y B. Ankermann, al ordenar los espléndidos materiales etnológicos de Oceanía y África del Museo de Etnografía de Berlín. Al primero se debe una excelente obra de metodología etnológica. Los principios fundamentales son el criterio de la forma y el de la cantidad. Cuando una misma forma se ve repetida con mucha frecuencia, es indicio seguro de una comunidad de origen, aunque se trate de áreas geográficas separadas. Un impulso considerable ha recibido esta escuela histórico-cultural por la actuación del más grande de los etnólogos actuales, el Padre Wilhelm Schmidt, profesor de la Universidad de Viena y del Instituto Misional que la Congregación del Verbo Divino tiene establecida en Saint Gabriel-Moedlig, cerca de Viena. En la actualidad es director del Museo Misional Luterano de Roma. Sus estudios sobre Australia, en la que descubrió cinco capas lingüísticas y culturales, sobre las provincias y capas culturales de Sur América, sobre los pigmeos, y especialmente su obra monumental sobre el origen de la idea de Dios (*Der Ursprung der Gotteridee*), han sido celebrados en todos los centros científicos del mundo. La última obra citada, que consta de seis tomos de cerca de un millar de páginas cada uno, marca una nueva época en el estudio de la Etnología y de manera especial en la Historia de las Religiones.

El método histórico-cultural cuenta con la adhesión de los etnólogos más significados de todo el mundo, como W. Koppers, Gusinde y Schwesta y el profesor Lebzelter (Viena), discípulos del Padre

W. Schmidt. En Inglaterra siguen este método los profesores W. H. Rivers y B. Malinowski. Ya en 1897 el profesor F. W. Maitland formuló la necesidad del nuevo método al decir: "la Etnología debe escoger entre ser histórica o no ser nada".

En Francia siguen los métodos histórico-culturales los profesores P. Rivet, M. De Lafosse, G. Montandon y el P. Pinard, de la Boullaye. Nordenskiöld y sus discípulos del Museo de Goeteburg lo hacen de manera tímida pero siguen un método geográfico. En cambio, en Norte América este método ha tenido gran aceptación. Los representantes más significados de este movimiento son los profesores F. R. Boas, R. M. Lowie, A. Goldenweiser, E. Sapir, A. Wisler y R. B. Dixon, que han constituido una escuela diferente, puesto que tienen reparos a admitir una conexión histórica entre sistemas culturales separados hoy por grandes distancias geográficas.

Los pueblos, según los resultados del método histórico-cultural, no han seguido una dirección única como se creía antes, esto es, que habían pasado por las etapas económicas de cazadores, pastores y agricultores, sino que han seguido caminos independientes.

Además, el progreso no se ha efectuado por igual, y mientras unos pueblos se han estacionado, otros han seguido adelante, siguiendo su propio impulso interior o adaptándose a las circunstancias.

Se ha observado y esto es de interés, que todos los elementos de una cultura forman un todo armónico, unido estrechamente, de tal modo que abarca desde la vida religiosa, formas sociales e instituciones morales y jurídicas hasta la ornamentación y las formas de los objetos de uso diario.

Una gran conquista del método histórico-cultural ha sido el lograrse una clasificación etnológica de los pueblos, que coincide en sus líneas generales con los modernos resultados de la Antropología física (ologenismo) y con la Arqueología.

Se reconocen como los pueblos más primitivos aquellos que tienen una vida económica más sencilla, esto es, en los que los hombres son cazadores mientras que las mujeres son recolectoras de productos vegetales. Algunos de estos pueblos, cuando fueron visitados por vez primera por los europeos, no sabían obtener el fuego ni tallaban la piedra. Sus instrumentos eran de madera, de concha o de hueso y prácticamente representan una edad pre-paleolítica, desde el punto de vista cultural. Son pueblos primitivos los negritos del centro de África, los bosquimanos del Sur del Continente negro, los andamanes, los wedda de Ceylán, los semang y senoi de Malasia, los australianos del SE. (*gurditschumara* y *wotjobaluk*), los negritos de Filipinas, los algonquinos de Norte América, los hoka, penuti y yuki de California, quizá los shirishama de las fuentes del Orinoco, los ges tapuya del Brasil y los selknam (onas), alakaluf (*halakwalup*) y yaganas (*yamana*) de la Tierra del Fuego. Todos estos pueblos, de un primitivismo biológico notable y de una vida económica elemental, ofrecen como otras ca-

racterísticas, el monoteísmo, alta moralidad, familia monogama, patriarcado y vida pacífica. Como pruebas de ser una cultura evidentemente arcaica se aducen, el que todos los pueblos viven en extremos de continentes, selvas e islas de acceso difícil y donde la vida no es grata; de estas regiones han sido ellos los primeros ocupantes y han llegado allá empujados por otros pueblos más cultos y más fuertes. Por otra parte, nada hay en estos pueblos primitivos que indique una etapa anterior más rica y perfecta de la que puedan proceder por degeneración.

De la cultura primitiva se han originado las culturas primarias, que tienen como base económica, no el aprovechamiento de la naturaleza sino su explotación. El desarrollo se hace en tres direcciones, originándose las culturas siguientes: a) Matriarcal exógama o del pequeño cultivo; b) Totemista exógama patriarcal o de la gran caza; y c) Pastoral nómada de derecho paterno.

La primera deriva de la recolección de vegetales hecha por las mujeres de los pueblos primitivos. Deriva la cultura aldeana y a ella pertenecen muchos pueblos del E. y W. de Australia, Melanesia media, una parte de Indonesia, India anterior y posterior, África occidental y media y de ciertas partes de las dos Américas.

La cultura totemista es originaria por el desarrollo de los métodos de caza y es la productora del arte, de la industria, del comercio y de la vida urbana. Está repartida por el Sur y Centro de Australia, Nueva Guinea, ciertas partes de la Melanesia e Indonesia, India anterior y vastas regiones de América.

A la cultura pastoril pertenecen los futuros pueblos conquistadores esto es los uralo-altaicos, los indo-germanos, camitas y semitas. De la mezcla de estas culturas se originan las culturas secundarias cada vez más complicadas, y de la combinación de éstas las culturas arcaicas, germen a su vez de las grandes culturas históricas, que se nos aparecen como ramas fructíferas del gran árbol genealógico de la Humanidad, del cual son las raíces los pueblos más remotos de las edades prehistóricas.

• • •

Los dos problemas fundamentales de la Economía etnológica son saber cuál ha sido el desarrollo de las formas económicas y cómo se han originado éstas.

La más antigua de las teorías del desarrollo económico es la de los tres estados o de las tres etapas, según la cual el hombre había sido primero cazador, después ganadero y por último agricultor. Quien primero la expuso fue Dicaarco de Mesenia, que murió el año 320 a. J. C., el cual antepone a estas etapas una anterior paradisiaca, correspondiente a la legendaria Edad de Oro. Fue admitida también por el poeta romano Lucrecio, quien es además el autor que primeramente vislumbró una sucesión acertada de las edades prehistóricas. La teoría, admitida sin discusión por todos los tiem-

pos siguientes, e incluso por uno de los fundadores de la Economía como Adam Smith, fue presentada en una forma perfecta e idealizada por el gran poeta Schiller en su balada "La fiesta de Eleusis".

Por mucho tiempo esta teoría fue aceptada sin discusión, puesto que los estudios sobre los indogermanos, pueblo pastoril por excelencia, la apoyaban. Así, el desarrollo económico de los pueblos prehistóricos, según Mortillet, era el siguiente: los pueblos paleolíticos fueron cazadores, los neolíticos pastores y sólo los de la Edad del Bronce agricultores. Lo primero era indudable puesto que las pinturas rupestres del levante de España nos ofrecen escenas de caza del Paleolítico final. Tampoco ofrece dudas de que hubo agricultura en la Edad del Bronce europea, puesto que se conocen rejas de arado y representaciones de este instrumento en los grabados rupestres de Liguria y de Escandinavia.

Si la teoría de los tres Estados se aplica solamente a Europa, pudiera considerársela acertada hacia final de siglo, puesto que no se había reconocido valor a ciertos hechos y hallazgos. El error principal de sus partidarios fue el considerar el paso de una etapa a otra como forzoso, y el pretender aplicarla a todos los pueblos.

Constituye un mérito de Alejandro von Humboldt el insistir en que los pueblos americanos habían pasado de ser cazadores a agricultores sin ser ganaderos, y que en el Nuevo Continente faltaban pueblos cuya ocupación principal fuese la cría de animales domésticos.

La clave de la cuestión residía en la manera defectuosa de concebirse el problema del origen de la agricultura y de la ganadería. Ya hemos insistido en el error de Engels de creer que la primera nació de la necesidad de procurarse pienso para los ganados. Otro fue el desconocimiento de la anterioridad a la agricultura con arado, la fase hortelana de cultivo con el azadón, que deriva de la labor de recolección hecha por las mujeres de los pueblos cazadores. Debemos a Bachofen, Waitz, Nowacki, y Ling Roth el reconocimiento de que de la caza y de la recolección se ha originado la ganadería y la pequeña agricultura, así como el que ésta fue una invención de la mujer.

Las teorías de Ratzel y E. Hahn arrinconaron la de los tres Estados, puesto que el desarrollo se presenta de otra forma muy distinta. Según Hahn, el camino general ha sido: recolección, caza y pesca y horticultura. En cambio, el cultivo con arado y la ganadería han tenido su origen local, en la cultura babilónica. Uno y otro han nacido de prácticas religiosas. Según Hahn, en Babilonia se adoraba una divinidad femenina a la que se sacrificaba la vaca. Como también este animal servía para conducir el carro de la diosa, hubo necesidad de encerrar animales salvajes que poco a poco fueron domesticándose. De igual manera el arado sirvió en un principio para rasgar el suelo en ceremonias religiosas destinadas a fecundizar la tierra. Hacia el principio de los tiempos históricos, estas prácticas perdieron su carácter esencialmente religioso.



quirieron un valor económico. Agricultura y ganadería se propagaron desde Oriente, por Asia, Norte de África y Europa.

La teoría de Hahn no puede negarse de manera rotunda puesto que la domesticación animal se debe en parte a motivos religiosos. Lo que sí es evidentemente equivocado es el localizar el foco de origen en Babilonia.

En la actualidad es admitido cada vez con mayor fuerza, el que la ganadería debe su origen a razones económicas, tales como motivos religiosos, como disponer animales para los sacrificios; por el instinto de sociabilidad y simpatía que siente el hombre con los animales; o, sencillamente, por el afán de la propiedad.

La agricultura se originó como consecuencia del trabajo de las mujeres recolectoras, que descubrieron el proceso reproductivo de las plantas. Es posible que esta transformación económica se deba en gran parte a los cambios de climas del Epipaleolítico. Thurnwald cree que en esta transformación tuvo un papel importante el robo de mujeres, y admite como prueba el que entre los dama montañeses del SW. de África las mujeres robadas, en las luchas por la posesión de los territorios de caza, quedan en situación subordinada a las mujeres de la tribu, pues no se las encomienda el libre vagar necesario para la recolección, sino que se las obliga a trabajar en la huerta. De todas maneras resulta que la mujer adquirió progresivamente una importancia económica cada vez mayor con el cultivo de su huerto, que se tradujo también en el aumento de poderío en la familia y en la sociedad que refleja el matriarcado.

Posteriormente el hombre, al cultivar la tierra con el arado, desalojó a la mujer de este papel preponderante en la Economía. De todas formas, hoy en vez de un desarrollo lineal económico, la escuela histórico-cultural establece como seguro un mayor número de formas, su autoeconomía, su progresiva complicación y su relación con otras manifestaciones. El primer autor que ha establecido una relación entre las formas de la economía y las formas familiares, fue E. Grosse, si bien exagera en la fuerza preponderante del factor económico.

Las líneas generales de su teoría han servido de base a los estudios de W. Schmidt y W. Koppers, según los cuales la etapa más sencilla es la simple recolección, de la que se pasa a la caza y la pesca, con división de trabajo por sexos, en la que el hombre tiene estas ocupaciones mientras la mujer sigue recolectora. De aquí derivan las tres culturas primarias: de la caza primitiva se originan la gran caza de la cultura totémica y la ganadera, y de la recolección femenina la agricultura del azadón. La combinación de estas culturas originan formas muy variadas, como pueblos ganaderos que dominan otros agricultores; agricultores con arado; mineros o metalúrgicos y agricultores; agricultores y pescadores, etc.

* * *

Sobre el desarrollo de la familia se ha sucedido

una serie de teorías que han sido anuladas por la escuela histórico-cultural.

Las más antiguas son las de J. J. Bachofen y Lewis H. Morgan, que por haber sido divulgadas por F. W. Engels, son consideradas aun hoy por muchos sociólogos de menor cuantía, como las supremas conquistas de la ciencia. Para Bachofen es un mérito el haber llamado la atención en 1861 sobre el hecho de que antes del derecho paterno había habido una fase matriarcal, que fue precedida de una promiscuidad sexual. Bachofen trabajó a base de datos mitológicos y legendarios de los pueblos de la Antigüedad.

Esta teoría fue ampliada por el profesor norteamericano L. H. Morgan, quien trazó el siguiente desarrollo evolutivo familiar. A partir de las etapas más antiguas se suceden:

- 1º Promiscuidad ilimitada.
- 2º Familia consanguínea (sólo prohibida la unión de padres e hijos).
- 3º Familia punalúa (matrimonio de grupos).
- 4º Familia matriarcal.
- 5º Patriarcado.
- 6º Monogamia.

Esta teoría, que tuvo gran aceptación en su tiempo, encontró detractores de renombre como C. N. Starcke, E. Westermarck y E. Grosse. La fase primera fue acogida con recelos. Un estado de promiscuidad, es decir de relaciones sexuales sin freno, no se ha probado en ningún pueblo primitivo actual. Algunos casos citados por etnólogos del siglo pasado se basan en observaciones rápidas hechas sin crítica alguna. Lo mismo sucede con la negativa del incesto, que es mirado con horror por todos los pueblos. Es, pues, absurdo y falso el considerar como forma originaria de la familia la consanguinidad.

La familia punalúa no es la forma actual más primitiva de familia, como creía Engels, puesto que los indígenas de las islas Hawai pertenecen a las culturas secundarias y los iroqueses son totemistas. Había un conocimiento equivocado de la lengua y se consideraban como matrimoniales formas de relación sexual extra-matrimoniales, que en todas las tribus acompañan a la monogamia.

Engels tomó de Bachofen y de Morgan la idea equivocada de que el paso del matrimonio por grupos al de parejas se hizo mediante una fase en que la mujer debía prostituirse para obtener su libertad ulterior.

Como formas matrimoniales se presentaba el matriarcado, muy desarrollado, y el patriarcado de los pueblos pastores. Engels comete el error de creer que en los pueblos pastores hay derecho matriarcal y explica el paso al patriarcado por una "revolución" basada en motivos económicos, esto es, en el afán de apoderarse los hijos de las riquezas del padre. Exagera la situación desventajosa de la mujer en el patriarcado, "la cual —según él— se convirtió en esclava del capricho del marido y en máquina productora de hijos". Destaca los defectos de la organización, los abusos de la autori-

dad, y calla las virtudes del sistema para repudiar el último grado de la evolución, o sea la familia monógama.

Hay una teoría, que si no fuera por haber sido remozada por el fundador del Psicoanálisis, no merecería nuestra atención, pues no tiene trascendencia científica alguna. Nos referimos a la teoría de J. J. Atkinson, de considerar la familia primitiva gobernada por un anciano que expulsa a los hijos del campamento, pero un día éstos le dan muerte y comen su cadáver. El arrepentimiento determinó la creación del totemismo y la renuncia a las mujeres de la familia, que eran deseadas por la exogamia. Tales errores graves, se acumulan en esta aplicación a la Etnología del complejo de Edipo, que ha sido rechazada por todos y ha sido objeto de las más vivas y severas críticas por sabios como W. H. Rivers, Fr. Boas, A. L. Kroeber, B. Malinowski, W. Schmidt, etc.

En la actualidad las teorías evolucionistas sobre el origen y desarrollo de la familia han sido destruidas de todos los centros científicos, por los descubrimientos etnológicos y los estudios metódicos y seguros y por la aplicación del método histórico-cultural.

Los pueblos evidentemente más primitivos son los pigmeos y en éstos la familia es monógama, de una moralidad absoluta, con fidelidad conyugal y una base religiosa, es decir, con características propias de una cultura muy elevada. Este resultado, expuesto por W. Schmidt en 1910, ha sido aceptado por todos los etnólogos.

En América del Norte, sobre cuyos pueblos indígenas basó su teoría Morgan, ha sido rechazada por R. J. Swanton, A. A. Goldenweiser y R. H. Lowie. Este último se expresa así: "El comunismo sexual (del matrimonio de grupos) como ocupando el lugar del matrimonio individual, no existe en ninguna parte hasta el presente y las pruebas invocadas deben ser descartadas como insuficientes... Pero, la familia bilateral (constituida por el hombre, la mujer y los hijos), es una unidad absolutamente universal de la sociedad humana".

De igual opinión son numerosos etnólogos y sociólogos europeos. El inglés W. H. Rivers declara: "Nuestros conocimientos actuales no ofrecen ninguna sombra de prueba en favor de la teoría de Morgan, que presenta este estado (promiscuidad) como el más primitivo de la sociedad humana. No existe ninguna prueba de que una tal ausencia de regla haya sido, en alguna fase posterior de la historia de la humanidad, el principio dominante de un pueblo".

De igual manera se pronuncian H. Plischke, H. Koenig y R. Thurnwald. Este último se muestra dispuesto a admitir la monogamia primitiva como debida a razones económicas, pero sin embargo, añade que "la vida sexual de los pueblos primitivos es más ordenada de lo que antes se creía".

El método histórico-cultural ha llevado a cabo la empresa, que será perfeccionada sucesivamente en las nuevas investigaciones, de esclarecer la cuestión

del desarrollo histórico familiar. La familia humana, en su esencia es monógama en todos los pueblos, y el hombre y la mujer contraen matrimonio libremente para ayudarse mutuamente y procrear a los hijos. El matrimonio tiene por base no la satisfacción del instinto sexual sino razones psicológicas y religiosas que le dan como carácter esencial la indisolubilidad. Así se nos aparece en los pueblos más primitivos que conocemos, y este hecho tiene tanta mayor importancia porque la institución originaria aparece realizada con un inesperado carácter ideal.

Hay que tener cuidado de no confundir —como se ha venido haciendo, y se hace aún hoy— el verdadero matrimonio con formas de unión sexual no matrimoniales, y el valorizar éstas de manera indebida, según ideas preconcebidas, no científicas sino sociales o políticas.

La marcha histórica de las instituciones familiares, y en general las sociales no han sido paralelas al progreso material. Unas y otras en las culturas primarias han degenerado en mayor o menor grado, y sólo los pueblos pastores han conservado un eco de las formas de origen.

Por lo que se refiere a la familia, hemos de admitir que a pesar de toda clase de aberraciones, aparecen valorados positivamente, en cualquiera de estos círculos culturales, los elementos esenciales de la familia monógama primitiva. Por ejemplo: en el matrimonio por grupos el hombre está unido permanentemente con una mujer, en la poliandria ésta es la esposa oficial del hermano mayor; y en la poliginia la "favorita" representa también una huella de retorno al matrimonio monógamo.

Por otra parte, no hay que olvidar que las instituciones humanas están fundadas sobre una base ideal y que no pueden funcionar de manera perfecta, puesto que son seres que, según la metáfora de Pascal, son medio-ángeles y medio-bestias. Por eso, para valorar una cultura o una institución cultural o social, hemos de atender más a lo que aspira y a lo que anhela que a lo que realiza.

BIBLIOGRAFIA

- Graebner (Fr.): *Methode der Ethnologie*, Heidelberg, 1911.
- Pinard de la Boullaye (H.): *L'étude comparée des religions*, 2 tomos. París, 1925.
- Graebner (Fr.): *Kulturkreise und Kulturgeschichten in Ozeanien*, Zeitschrift fuer Ethnologie, T. XXXVII, págs. 28 y siguientes, 1905.
- Ankerman (B.): *Kulturkreise und Kulturgeschichten in Africa*, Ibidem, págs. 54 y siguientes.
- Schmidt (W.): *Kulturkreise und Kulturgeschichten in Amerika*, Ibidem, tm. XIV, págs. 10, 14 y siguientes, 1913.
- Krickebergh (W.): *Amerika*, en *Illustrierte Voelkerkunde* de Buschan, Stuttgart, 2ª edición, 1922.
- Schmidt (W.) und Koppers (W.): *Voelker und Kulturen*, I. Teil, Gessellschaft und Wirtschaft, Regensburg, 1924.

- Sapir (E.): Die Kulturhistorische Methode und die nordamerikanische Ethnologie. *Anthropos*. Tm. XIV y XV.
- Schmidt (W.): Ursprung der Gotteridee. Seis volúmenes de cerca de un millar de páginas cada uno; el primero, publicado en 1920, y el último en 1935.
- Idem: Origine et évolution de la Religion. *Les théories et les faits*, 3ª edición. París. 1931.
- Graebner (Fr.): Das Weltbild der Primitiven. München. 1924. (Hay edición española de la "Revista de Occidente").
- Koppers (W.): Die Anfaenge des menschlichen Gemeinschaftslebens im Spiegel der neuern Völkerkunde. Volksvereins Verlag. Grandbach. 1921. (Preciosa refutación basada en los resultados de la escuela histórico-cultural de la obra de Engels: "Origen de la Familia, de la Propiedad y del Estado").
- Baudin (L.): L'empire socialiste des Inka. *Travaux et memoires de l'Institut d'Ethnologie de la Université de Paris*. Tm. V. París. 1928.
- Krause (F.): Vida económica de los pueblos. Colección Labor. Número 311. Barcelona. 1932.
- Koppers (W.): Die ethnologische Wirtschaftsforschung. Eine historische kritische Studie. *Anthropos*. Tms. X, XI, 1915-16. Wien. 1917.
- Groesse (E.): Die Formen der Familie und die Formen der Wirtschaft. Leipzig. 1896.
- Lowie (R.): Primitive Society. New York. 1920. (Traite de Sociologie primitive). París. 1935.
- Decamps (P.): Etat social des peuples sauvages. París. 1931.
- Malinowski (B.): La vida sexual de los salvajes del Nord-Oeste de la Melanesia. Traducción española de Jorge Zalamea. Madrid. 1931.
- Idem. Sex Repression and Savage Society. Londres. 1929.
- Thurnwald (Th.): Die Menschliche Gessellschaft. Berlin. 1935 (cinco tomos).
- Idem: Familien (y otros artículos como este tema). En *Reallexikon der Vorgeschichte* de M. Ebert. 1924 a 1929.
- Kroeber (A. L.): Anthropology. New York-Londres. 2ª edición. 1930.

III

ANTROPOLOGÍA CULTURAL

Vida espiritual

Antes de ocuparnos de la vida espiritual de los pueblos, es conveniente que planteemos el gran problema de la psicología del hombre primitivo: ¿Es éste, en cuanto a sus funciones mentales, idéntico a nosotros?

Dos contestaciones diametralmente opuestas se han dado a esta pregunta. Por un lado se ha dicho que el primitivo, considerado en el amplio sentido de la palabra, no sólo es tan inteligente como nosotros los civilizados, sino también más puro, más moral y más feliz. Esta teoría del "bon sauvage", que nació en el siglo XVIII, ha perdurado hasta los tiempos actuales y tiene en Colombia cierto arraigo en la exaltación romántica del indio, derivada no

de un conocimiento científico sino de una deformación literaria. Es, pues, necesario que dediquemos algún espacio a esta curiosa teoría.

La aparición de la teoría del "bon sauvage" aparece en Francia con la publicación del libro de Jean de Lery sobre un viaje hecho al Brasil, el cual fue aprovechado por Montaigne para el capítulo de "Los caníbales" en sus *Ensayos*. En éste podemos leer lo siguiente: "Ellos son salvajes de la misma manera que nosotros llamamos salvajes los frutos que la naturaleza ha producido por sí y según su progreso ordinario; en tanto que, en verdad, los que nosotros hemos alterado por nuestro artificio y vuelto contra el orden común, son los que nosotros debíamos llamar salvajes; en aquéllos están vivas y vigorosas las verdaderas y más útiles y naturales virtudes y propiedades, las cuales nosotros hemos bastardeado en acomodarlas al placer de nuestro gusto corrompido, y, por consiguiente, el sabor mismo y la delicadeza resultan a nuestro gusto excelentes en diversos frutos de aquellas comarcas sin cultivos".

Al igual que el libro de Jean de Lery, las narraciones de misioneros y viajeros describieron a los salvajes como honestos, puros, justos, buenos y felices. Cada país lejano era un Edén idílico poblado por seres perfectos que la civilización blanca había de corromper en breve plazo.

Resulta curioso que esta exaltación del primitivo vaya unida como axioma a la tesis de la identidad del espíritu humano y que sobre ni una ni otra hayan formulado ninguna reserva, ni ninguna explicación los grandes antropólogos del pasado, como Lubbock, Tylor y Frazer.

Además, las obras principales de estos tres autores están llenas de instituciones, costumbres y creencias absurdas, horrorosas y fantásticas para nosotros, por lo cual resulta absurdo, como indica el profesor Lévy-Bruhl, que no se haya investigado por qué funciones mentales idénticas a las nuestras han podido producir representaciones y asociaciones tan extrañas.

Era necesaria una reacción a la tesis tradicional para que volviera a asentársela sobre bases sólidas, y así ha sucedido con la teoría de la heterogeneidad mental del profesor antes citado, quien no cree acertada la tesis de Bastian y de la escuela antropológica inglesa según la cual, si nosotros estuviésemos en el lugar de los primitivos, nuestro espíritu sería tal como es, aunque pensáramos y obráramos como ellos.

Para Lévy-Bruhl la mentalidad primitiva es mística y prelógica y está dominada por representaciones colectivas de origen social. A base de casos concretos insiste en que hay diferencias absolutas entre las facultades mentales del primitivo y las nuestras, especialmente en lo que se refiere al razonamiento, la inventiva, la reflexión, etc. Es decir, que el primitivo ignora las ideas generales y el verdadero razonamiento.

Las obras de este sociólogo francés han despertado fuertes polémicas, originadas, como dice drásti-

camente el P. W. Schmidt, "por las exageraciones que desfiguraban la realidad y por innumerables confusiones que impiden el hacerse una idea clara. Lévy-Bruhl nos sirve un "pot-pourri" psicológico cuyos elementos han sido sacados de las culturas más diversas y que demandan interpretaciones muy diferentes". Además, Lévy-Bruhl no puntualiza nunca lo que considera como primitivo, ni hace la historia del prelogismo.

En contra de éste se acumulan cada vez mayores pruebas sobre la identidad funcional. Las experiencias de L. Lapieque sobre los andamanes, las de R. Thurnwald sobre los indígenas del archipiélago de Bismark y las islas Salomón, las de W. H. R. Rivers sobre los pueblos del estrecho de Torres y las de R. S. Woodworth sobre diversos pueblos de la Exposición de San Luis, han permitido al profesor Goldenweiser llegar a la conclusión siguiente: "El resultado de estas investigaciones es unánime y decisivo. Las percepciones sensibles y las reacciones mentales elementales del primitivo son rigurosamente comparables a las de sus hermanos blancos".

Nosotros mismos hemos contribuido en esta empresa con unas investigaciones sobre la visión de los colores. Según las viejas teorías de Gladstone, Magnus y Geiger, el hombre había visto primero los contrastes de claridad, después los colores cálidos (rojo y amarillo) y después de la época griega comenzaron a percibirse los fríos (verde y amarillo). Después de un estudio minucioso de toda clase de datos, filológicos y artísticos, psicológicos y culturales, llegamos a la conclusión de que es inadmisiblemente la teoría del desarrollo cromático, puesto que todos los pueblos han tenido y tienen visión cromática normal.

Ahora bien: si efectivamente hay una identidad de funciones mentales entre el primitivo y nosotros, ¿por qué es el primero tan poco propicio a la reflexión, al pensamiento abstracto y, en una palabra, —como pregunta R. Allier— a todo esfuerzo intelectual?

Para este profesor la causa es la creencia arraigada en la magia. Veamos un ejemplo típico. Para el primitivo las propiedades de las cosas no son naturales, sino efectos de poderes sobrenaturales. Una flecha no mata por la materia y forma, ni por el veneno, ni por la habilidad de quien la dispara, sino porque tiene también un poder sobrenatural, llamado *mana* por los melanesios. Cuando la flecha hiere a un enemigo se emplea la magia; los parientes de la víctima colocan la flecha en un sitio húmedo o la cubren de hojas frescas para que la inflamación sea ligera; por el contrario, los enemigos beben licores calientes y machacan hojas irritantes para acrecentar la acción de la herida. "Todo esto pasa —como dice Lévy-Bruhl— en la región del misterio; en ella se mueven amigos y enemigos. Lo que nosotros llamamos un efecto físico es, a los ojos de los melanesios, un efecto mágico... Según nosotros, si la flecha está envenenada es que la punta ha sido untada de productos tóxicos; según los indígenas,

ella está cargada de *mana*, cuyo poder es tal que puede aumentarse de lejos sobre los heridos".

La idea del *mana* proyecta viva luz sobre nuestro concepto del saber y de la ciencia primitiva. No es propiamente verdad la creencia, muy extendida, de que la magia es la madre de la ciencia, puesto que lo que sucede es que los conocimientos se ven reforzados o encubiertos por prácticas mágicas. En la mayor parte de los casos, la magia impide el conocimiento de la realidad, ya que procura conseguir con un mínimo esfuerzo lo que cuesta mucho trabajo en la vida normal.

Como ejemplo, podemos citar que la habilidad técnica de un indígena, en la talla de la piedra o en la confección de una canoa no se atribuye a un mayor conocimiento de la técnica, ni al mejor aprendizaje sino a que posee una fuerza mágica especial.

Sumamente curiosa es la mezcla de magia y de técnica en la metalúrgica en el Africa negra. Según el P. Wyckaert en la especialidad de clanes determinados se dedican a la explotación de los yacimientos de minerales y que fabrican, con indiscutible habilidad, instrumentos de cultivo, útiles de trabajo y armas de caza. Todo su arte, trátase de la extracción de mineral, de la manera de tratarlo en los altos hornos o en los crisoles en la forja, revelan observaciones que remontan muy atrás y que han sido transmitidas de padres a hijos. Pero al mismo tiempo que estas observaciones, la herencia encierra también numerosas prácticas que son destinadas a secundar la técnica, pero que, en realidad le son extrañas. Se comienza por eliminar a los indignos. Cuando los hornos están contruidos, según reglas precisas, preparado el carbón de madera cuidadosamente, después de haber puesto bajo la protección de los antepasados las hachas y otros utensilios que deben quedar en la vivienda del jefe, y que por una especie de exorcismo son puestos al abrigo de la mala suerte, el maestro forjador exhibe su *ntangala*, que es un cofre misterioso que encierra los "remedios" necesarios para toda la serie de operaciones. Contiene: huesos de toda especie de bestias, plumas de animales, pieles de las más venenosas serpientes, cenizas de las más curiosas plantas y todo esto mezclado con la sustancia que debe provocar la fusión del mineral. Este *ntangala* es considerado como el fetiche que debe hacer llevar a buen término toda la operación. El jefe de los metalúrgicos se prosterna delante de él y le dirige una oración: "Ntangala, mi ntangala, tú sabes que yo no te he robado, sino que te he adquirido legítimamente. No me engañes en lo que espero".

Los forjadores y los cazadores desfilan delante de la caja, se arrodillan y reciben sobre la frente una ligera capa de tierra blanca... No enumeraremos todos los ritos de las operaciones técnicas, sino sólo algunos ejemplos significativos.

Se comienza por fabricar carbón de madera y si la operación falla, nadie supone que se ha cometido un error o una torpeza en las operaciones técnicas,

sino que se cree que el accidente se debe a una sola causa: es que alguno de los cazadores o de los forjadores ha violado las prescripciones rituales la noche de la bendición de las hachas. Se busca al culpable. Lo más frecuente es que nadie confiese, pero las sospechas acaban por caer sobre alguno. Si él no confiesa, entonces se le impone el *moavi* o veneno de prueba, y según si lo vomita o muere, es declarado inocente o culpable.

Una vez fabricado el carbón ha llegado el momento de colocar los remedios mágicos. El sacrificio de dos pollos es realizado por dos niños escogidos con esmero. Solamente entonces es apaciguada la cólera de los espíritus y se ha ganado su gracia. Después se carga el horno y se enciende, y durante todo el trabajo la atención de los hombres está fija más sobre los procedimientos mágicos que sobre las operaciones puramente técnicas, cuyo perfeccionamiento preocupa muy poco.

En el caso de que los resultados no sean buenos, ¿qué hace el jefe? ¿Comprueba si el mineral es de buena calidad? ¿Comprueba si el fundente corresponde a la calidad del material? ¿Busca si alguna causa natural ha venido a turbar la operación? Algunas veces sí; ordinariamente no. Dirá tan sólo con resignación: "Tal espíritu no quiere. Apacigüémosle con un sacrificio". O bien dirá: "Mis remedios no valen nada. Busquemos otros"... Pero lo más frecuente es que grite con cólera: "Todavía nuestras mujeres se conducen mal en el pueblo! Siempre ellas se burlan de mi trabajo!" Y envía espías a vigilarlas de cerca. Desgraciada de la pobre acusada o sobre aquella sospechosa! Le hace falta responder de su inocencia con el veneno de prueba.

Lo mismo sucede en otras técnicas diferentes de la metalurgia así como en las ciencias. Mencionaremos sólo algunos hechos ilustrativos de cómo la magia se superpone y domina en la medicina primitiva.

Por ejemplo, los negros africanos, según H. J. Junod, y los mismos pueblos americanos, han adivinado que la naturaleza, y especialmente en el reino vegetal, contiene remedios para combatir las enfermedades que afligen a la humanidad. Desde hace siglos han hecho ensayos y han transmitido los padres a los hijos su saber, heredado de los antepasados y acrecentado por su experiencia. Estos tesoros son conservados celosamente por las familias. Algunas recetas son propiedad del clan o cuál tribu y hace falta dirigirse a ellos para obtener un remedio para tal o cuál enfermedad. La farmacopea, especialmente la vegetal de los primitivos, es excelente, pero le atribuyen más importancia que a los remedios, a las prácticas mágicas. Para ellos la medicina desprovista del secreto, de lo sobrenatural y las prácticas o ceremonias mágicas, no cura, puesto que las enfermedades y la muerte no son nunca naturales sino efecto de la acción hostil de potencias ocultas tenebrosas.

De aquí que al lado de prácticas científicas se someta al paciente a un sin fin de operaciones ridículas que tienen por fin saber la enfermedad de

que se trate o expulsar los espíritus malos de su cuerpo. Los "médicos" son, por regla general, hechiceros y está muy repartida la creencia de que la misma persona que cura las enfermedades puede también provocarlas a distancia.

La magia, bueno será adelantar este concepto, que ya probaremos después, no es un fenómeno primordial sino que corresponde a una fase tardía en la que el hombre se ciega y se pierde en un callejón sin salida. Esta caída es visible en todos los aspectos de la cultura y es la causante de esa parada de la inteligencia y de la moral que tanto había chocado a los psicólogos y etnólogos.

* * *

El problema del origen del arte y de los estilos se ve ahora de una manera más clara que hacia el final del siglo, cuando el evolucionismo creía que las formas artísticas, perfectas de forma y llenas de expresión, eran posteriores a las esquemáticas y simbolistas. Bastará ésta, como ejemplo de tal pensamiento, el que cuando se descubrieron las pinturas rupestres paleolíticas de la cueva de Altamira (Santander, España) fueron consideradas como falsas a causa de su perfección.

Estas cuestiones son consideradas hoy de muy distinta manera. Han sido arrinconadas las teorías de Grosse, Guyau y Taine. Según el primero, el arte debía su origen a razones económicas y el cambio de estilos era producido por modificaciones de la estructura económica de la sociedad. El segundo autor pensó que el arte era como todas las producciones culturales, obra colectiva. La sociedad originaba estilos y obras artísticas, en tanto que fuesen útiles para ella. No menos errónea resultó la teoría de Taine, según la cual el arte era producto del medio ambiente tanto material como cultural.

En todas estas explicaciones de la diversidad de los estilos artísticos hay algo cierto, pero lo que resulta falso es el pretender generalizarlas. La economía, la sociedad y el medio son factores creadores de nuevas formas, pero a su vez ellas no son más que partes de la cultura, de ese variado y complejo conjunto de hechos e ideas que integran el conjunto de esfuerzos hechos por el hombre para dominar y comprender el mundo.

El arte es un medio de expresión de la cultura, una manera de expresar conjuntos de ideas, que no se pueden manifestar de manera clara por la palabra y que se transmiten de alma a alma por medios sensibles para que fructifiquen en nuevos sentimientos o en nuevas creaciones.

Para el europeo la Historia del arte era sólo el arte griego, romano y cristiano. Sólo por excepción, y esto debido al romanticismo, se le dio cabida en ella al arte oriental, y sin comprenderlo ni valorarlo, al arte indio, chino y japonés. Poco a poco se ha sentido la necesidad de dar a las pinturas prehistóricas y bosquimanas, a las tallas de madera del Congo o de Polinesia y a los *batik* de Java la categoría de obras artísticas y no de simples ensayos bárbaros sin inspiración y sin idealidad. Hubo una época en

que se colocaban estas obras en la misma categoría de los dibujos infantiles o las figurillas hechas con miga de pan.

Hoy ya, de igual manera que es necesario admitir una diversidad de culturas, dotadas de vida propia, con vida económica y social propias, con diversas religiones, concepto del mundo y filosofía, con ciencias propias y con un concepto especial del derecho y de la moral, es necesario considerar tantos estilos artísticos diferentes como culturas, puesto que son su modo de expresión.

El hombre culto debe ahora estar en condiciones de comprender, gustar, admirar y valorar lo mismo los frescos de la Capilla Sixtina que los del templo de Ajanta o el arte rupestre cuaternario; lo mismo los divinos mármoles del Partenón que los bronceos de Benin o los postes totémicos del NW. de América. Y quien lo logre podrá decir, como el clásico, que nada de lo que es humano le es extraño.

Es ahora el lugar oportuno para confesar que aunque nosotros creemos en la pluralidad de culturas, sin embargo no somos partidarios de la relatividad de los valores, sino de su universalidad. Lo bello, como lo verdadero, lo justo, lo bueno, lo útil, lo sagrado no son conceptos propios para cada cultura, sino que son valores para toda la cultura universal. A ellos pueden aplicarse las palabras litúrgicas "ahora y siempre, por los siglos de los siglos". El que ciertas culturas se hayan apropiado manifestaciones, que resulten incomprensibles para el resto de la humanidad, no creemos que sea argumento suficiente para afirmar como Spengler, que los valores son bienes propios de cada cultura, intransferibles, e incomprensibles para los individuos que no pertenecen a ella. Más bien son múltiples aspectos, o mejor dicho, diversos puntos de vista de una misma y sola realidad.

El arte es tan antiguo como el hombre, y su primera forma fue el tatuaje, la pintura y el adorno corporales. Estas últimas aparecen al final del Paleolítico inferior. En su origen la pintura corporal puede considerarse como debida a causas no estéticas sino utilitarias (atracción sexual, según Wernicke; prácticas medicinales, según Hofschleger, o a la protección del sol y de los insectos, según Karsten) o mágicas (Obermaier y Wernert).

En el arte de los pueblos hay que distinguir de acuerdo con el profesor H. Kühn dos grupos de estilos que alternan a través del tiempo: el arte sensorial y el arte imaginativo. El primero es aquel en que el hombre se guía por los elementos del mundo exterior según son percibidos por los sentidos, y en el cual la suprema perfección es la copia real, minuciosa y detallada, en forma, masa, color y movimiento de aquellos que ofrece interés para el artista primitivo. Es arte ligado con la magia, y la fidelidad es necesaria para dar mayor fuerza al conjuro. El arte sensorial es propio, en su primera etapa, de los pueblos cazadores o pescadores patriarcales, o por lo menos con una organización social que no es el matriarcado.

El arte imaginativo tiene, por el contrario, como fondo la representación de seres u objetos creados por la fantasía, o la deformación arbitraria de elementos reales; está ligado con el culto a los muertos o a divinidades diferentes del Dios Supremo, cuyo culto es anacrónico. Tiene como principios fundamentales la esquematización y el ornato geométrico. Pertenece en su fase más antigua a pueblos agrícolas matriarcales.

En el arte sensorial primitivo predominan la pintura y la escultura, y tanto en el arte rupestre cuaternario como en el bosquiman —de los que nos ocuparemos en el próximo ensayo— predominan las representaciones aisladas de animales, o las escenas de caza, guerra, danzas u otras actividades humanas. En cambio, en el arte imaginativo se desarrollan la talla en madera, la cestería, el tejido con ornamentación geométrica o esquemáticas figuras de antepasados.

Nada tiene tanta vitalidad como un error, y así no nos extraña el que se repita con extraordinaria frecuencia que las artes plásticas nacieron de la observación de los accidentes naturales de las rocas, y que se completaron con grabados o pinturas aquellas piedras que tenían formas parecidas a animales o seres irreales. Es cierto que en las cuevas cuaternarias de Cantabria y de Francia tenemos ejemplos de esta adaptación de las formas rocosas a imágenes artísticas, pero de ningún modo pueden considerarse como originarias por el hecho psicológico de que el reconocimiento de una imagen es posterior a la formación de la misma. No podemos ver en una roca la imagen de una cabeza de animal, si desconocemos las líneas que forman el esquema de la misma y es, por tanto, imposible su reconocimiento.

Dentro del arte imaginativo hay una modalidad distinta de la matriarcal, el arte totémico, menos esquemático y menos incomprensible que aquél, puesto que las formas son algo reales. Consagrado a la representación mítica de antepasados humanos y animales ofrece formas menos terroríficas, a veces caricaturescas, y colores muy vivos combinados armoniosamente.

El arte de los pueblos americanos es absolutamente autóctono. Resulta incomprensible el escuchar de labios de personas cultas relaciones absurdas entre el arte precolombino y el arte egipcio, mesopotámico o indio, lo cual revela un absoluto desconocimiento de uno y de otros. El arte americano precolombino, en el que hay que distinguir una serie de provincias o de áreas geográficas, ha nacido en el Nuevo Mundo y ha seguido caminos propios que le dan una fisonomía peculiar e inconfundible.

* * *

En el escaso espacio de que disponemos no es posible el trazar un esquema siquiera de la Historia de las religiones, por lo cual procederemos, al igual que con otras ramas de la cultura, a analizar las teorías que se han presentado hasta el presente sobre la religión primitiva. La religión, que es la clave del arco de la cultura, impregna todas las otras ramas de

ésta hasta darle una fisonomía particular, por lo cual es justificada la atención con que los etnólogos han estudiado el fenómeno religioso.

Se da el caso verdaderamente curioso de que las teorías sobre el origen de la religión se hayan sucedido en dirección contraria al verdadero desarrollo histórico. Sólo hemos de nombrar al P. Lafitau, al presidente Ch. de Brosses y al abate N. S. Berger, que fueron los precursores de la Historia de las religiones; ciencia que se constituye como tal al final del siglo XVIII y al principio del siglo XIX. Entonces el interés científico radicaba en los pueblos indogermánicos, cuyo estudio lingüístico estaba en auge. Paralelamente nació la primera teoría sobre el origen de la Religión, o sea la Mitología de la naturaleza, según la cual las figuras mitológicas y divinas son tanto personificaciones de realidades naturales, astros especialmente, como también de fenómenos meteorológicos. La explicación de los mitos se hacía a base de la interpretación de los nombres divinos y como los estudios lingüísticos estaban en sus comienzos, es comprensible la serie de errores, llegándose incluso a desacreditar la lingüística. La figura más notable de esta escuela fue Max Müller, cuya publicación más valiosa es la colección de "Sacred Books of the East". Los pueblos indogermánicos, como tales, corresponden a un nivel cultural muy alto y de ninguna manera pueden servir de base para buscar una solución al problema del origen de la religión, pero, además, ésta no puede, ni debe interpretarse en la forma ingenua como lo hacía la escuela de la Mitología de la naturaleza.

Como reacción de la teoría anterior y como expresión del movimiento científico y filosófico apareció la que hacía del fetichismo la fuente originaria de la religión. Su campeón fue J. Lubbock, quien propuso el esquema evolutivo siguiente: ateísmo, fetichismo, totemismo, chamanismo (especie de magia, propia de pueblos siberianos), antropomorfismo o idolatría (culto a ídolos y dioses de forma humana), Dios creador y relación de la religión con la moral. La primera etapa no ha sido comprobada. La categoría de los pueblos sin religión —dice el P. W. Schmidt— ha desaparecido de la etnología moderna. El fetichismo es el culto testimoniado por oraciones u ofrendas, a toda clase de objetos, como plumas, cuernos, conchas, figuras de madera, etc., como símbolos de los antepasados divinizados de la familia, del grupo o de la tribu. No puede ser la forma religiosa más primitiva puesto que, aun en Africa occidental donde tiene el fetichismo mayor pujanza, a su lado existe un verdadero culto al Dios Supremo del cielo y a los antepasados reales. Además, el fetichismo se desarrolla especialmente en pueblos pertenecientes a las culturas secundarias, de manera especial a las culturas de derecho paterno libre, por todo lo cual no puede considerarse como forma originaria.

Mayor aceptación tuvo en los medios sociológicos del fin del siglo pasado, que en los etnológicos, la teoría manista de Spencer, según la cual todas las

formas religiosas derivan del culto a los antepasados del grupo social. No se trata de nada nuevo, puesto que es una forma de la teoría de Evhémero (330—260 a. J. C.), pero, como hemos dicho, tuvo un éxito considerable y junto con la teoría fetichista fue propagada en extremo por la divulgación científica. Todavía hoy aparecen consideradas como el último resultado de la investigación junto con la teoría de Lucrecio de que "timor fecit deos", en elementos nutridos con las fuentes caducas del pasado siglo. La capital razón para negar la antigüedad del manismo es que aparece entre culturas primarias, la de los cazadores totemistas y en la de los pastores nómadas, ambos con derecho paterno.

Sobre la base de los pueblos agricultores, con azadón y con derecho materno, elaboró E. B. Taylor una teoría sobre el animismo que ha sido la teoría más elaborada y de construcción más lógica entre las anteriores al método histórico-cultural. El animismo es la creencia de que todo está animado por espíritus, tanto organismos vivos, como seres inanimados, como accidentes de la naturaleza. Todo fenómeno natural es obra de espíritus. Tanto en el manismo como en el animismo se desarrollan de manera extraordinaria, la magia negra, el culto a los muertos, que continúa ejerciendo su acción sobre los vivos; el culto al cráneo como portador del espíritu; la antropofagia como medio de apropiarse las buenas cualidades del difunto; los sacrificios humanos, etc. Es un mundo de terror y de misterio, de dolor y de sangre regido en la mayor parte de los casos por sociedades secretas de enmascarados que dominan el grupo social regido matriarcalmente.

Dejando a un lado la nueva escuela de la mitología astral, la teoría que reaccionó contra el animismo fue la de W. Robertson Smith, que colocaba al totemismo como la forma religiosa más antigua; pero el totemismo no es —como ha probado Frazer— una religión sino un sistema de organización social, en la que, como probó este autor, tiene un desarrollo extraordinario la magia.

Pero la magia, propiamente hablando, no es una religión sino una contrarreligión, pues, como dice el profesor Schmidt, "olvida o niega la Causa suprema personal y se dirige a las cosas mismas y pretende explotar en beneficio de sus propios deseos las fuerzas misteriosas que duermen en ellas". La magia se desarrolla como consecuencia de un progreso técnico que hace al hombre más fuerte y dueño de sí mismo, tanto que cree lograrlo todo no por la oración humilde al Ser Supremo, sino forzando a la naturaleza a su obediencia.

En todas las religiones de las culturas primarias, secundarias y arcaicas, hay una creencia y un culto más o menos desarrollado a un Dios Supremo. Antes del desarrollo de la escuela histórico-cultural, se reconoció la antigüedad de esta creencia y culto, tanto por especialistas en psicología de la religión (J. H. Leuba y K. Oesterreich) como en Etnología e Historia de las religiones (K. Th. Preuss, J. R.

Swanton, P. Radin, R. H. Lowie, Fr. Heller, R. Pettazione, G. Foucart, etc.)

La gran sorpresa suministrada por la escuela histórico-cultural ha sido el probar, hasta ahora de manera indudable, que la religión más primitiva que puede conocer la Etnología es un monoteísmo perfecto.

Los pueblos primitivos actuales, de caracteres infantiles pero no degenerados; que viven en países apartados (islas, extremos de continentes y selvas) que no han sido poblados anteriormente; cuya cultura material es tan inferior que se desconoce la talla de la piedra y en algunos grupos la manera de obtener el fuego; y que han permanecido en el mayor aislamiento, tienen la creencia en un Dios Supremo eterno, omnisciente, bueno, poderoso, creador del mundo y autor de la ley moral. Es general la creencia de que tiene su morada en el cielo, subió después de abandonar la tierra con motivo de un pecado de los hombres.

El Dios Supremo es concebido fuera de toda forma sensible; los fueguinos dicen que es como el viento, y los kamilaroi del SE. de Australia explican a Baiame (su Dios Supremo) diciendo que no se le puede ver pero sí oír y sentir su presencia.

Los nombres que le aplican son variados y significativos y son pronunciados con respeto sólo en caso de necesidad. El más general y el más antiguo es el de Padre; el Creador no es tan general como aquellos que aluden a su morada celeste. Entre los pueblos primitivos del NW. de América lo llaman el Anciano. Los niños le dan tres nombres bellos: Sosten del Mundo, Cuna del Niño e Inspirador-Protector.

El culto se hace por oraciones de petición y de acción de gracias. El sacrificio más corriente es el de primicias. Los semang tienen uno de expiación, de un tipo casi único en el mundo: cuando estalla una tormenta, que ellos creen es la voz del Dios Supremo, se hacen con un cuchillo de bambú una herida en la rodilla, mezclan la sangre de ella en agua y la arrojan en dirección de la tormenta pidiendo el perdón de los pecados.

El tema es amplio y muchas cuestiones quedan materialmente en el aire por falta de espacio, pero queremos desechar la duda de que esta teoría no sea definitiva y que haya que ceder el campo a otra nueva. Y no puede ser así por dos razones: los dioses supremos se encuentran en los pueblos etnológicamente más antiguos y la tierra ha sido explorada por completo, de tal modo que no es de esperar el hallazgo de nuevos pueblos que modifiquen los resultados obtenidos hasta ahora.

BIBLIOGRAFIA

Allier (R.): Le non-civilisé et nous. Différence irréductible ou identité foncière. Paris, 1927.

Lévy-Bruhl (L.): Les fonctions mentales dans les sociétés inférieures. Paris, 1910.—La mentalité primitive. Paris, 1922.—L'Âme primitive. Paris, 1927.

Pérez de Barradas (J.): El color en la vida y en el arte de los pueblos. Actas y memorias de la Sociedad Española de Antropología, Etnología y Prehistoria. Tm. XI, págs. 137—207. Tm. XII, págs. 3—88. Madrid, 1932 y 1933.

Leroy (O.): La raison primitive. Paris, 1927.

Wyckaert (R. P.): Forgerons païens et forgerons chrétiens au Tanganyka. Anthropos. Tm. IX, págs. 371—381. Viena, 1914.

Alexander (H. B.): L'Art et la philosophie des indiens de l'Amérique du Nord. Paris, 1926.

Koch Grünberg (Th.): Anfaenge der Kunst in Urwald. Berlin, 1906.

Utzinger (R.): Indianer Kunst. Munich, 1922.

Kühn (H.): Die Kunst der Primitiven. Munich, 1923.

Sydow (E. v.): Die Kunst der Naturvoelker und der Vorzeit. 2ª edic. Berlin, 1927.

Lehmann (W.) y Doering (H.): Historia del arte del antiguo Perú. Barcelona, 1926.

Lehmann (W.): Kunstgeschichte der Altmexikanische Kunst. Orbis Pictus, núm. 8. Berlin, 1921.

Basler (A.), Brummer (E.): L'art précolombien. Paris, 1928.

Bossert (H. Th.): Geschichte des Kunstgewerbe aller Zeiten und Voelker. Tms. I—IV. Berlin, 1929.

Brenil (H.) y Obermaier (H.): La cueva de Altamira, cerca de Santillana (Santander, España). Versión española de José Pérez de Barradas. Madrid, 1935.

Frobenius (L.) und Obermaier (H.): Hadschara Maktuba. Leipzig, 1926.

Obermaier (H.) y Kühn (H.): Buschman Kunst, Leipzig, 1928.

Schmidt (W.): Die Ursprung der Gotternaeae. Eine historisch-kritische und positive Studie. I. Historisch-kritische Teil. 2ª edic. Münster, 1926. II. Die Religionen der Urvoelker: Amerika, 1929. V. Nachtraege zu den Religionen der Urvoelker Amerikas, Asiens und Australiens, 1934.

Idem: Origine et évolution de la Religion. Les théories et les faits. 3ª edic. Paris, 1931.

Pérez de Barradas (J.): Historia de las Religiones. Manuales Germen. Núm. 31. Madrid, 1931.

Bilderatlas zur Religionsgeschichte. Munich, desde 1921.

Preuss (C. Th.): Religion und Mithologie der Uitoto. Textaufnahmen und Beobachtungen. 2 vol. Goettingen, 1921—23.

Huby (J.): Cristus. Historia de las Religiones. Barcelona, 1919.

Clemens (C.): Histoire des Religions. Paris, 1830.

Lowie (R. H.): Primitive Religion. New York, 1924.

(Continuará)

DENDROLOGIA Y GILOLOGIA 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.

ADVERTENCIA PRELIMINAR.—En el número 2º del volumen I de esta Revista se publicaron algunas acuarelas del naturalista colombiano don Santiago Cortés, acompañándolas con apuntes sobre Geografía botánica de Colombia, sobre dicotiledóneas y criptógamas del mismo autor, con el objeto de recordar a las actuales generaciones colombianas de estudiantes el nombre de un institutor meritísimo y de un científico acucioso, cuya obra ya analizamos en la nota biográfica publicada en el número a que se hace referencia. Pero como todavía existen en poder de la Academia muchos dibujos admirables, aún inéditos, de este autor, se ha creído conveniente dedicar algunas páginas más al botánico, que, conjuntamente con otros hombres de ciencia compatriotas nuestros ya desaparecidos, forma parte de la colectividad espiritual de esta Academia.

Naturalmente, al publicar otras acuarelas de Cortés, nos ha ocurrido que convendría reproducir aquí algunos apuntes suyos referentes a las maderas más utilizables que existen en nuestro país, y que, a pesar de algunas deficiencias, puedan todavía prestar servicios de consideración.—LA DIRECCION.

Como el presente capítulo de la Flora industrial exige por sí solo una exposición extensa, superior al plan que nos hemos trazado para esta obra, nos limitaremos a la descripción de los géneros arborescentes de nuestra República, y a la enumeración, en especial, de los árboles de la grande y útil familia de las Leguminosas, por ser la que suministra mayor número de maderas de ebanistería, carpintería e ingeniería. Las leguminosas producen generalmente maderas de resistencia y solidez muy notables; las resinosas son incorruptibles en la humedad.

Hemos consultado especialmente para perfeccionar este trabajo, a Lanessán en su libro de "Plantas industriales de la Guayana francesa"; la "Flora del Brasil"; la "Historia de las Plantas" por el eminente profesor Baillon; los "Experimentos sobre resistencia de las maderas de la América" por el señor Dumontel, ingeniero de Marina de Francia, y al profesor Planchon (in Linnæa XXII, etc.)

LEGUMINOSAS

Comprenden árboles, arbustos y yerbas, espinosos o inermes, cuyo fruto es de ordinario una legumbre o vaina, y sus hojas compuestas. Los demás caracteres exteriores son variables. Baillon divide la familia en tres grupos:

Papilionáceas; sus flores son irregulares, de corola papilionácea o amariposada.

Cesalpínas; las flores son casi regulares, de corola imbricada; y

Mimósas.

Papilionáceas

Erythrina L. Los pétalos son muy desiguales, con el estandarte demasiado largo y muy corta la carena, diez estambres diadelfos (9 + 1). Son árboles

o arbustos frecuentemente espinosos; la madera que suministran es de inferior calidad, blanca ordinariamente, aunque de grandes dimensiones.

E. umbrosa (anaco en el Socorro, cámbulo en Cundinamarca y Tolima, búcaro en el Bajo Magdalena, barbatuco en Ocaña, ceibo en Cúcuta, pisamo en Antioquia y cachimbo en el Cauca). Sus flores son de color naranjado vivo.

Se conocen, además, las especies: *E. glauca* HBK., en Panamá, Duchass; *E. rubrinervia*, HBK. (chochos); *E. edulis* Tr. (balú en Cundinamarca, chachafruto en Antioquia).

Robinia L., árboles y arbustos glabros, viscosos o peludos; las flores están en racimo y son de color blanco, rosado o morado.

R. maculata (matarratón), árbol de regular altura y de buena madera (*lonchocarpus maculatus*?)

Dalbergias o palisandros, según Vellozo y Allemao. Son árboles o arbustos de flores irregulares y resupinadas, con nueve o diez estambres, uno o diadelfos.

D. nigra Allem., es de grandes dimensiones; habita en el Amazonas y en sus afluentes, como la *D. inundata* Spruce, Fl. Br., especialmente en las márgenes del Río Negro.

D. americana Benth (*amerinum strigulosum* HBK). Se encuentra este árbol en La Ciénaga, Tumaco, Río Dagua y Panamá (Goudot, Sinclair, Triana, Sutt. II.)

D. variabilis Pl. et Tr., habita en el Magdalena y en la estación de Paraíso en el ferrocarril de Panamá (Goudot, Sutt. II.) Todos suministran las maderas de palisandro, de mayor o menor belleza.

El género anterior y los tres siguientes están reunidos en la tribu de las *Pterocarpaceas*, árboles cu-



SANTIAGO CORTES
 "FLORA DE COLOMBIA"
 AMARILIDACEAE
 HIPFASTRUM, H. ICONONZIANA,
 DE ICONONZO, CUNDI



SANTIAGO CORTES
 "FLORA DE COLOMBIA"
 RUBIACEA DE FLORES BLANCAS, AROMATICAS,
 COMO LAS DEL CAPE; DE 6 ESTAMBRES SOLDADOS A LA
 COPOLA: ESTILO DE LA LONGITUD DE LOS ESTAMBRES,
 QUE SOBRESALEN DE LA COPOLA, ESTA ES TUBULOSA
 Y ALGO IRREGULAR.

yos frutos, casi orbiculares, están adelgazados en su borde en forma de ala membranosa.

Pterocarpus draco L., en el Chocó y Panamá (Tr., Sutt. II.)

P. rohrii Vahl, se encuentra en Panamá.

P. americanum (*americanum brownii* Swartz), se encuentra en los bosques de La Ciénaga y en Tumaco, según Goudot y Sinclair, respectivamente. Suministran buenas maderas.

Drepanocarpus lunatus Mey., es arbolillo de toda la América intertropical, cerca de Coello, según Goudot.

Centrolobium parvum Tul., vulgarmente cartur (?), en el Orinoco, según Purdie. La madera es muy estimada por su resistencia y por su color naranja-brillante. Tr. et Pl.

Las *andiras* o *angelinos* forman un pequeño grupo de grandes árboles que en la República comprenden los géneros *Andira*, *Geoffrea* y *Coumarouna*. Tienen el fruto drupáceo indehisciente y monospermo; la madera que suministran es de color rojo oscuro y de olor agradable ordinariamente.

A. inermis HBK., árbol de 16 metros de altura o más, difundido por toda la América ecuatorial.

A. riparia HBK., se encuentra en el río Opón, en Santamarta y en la estación del Paraíso en Panamá (HB., Goudot, Sutt. II.)

A. excelsa HBK., árbol elevado, sin nombre vulgar conocido. Sutton Hayes encontró esta especie en Panamá.

Coumarouna odorata (L.), *sarrapia* en la Costa Atlántica y *guacamayo* en Villavicencio. Las semillas se emplean en perfumería; su madera es muy dura, de color claro; semejante en su estructura a la del *chicalá* o *cañaguato* (Bignoniácea). Densidad 1,153, fuerza 385 kilogramos.

Las *lonchocarpeas* tienen el fruto seco e indehisciente y las semillas transversales y no pendientes en el interior del pericarpo. Los árboles colombianos de este grupo pertenecen a los géneros *deguelia*, *piscidia*, *hymenolobium*, *lonchocarpus* y *platymiscium*.

Piscidia carthagencensis Jacq., se encuentra cerca de Cartagena (*P. erythrina*, según Baillon).

Platymiscium hebestortigum Benth. El señor Triana encontró este árbol cerca de Tocaima.

P. polystachyum Benth. Se llama vulgarmente *duira* en Panamá. Bertero encontró también esta especie en Santa Marta.

Lonchocarpus latifolius HBK. se encuentra en Colón, isla de Coiba y Veraguas (Sutt. II., Seeman).

L. macrophyllus HBK., en toda la hoya del río Magdalena, en Ocaña y en las riberas del Meta (HB., Goudot, Schlim).

L. tomentosus Tul., Goudot le da el nombre vulgar de *baura*, en Coyaima.

L. sericeus HBK., se encuentra en la línea del ferrocarril de Panamá (Sutt. II.), y en casi toda la América intertropical.

L. velutinus Benth., se llama *iguana* en Panamá.

(1) *Dipteris odorata* Willd.

Seemann encontró esta especie en la estación de La Culebra en Panamá.

L. violaceus, árbol de Colombia y de las Antillas.

Hymenolobium nitidum Benth., árbol de la América intertropical. Los géneros *Sophora*, *Ormosia* y *Bowdichya* son análogos en la organización de las flores; constituyen un grupo natural de plantas arbóreas.

Sophora tomentosa L., en Cartagena y Panamá (Goudot, Sutt. II.)

Ormosia panamensis Benth., vulgarmente *peronil* en Panamá, según Seeman.

Ormosia excelsa Spruce, grande árbol del Río Negro y otros tributarios del Amazonas; con éste habita el *O. coccinea* Jacks (Fl. Br.)

Bowdichya virgillioides HBK.; grande árbol disseminado por toda la América tropical (*B. pubescens* Benth.)

Los géneros *Sweetia*, *Myroxylon* y *Tolnifera* forman un grupo de fruto samaróide. Comprende grandes árboles balsámicos, de madera oscura muy resistente y densa.

M. peruviferum Mutis, especie de Colombia, distinta del *M. pedicellatum* de Lamarck, que Kunth reúne en una sola. El *M. peruviferum* de Lamk., es árbol peruano, evidentemente distinto del nuestro (Planch.)

M. pubescens HBK., lleva el nombre vulgar de *tache* en Cartago; se encuentra también en Ibagué.

M. frutescens Jacq., se encuentra en la Costa Atlántica y en Panamá (Sutt. II.)

Tolnifera balsamum Willd., en el Departamento de Bolívar y en Villavicencio; lleva el nombre vulgar de *bálsamo*.

Toumatea Aubl. Se compone este género de unas sesenta especies de árboles de la América tropical. Sus flores carecen de pétalos o están reducidos al *estandarte* solamente; tienen numerosos estambres.

Coursetia DC., comprende unas diez especies de árboles o arbustos de hojas tomentosas; pertenecen a la América tropical.

Ateleia Moc. et S., se compone de unas dos especies de la América Central, Panamá y las Antillas.

Diptotropis Benth., comprende unas siete especies de árboles del Brasil y la América ecuatorial.

Glivicida sepium Kth. (*lonchocarpus* DC.; *robínia* s. Jacq.), se encuentra en la Costa Atlántica, según Bertero y Jacquin.

G. maculata Kth. (*lonchocarpus* m. DC.), se llama madera negra en Panamá (*matarratón*?)

Macharium Pers. Presley señala unas sesenta especies de este género que viven en el Brasil y la América equinoccial. Sus flores son pequeñas, purpúreas o blancas. Comprende árboles y arbustos cuya madera es de mucha densidad y dureza. Este género es semejante a las *dalbergias*, sus especies arbóreas se llaman *granadillos* (*Brya*?)

M. angustifolium Vog., se encuentra en Panamá (Fl. Br.) y en otros lugares de Colombia, como en Santa Marta y el Valle del Cauca (Funck., Holton).

M. Lindenianum Benth. Linden encontró este árbol en Santa Marta.

M. capote Tr., se encuentra en Cundinamarca, La Mesa, etc. *Capote*, vulgarmente.

M. granadillo Tr., en el río Magdalena (Goudot) y en otros lugares de la República.

M. seemanni Benth., del Istmo de Panamá.

M. schomburgkii lleva el nombre vulgar de *durá* en Panamá, según Seeman.

Cesalpinias

Hay un carácter botánico que establece la diferencia entre las cesalpinias y las papilionáceas, y es este: la primeras tienen el *estandarte* abrazado por los dos pétalos laterales; en las segundas, está abrazándolos. En este grupo de las leguminosas la flor carece de simetría y suelen faltar cuatro pétalos. En las *cassias* llega la falta de simetría hasta los estambres.

Hamatoxylon campechianum L., grande árbol espinoso de la América equinoccial; produce el llamado *palo de Campeche*; crece rápidamente y se eleva hasta trece metros, con un tallo bastante recto y de un diámetro muy grueso. La corteza es de color gris oscuro, blanca amarillenta la albura, y el corazón amarillo rojizo. En Inglaterra llaman esta madera *bois bleu*; es rica en materias colorantes; su olor es agradable, como de violeta, y susceptible de hermoso pulimento por su estructura compacta. Se llama *brasil*, vulgarmente.

Chevreul aisló la materia colorante del campeche, llamada hoy *hematoxilina*; Erdmann obtuvo por el amoniaco y el aire un nuevo color violado oscuro llamado *hemateina*, cuya solución amoniacal mezclada a la mayor parte de las sales metálicas produce lacas azules y violetas.

Cesalpinia echinata y otros árboles del mismo género producen el *palo brasil* del comercio francés. Sus maderas son duras, compactas, de color rojo vivo que se oscurece al aire. El profesor Chevreul aisló la materia tintorial o *brasilina*. Esta especie la encontró Funck en Santa Marta, y allí mismo encontró Goudot la *C. glabrata* HBK.

C. coriaria Willd. Las legumbres de este árbol, que abunda en el Departamento del Magdalena, en las llanuras áridas, se exportan con el nombre de *dividivi*.

C. ebano Krst., se llama ébano y vive al norte de Colombia, según Karsten.

Coulleria tinctoria HBK., *brasil* en Popayán, *dividivi* en el interior de Colombia, *guarango* en Antioquia. Los *dividivis* cuentan cinco especies americanas (Baillon), sus legumbres tienen las suturas apenas prominentes (1). La madera es sólida, las legumbres o vainas encierran abundante tanino, para la preparación de los cueros y de uso en la tintura.

Leptolobium paradisi, sp. n. de Panamá, en la estación del Paraiso (Sutt. H.) La madera de este árbol

(1) Jacq. Amer., 123, t. 175, fig. 36. Bosp. Pl. aequin., t. 137. Karsten, Pl. Col., t. 101, 129. *Coulleria mollis* K. en Santa Marta; *C. hoveida* HBK., cerca de Cartago, HB.

bol es dura y pesada, y de bello color rojo oscuro (2).

Parkinsonia aculeata L., arbolillo llamado *retamo* en Anapoima y Tocaima, *yayo* en Cúcuta.

Pocippigia procerca Presl., es un árbol hermoso y de buena madera, común en las playas de Santa Marta.

Cassia brasiliensis Lamk., se llama *cañafistula gruesa*, y se encuentra en los valles del Cauca, del Magdalena, del Zulia y del Meta, hasta 800 metros, y en Panamá (Triana, Seeman). *Catartocarpus*.

C. moschata HBK., produce la cañafistula del país. La *C. fistula* de Linneo se encuentra en Panamá, según Seeman.

C. humboldtiana DC. (*C. speciosa*), se llama *jaral* en el Bajo Magdalena. Todos estos árboles son notables más por sus virtudes purgantes que por aplicaciones industriales.

Dicorynia, comprende dos especies de grandes árboles que pueblan los valles del Amazonas, del Orinoco y del Magdalena. Hay variedades de madera roja, blanca y negra. Densidad, 0,746; fuerza, 215 kilogramos.

Brownea, árboles pequeños llamados *arizá* o *palo de cruz*; se utilizan más en la medicina que en la industria. Se conocen estas especies: *B. grandiceps* Jacq., en todo el valle del Magdalena; *B. ariza*, Benth., en Cundinamarca (los estambres libres en la base distinguen esta especie de la anterior); *B. coccinea* Jacq., del puerto de Buenaventura; *B. racemosa* Jacq., de Cúcuta y la hoya del Zulia, y *B. rosea* Pers., de Panamá.

Tamarindus indica L. Se encuentra el árbol de tamarindo en la región cálida de Colombia; parece originario de Asia.

Hymenaea courbaril L. El *algarrobo* o *nazareno* está representado por dos grandes especies de árboles en la República; el nombrado antes, que se encuentra en las orillas de los grandes ríos, y el *H. splendida* de Panamá y otros lugares. La madera de estos árboles es amarilla oscura, muy resistente y compacta, y susceptible de hermoso pulimento; densidad, 0,904; fuerza, 333 kilogramos. Humboldt vio algarrobos en el Amazonas, cuyo tronco medía más de 20 metros de circunferencia.

Dimorphandra oleifera, árbol gigantesco del puerto de Buenaventura en el Pacífico (Sutt. H.); lo llaman *canime*.

Copaifera officinalis L., de todos los climas ardientes de la América ecuatorial. Suministra el *balsamo de copaiba* o *aceite de canime*, y su madera es de una dureza, elasticidad y solidez a toda prueba.

Prioria copaifera Griseb (3), llamado *catiro* en el puerto de Barbacoas (Sutt. H.), es árbol de madera excelente, alcanza más de un metro de diámetro y 30 de altura. Tiene las hojas alternas, paripennadas con dos o cuatro foliolos y estipulas escamosas y caducas; las flores, pequeñas, están reunidas en racimos en el ápice de las ramas.

(2) Tr. et Pl. plant. ined. de Colombia: Benth. in Hook. Journ. of Bot.

(3) Benth. in Trans. Linn. Soc., XXIII, 200, t. 40.

Mimóseas

Las plantas de esta división tienen las flores regulares, pequeñas y en capítulos, son generalmente espinosas y sus árboles producen maderas de olor agradable, incorruptibles y de una dureza extraordinaria.

Parkia oppositifolia Spruce, se encuentra en Villavicencio, según Triana.

Piptadenia peregrina Benth (1). (*Inga niopo* HBK.); Goudot encontró esta especie en Muzo.

P. communis Benth., cerca de Cartagena, Goudot; la madera es generalmente de color oscuro.

Prosopis dubia HBK., se encuentra en Bolívar y Panamá y allí tiene el nombre vulgar de *Manca-caballo*.

P. bracteolata DC., se encuentra en Santa Marta (Bertero); y allí mismo, según Schlim, la siguiente especie:

Lysiloma tamarindifolia Benth; el *L. rostratum* Benth. fue encontrado por Humboldt en Tenerife (*acacia rostrata* Humboldt). Tiene el porte de mimósea y las flores de calliandra.

Las *calliandras* tienen hojas descompuestas, bipennadas; su fruto es una legumbre recta o un poco arqueada; los estambres numerosos. Se conocen cerca de 80 especies, casi todas son árboles.

C. carbonaria Benth., en el río Palacé; *C. seemanni* Benth., en Veraguas; *C.* (especie nueva) en el río Coello; *C. tetragona* Benth en el Quindío a 1.400 metros, y en Ocaña (Tr., Schlim); *C. caracana* Benth en el valle del Magdalena y el del Cauca; *C. Lindeniana* Benth, vulgarmente *carbonero* en Antioquia; *C. clavellina* Krst. en Ocaña; *C. magdalena* Benth., en Santa Marta, según Goudot y Purdie.

Los *pithecolobium* tienen las flores en espigas o en capítulos, hermafroditas o polígamas; las hojas bipennadas como las calliandras; su fruto es plano o comprimido, contorneado de una manera variable, indehisciente o bivalvo, pero no se abre elásticamente como en aquéllas. Este género comprende unas 100 especies distribuidas en las regiones cálidas del globo, especialmente americanas (Baillon). Son árboles de madera dura.

P. macrostachium Benth. (*Inga lanceolata* HBK., *mimosa m. Vahl*), vive en los climas ardientes y lleva los nombres vulgares de *payandé* en el Magdalena y *gallinero* en el Socorro; es árbol corpulento; *P. panamense* Walp, se encuentra en Santa Marta y Panamá; *P. oblongum* Benth. Duchassaing encontró esta especie en la Costa del Pacífico; *P. pubescens*, *P. forbesii* y *P. scitiflorum* Benth., se encuentran según Schlim, en la Costa Atlántica; *P. unguis cati* Benth., en Anapoima; *P. lasiopus* Benth., en La Quebradita, Llanos de San Martín; *P. saman* Benth. (*Inga cinerea* HBK.) en Turbaco; se llama *saman* en Venezuela a este árbol corpulento; *P. vincootis* Benth., se llama *angarillo* en Anapoima y el Alto Magdalena.

Los *enterolobium* tienen todos los caracteres del género anterior, pero su legumbre es circinada o re-

(1) Hook. Journ. of Bot. IV.

niforme, comprimida e indehisciente. Las pocas especies conocidas son árboles colosales inermes de la América intertropical.

E. timbonoa Martius. (*Prosopis dubia* HB.), vulgarmente *carita*, en Colombia; se encuentra este árbol en Panamá y Bolívar (Sutt. H.)

ROSACEAS

Tiene esta familia pocos árboles, producen regular madera, muchas veces de olor desagradable, hasta insostenible en estado fresco. Los géneros *acacia*, *licania* y *parinari* suministran árboles cuya madera es de color rojizo, fácil para cortarse longitudinalmente. La planta más importante de esta familia es la *quillaja saponaria* de Chile; la corteza se emplea para desengrasar la lana en las fábricas de paños.

Las *chrysobalanicas* comprenden unas pocas especies, todas arborescentes, de la zona ecuatorial; producen maderas de poca consistencia. Sus árboles notables son: *Chr. icaco* cuyo fruto es comestible, y las *hirtellas*, que tienen generalmente el nombre vulgar de *garrapato*.

Las *connaráceas* suministran al norte de Colombia un árbol elevado, cuya madera hermosísima fue llamada *madera de zebra* ("bois de zèbre"), por Schomburgk: *Cnestidium rufescens* Planch. in Linnaea XXIII, 438, (2).

LAURINEAS

Hay en esta familia árboles gigantescos como el *Nectandra turbacensis* Nees, de Bolívar; las maderas que proporcionan son de color amarillo, estimadas por su grano fino y brillante y sus fibras compactas; generalmente exhalan un aroma agradable, en especial los árboles de la tribu de las *cryptocarías*, como el *caparrapí* de Cundinamarca y el *comino crespo* del norte de Colombia y del Cauca, llamado allí *chachajo* (*anceba perutilis* Hemsl). Suministra las maderas de rosa del comercio; el sasafrás del Orinoco, *nectandra cymbarum* Nees (*ocotea cymb.* HBK.); las maderas conocidas con los nombres de *amarillo* y *amarillo de Peña*, y los *canelos* (*Mespilodaphne pretiosa* Meissn.) o *canela de los Andagües*, cuya corteza puede reemplazar a la canela de Ceilán.

TREBINTACEAS

Además de las propiedades generales de la familia, haremos notar que suministra jugos gomosos resinosos, tales como la *caraña*, *elemí*, *tacamahaca* e incienso; produce una de las maderas de rosa (*icica altissima* HB., según Guibourt) por el árbol llamado *guacamayo* en Cunday, *caraña* y *tacamahaca* en Santander.

Producen las terebintáceas árboles notables desde el punto de vista industrial, p. ej.:

Anacardium rhynocarpus DC., vulg. *caracolí*, *aspave* en Panamá; árbol gigantesco del río Magdalena, su madera es de poca densidad y consistencia, pero de gran utilidad para la fabricación de canoas y construcciones livianas.

(2) Baillon, "Hist. des Plantes", t. II, p. 7.

Astronium gravecoleus Jacq., lleva los nombres vulgares de *diomate* o *yomate* en el Magdalena y Villavicencio, *potrico* en Cúcuta, *tibigaro* en el Socorro; su madera es muy densa, resistente, de color rosado oscuro, propia para el grabado en madera, ebanistería y construcciones de vías férreas. El *taray* proporciona una madera muy semejante al diomate; es probablemente una variedad de la especie.

MELIACEAS

Familia muy importante en Colombia por el número de árboles útiles que encierra y por la belleza y excelentes condiciones de las maderas que proporciona a la ebanistería, además de sus virtudes medicinales. Los géneros *trichilia*, *guarea*, *swietenia* y *cedrela* se componen de árboles grandes cuyas maderas, como el cedro y la caoba, son muy solicitadas en la industria.

La caoba (*swietenia mahoganí* L.) lleva también los nombres de *cedro-cebolla* en Panamá, y *cedro carmesí* en Girón.

Trichilia appendiculata DC., *yuyo blanco* en el Magdalena (*odontandra* app. Tr. et Pl., in ann. Sc. nat. ser. 5 vol. 15, p. 375); *T. montana* Tr. et Pl., en la Sabana de Bogotá y en el Quindío; *T. acuminata* Kunth. (od. acum. HBK.) se llama *manglecito* en Turbaco; *T. spondioides* HBK. vive cerca de Moñopox.

Guarea, género americano. *G. trianae* DC. (1); *G. trichilioides* Tr. et Pl., Karsten.

Cedrela odorata L. vulg. *cedro* en el Magdalena; *C. bogotensis*, Tr. et Pl., *cedro* en Bogotá y Facatativá; *C. montana* Tr. (2); *C. nogal* Tr., vulg. *nogal*, madera muy usada en toda la República para la ebanistería. Densidad, 0,360; fuerza, 80 kilogramos.

BIGNONIACEAS

La clasificación de los géneros de esta familia deja mucho que desear y reina todavía alguna confusión en los mismos trabajos de Bentham. Suministran las Bignoniáceas numerosos árboles, y éstos producen bellas y excelentes maderas de construcción y de ebanistería; tales son: el *Tecoma leucocorylos* de la Costa Atlántica, llamado *éban* o *cedro blanco*; el *T. flavescens* Murt. o *guayacán* de Panamá, llamado así por sustituir al *guayaco* probablemente; el *T. Pentaphylla*, *roble* del Magdalena, *cebo* de La Mesa; el *chicalá* o *cañaguato* (*T. spectabilis*), que suministra una madera muy compacta, densa y resistente; este hermoso árbol se cubre de flores amarillas completamente en la época de la floración, y el anterior de flores de color rosado claro, sus corolas son caducas y se desprenden a impulsos del viento cubriendo el suelo.

Las *jacarandas*, vulg. *gualanday*, *caco* en San Martín, *palo de tuba* en Panamá, suministran bellas maderas llamadas *falso palisandro* por los europeos.

Vochysiáceas; los pocos árboles de esta pequeña familia producen maderas de mediana calidad. Una

de sus especies se llama *bayo blanco* en Cunday, *roble* en Salazar (Tr).

Las *miristiáceas*, como la *otoba*, comprenden unas tres especies de árboles que se diferencian de las lauríneas por sus flores siempre dioicas. Son árboles corpulentos, de doce a quince metros de altura; su madera es bella y olorosa aunque poco resistente (Baillon).

Las *rutáceas* y *simarrúbeas* encierran árboles grandes, como la simarruba, y la picramnia de Panamá, y arbolillos. Gozan de reputación merecida en terapéutica, pero su importancia industrial es casi nula.

Árboles de bastante importancia suministran las *moreas*: el *diude* o *palo-mora* (*maclura tinctoria* Don.), empleado como madera de tinte, y para obras de ebanistería y maquinaria por su gran densidad, finura y resistencia; todas las especies de ficus, o cauchos vulgarmente llamados también *higuerones*, *uros*, *cerote* en Ocaña, *chipio* en Cúcuta, producen el jugo lácteo llamado *caucho*, aunque en cantidad poco considerable; su madera es blanca, de regular dureza. Los *uros* de la provincia de Pamplona sirven también de habitación a gran número de insectos hemípteros muy pequeños (*cicada spumosa*), los que dan una laca roja como la *cochinilla*; el *árbol de leche* y el de *pan*, y la *castilloa*, que produce la mayor parte del caucho que se exporta de Colombia. La madera del *árbol del pan* es amarilla dura y susceptible de hermoso pulimento.

De las *verbenáceas* se encuentra solamente un árbol que crece en la embocadura de los ríos de la América tropical: la *Avicennia nitida* Jacq., su madera es muy resistente e inatacable por el agua del mar. Densidad: 0,768; fuerza, 146 kilogramos.

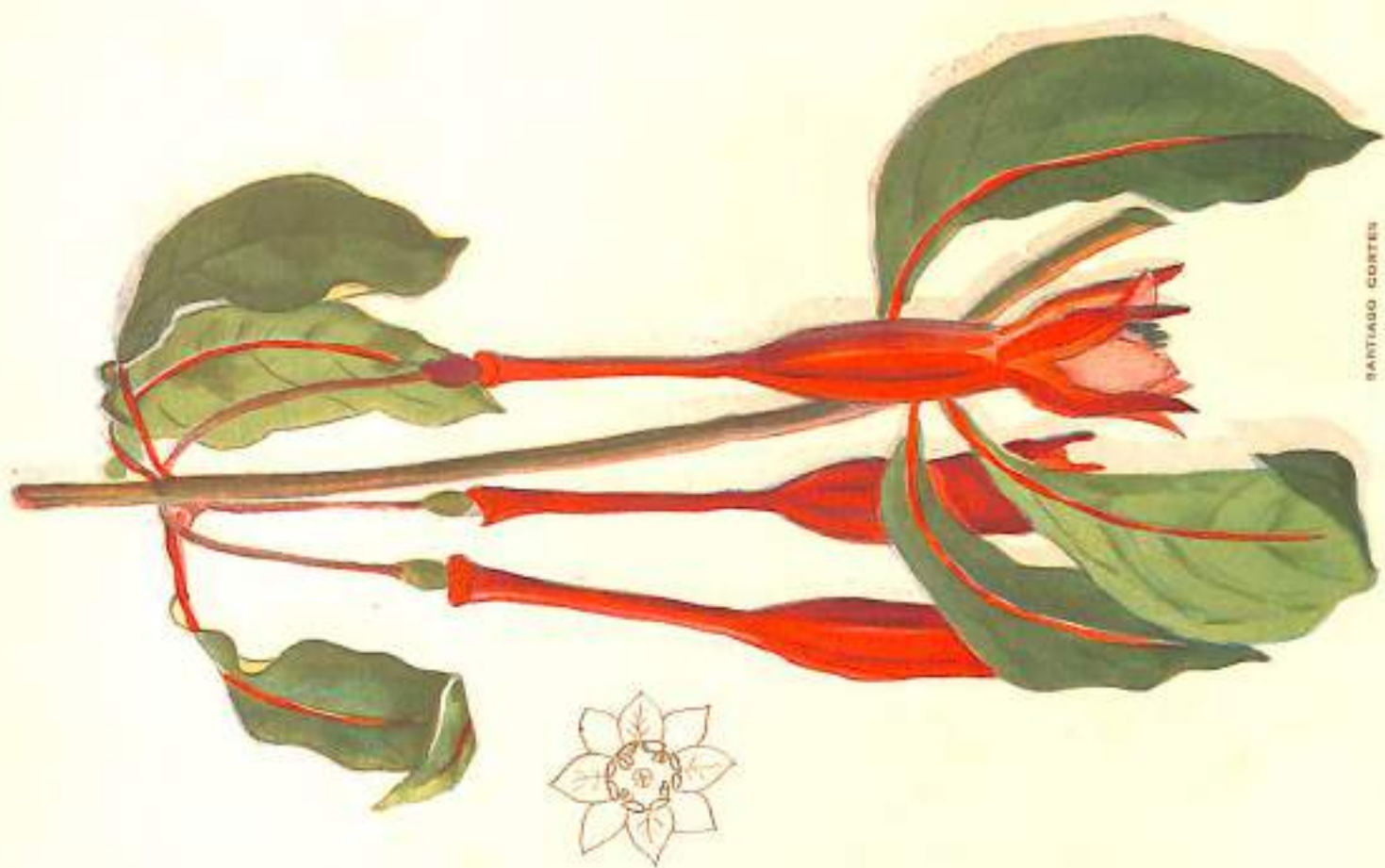
De las *verbenáceas* se encuentra solamente un árbol pequeño de madera blanca, bastante resistente y fácil para trabajar, llamado *cucharo* en Cundinamarca, *mantequillo* en Ocaña (*myrsine popayanensis* HBK.).

Cupulíferas, comprenden en nuestra Flora algunas pocas especies de grandes árboles, ricos en tanino y de maderas muy usadas en la carpintería (encinas, robles, madera de coquito? de La Vega).

De las *Betulíneas*, *Juglandáceas* y *Rhizobólitas* tenemos apenas sendos árboles, a saber: el *aliso* (*alnus ferruginea* HBK.); el *nogal* de Bogotá, (*juglans nigra* Jacq.) y el *almendrón* del norte del Tolima (*Caryocar amigdaliferum* Car.), árbol de las selvas de Mariquita y de Victoria, llamado vulgarmente *almendrón*. Excede en altura a los más altos *zeñases* (*caroba augusta*), *otobas* (*myristica officinalis*), *caraculies* (*anacardium rhinocarpus*), *cacaños* (*apiactia*, *Matis*) y *Mariás* (*calophyllum calaba*); árboles todos que igualmente abundan y compiten con las palmas más elevadas de aquellos bosques. Su grueso y elevadísimo cañón suministra una madera de bastante duración y de regular pulimento, no tan pesada y compacta como las maderas finas que llamamos *palos de corazón*, pero más proporcionada para los casos en que deben emplearse tablas anchas y de

(1) In herbario Kew.

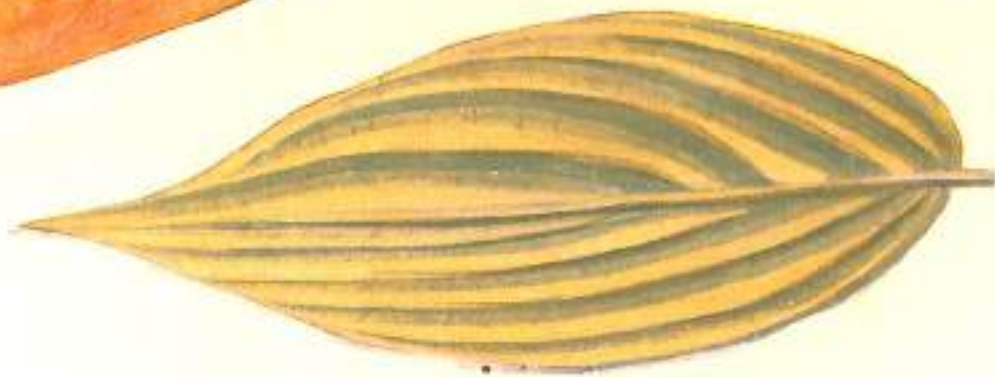
(2) In Ann. Sc. nat. Ser. V., XV.



SANTIAGO CORTES
 "FLORA DE COLOMBIA"
 GENTHIERACEAE
 FUCHSIA ANDINA, DE PAMPALONA



SANTIAGO CORTES
 "FLORA DE COLOMBIA"
 URTICACEAS
 FICUS O CAUCHO



SANTIAGO CORTES
 "FLORA DE COLOMBIA"
 PIPERACEAS
 ARTHANTE O CORDONCILLO

mediano peso. Puede considerarse como árbol frutal; sus frutos encierran unas almendras aceitosas de sabor agradable (Mutis).

Este género es semejante al *pekea* de Aublet, del que formó Gærtner su *rhizobolium*.

Los géneros *Pachira*, *Bombax* y *Ochroma* de las *sterculiáceas*, se componen de árboles bastante grandes; suministran materias textiles importantes, su madera es de inferior calidad y poco densa. A otras especies agregaremos estas: *Pachira barri-gon Secman*, de Panamá; *P. alba Lodd.*, vulg. *maja-gua*, en el Magdalena; *Stereulia apetala Krst.* (*S. carthaginensis Kunth.*), vulgarmente *camajouduro* en Bolívar; *S. rugosa*, vulg. *costaño* de Villavicencio, *almendro* en Girón?; *eriocendron occidentale* o *palo-santo* en el Quindío.

Las *tiliáceas* son familia notable por la calidad de las fibras textiles que suministra a la industria. Sus especies arbóreas son: *Luhca cadopogon Turcz.*, de la Costa Atlántica; *L. rufescens Secman*, de Panamá; en Veraguas se llama *guásimo colorado*.

Vallea Mut. (*V. stipularis*), arbolillo llamado *ra-que* en Bogotá, *roso* en Túquerres y *San Jusuito* en Antioquia; crece en los climas fríos de los Andes. Su madera es delgada, pero muy resistente a la humedad.

Las *saxifragáceas* comprenden árboles pequeños de los Andes, ricos en tanino y de maderas finas, tales son las *weimannias* o *cucenillos* vulgarmente, y las *escalloxias*, cuyas especies llevan los nombres de *rodamonte* y *tíbar* en la Sabana de Bogotá, *chilco* en Túquerres, *cuasa* en Popayán. La madera de este último es muy fina, de color morado uniforme e incorruptible. Los *cucenillos* producen excelente palo para carbón; el *tíbar* y el *rodamonte* tienen maderas incorruptibles, o por lo menos de gran resistencia a la humedad, como el *saltón*, el *raque* y el *mortiño*. Todos son arbolillos pequeños de la Sabana de Bogotá.

Xanthoxileas. Son grandes árboles armados de fuertes espinas; su madera es blanca o ligeramente amarillosa. Sus especies más notables son el *cedrito* de Ubalá y Gachalá (*Branelia*); el *Z. caribeum*, llamado *mapurito* en Cúcuta, *tachueto amarillo* en el Magdalena; el *Z. spinosum*, vulg. *acabá* en Panamá; el *Z. velutinum?* o *tachueto blanco* de Ibagué.

El *mangle* (*rhizophora mangle*) es la especie más notable de las *rhizofóreas*. Habita este árbol en la embocadura de los ríos; su madera es rojiza e inatacable por el agua del mar, y el carbón vegetal preparado con esta planta se emplea para desinfectar el alcohol de caña. Algunos de estos *mangles* llegan a 16 metros de altura; son plantas sociales que forman los manglares de nuestras costas.

Las *melastomáceas* comprenden ordinariamente arbustos tintoreales. Presenta esta familia un árbol notable por su gran dureza y resistencia a la humedad: *Bucquetia glutinosa Tr.* Se encuentra en los Andes de Bogotá, en Usme, en el punto de "Pasquilla", y en otros lugares de la misma región: se llama

ma vulgarmente *saltón*. Tiene el inconveniente de no dar troncos rectos.

En Panamá se conoce el *cainillo* (*miconia longistyla Steud.*), que produce buena madera de construcción.

Las *ebenáceas* se componen entre nosotros de algunos árboles de madera durísima y muy fina, de color morado oscuro, que pertenecen al género *Diospyros*; llevan los nombres vulgares de *tanané* en Ocaña, *morado* en Rionegro y *quende* en el Cauca. (*D. inconstans de Jacq.* Cartagena).

Las *estiracáceas* son de ordinario arbolillos, algunas veces árboles, lampiños o cubiertos con una borra rojiza. Hay dos géneros:

Pamphilia, que tiene cinco estambres, y *Styrax*, con diez.

Son conocidos: La *Pamphilia aurea Martius*, en Ocaña; un arbusto, la *P. ferruginea*, en los Andes de Bogotá; y el *Styrax tomentosum HBK.*, que produce la resina llamada *estoraque*.

Las *combretáceas* son arbustos y árboles generalmente de madera fina, propia para el grabado en madera, como el *guacaco* de La Mesa y el *gualipá* de la provincia de Sumapaz (*combretum*); son especies indeterminadas, probablemente algunas de las siguientes:

Combretum erianthum Beath., arbolillo que se encuentra desde la América Central hasta el Brasil.

C. jacquini Griseb., diseminado por la América ecuatorial como el *C. decandrum*.

Terminalia catapa, llamado *almendro* en el Bajo Magdalena y *almendrán* en Cúcuta, es árbol hermoso, de tronco recto. Grosourdy dice que su madera es de color moreno. Densidad, 0,699; produce abundante tanino.

El *cape grande*. (*Talauma cespidesii*), es árbol gigantesco de Muzo y La Palma; pertenece a las magnoliáceas.

La *orandra aromatica Tr. et Pl.*, es árbol de diez metros de altura, de las *anonáceas*; vive entre Anapoima y el río Magdalena.

La familia de las *zigofiléas* comprende dos importantes árboles de maderas hermosas e incorruptibles; el *amamor* de Antioquia y el *guayacán polvillo* (*zigophyllum*); el primero es llamado también, con razón, *carey vegetal*.

MIRTACEAS

Esta familia no encierra plantas herbáceas sino árboles y arbolillos elegantes y llenos de jugos odoríferos. La tribu de las *mirtáceas* se compone de arbolillos; la de las *barringtoniáceas* de árboles, y la de las *lecitideas* de grandes árboles, todos de la América equinoccial. Los géneros de esta tribu son: *lecytis*, *couratari*, *couroupita* y *bertholletia*.

Esta importante familia vegetal encierra los árboles más grandes del globo terrestre y los más notables a la vez por sus propiedades terapéuticas y su importancia industrial; tal es el *eucaliptus globulus* de la isla de Tasmania; allí hay bosques en que los eucaliptus pasan de sesenta metros de elevación, los más modernos, su talla ordinaria es de cien

metros y muchos la exceden, y de veinte su circunferencia a un metro sobre el suelo. Árboles hay que miden ciento veinte metros, con un diámetro de nueve a diez metros en su parte inferior; crecen regularmente en línea completamente vertical sin curvaturas y no principian a dar ramos sino a los sesenta metros de altura. ¡Cálculense la madera que puede dar un gigante de estos!, teniendo en cuenta que en calidad es tan superior, que hay pocos árboles que le igualen. Es madera superior al famoso *Tek* y a otros árboles de la India Oriental, en densidad, fuerza y elasticidad y resiste el agua del mar. Crecen con mucha rapidez; a los 20 años alcanzan la altura de 40 metros en clima y terreno apropiados; a los 30 años pasan de 50 metros y principia su madera a estar en servicio.

Hacemos estas ligeras indicaciones, sacadas de la "Revista de los Jardines e Invernáculos de Europa", de L. van Houtte, por ser éste un árbol que felizmente se ha propagado entre nosotros a pesar de la vandálica guerra que la ignorancia le ha hecho.

Las *lecitídeas* son árboles muy elevados, propios de los climas ardientes; y por tener el fruto como píxide, es decir, en forma de una olla más o menos redonda o alargada y cubierta con una tapa, el vulgo las ha dado el nombre de *marmitas* u *ollas de mono*, *ollas de mico* o *almendros*, por las almendras comestibles que encierran dichas "ollas" ("castañas del Marañón", en el Brasil).

Algunas *gustavias* tienen la madera de olor fétido, por ejemplo la *gustavia speciosa*, especie colombiana DC (*pirigava speciosa* HBK.), vulg. *chupa* en Mariquita, cosa contraria al carácter general de esta familia, que en todos sus árboles tiene aceites esenciales de agradable olor, algunos usados en perfumería o para destilar licores finos, o como especias.

Las *lecitídeas* suministran maderas de regular dureza, propias para obras de carpintería al abrigo del agua; en la humedad se pudren fácilmente.

Los *psidium*, *guayabos*, suministran maderas duras y elásticas, aunque de pequeñas dimensiones; igual cosa se puede decir de las diversas especies de *arrayán*, *eugenias*.

La *bertholletia excelsa* HB., única especie del género, es árbol elevado, de buena madera para obras de carpintería a cubierto de agua; se llama *almenadro* en San Luis (Tolima).

Es de sentirse que los árboles americanos de esta familia no tengan maderas tales como las de la misma familia en Oceanía, por ejemplo: la *metrosideros vera* de las Molucas, que es incorruptible; el *arillastrum gummiferum* Planch., de Nueva Caledonia, incorruptible en el agua.

SAPOTACEAS

Comprende árboles de todos tamaños, algunos muy grandes, como el *Sideroxylon palidum* de las Antillas y de las costas de la América Meridional tropical. Con frecuencia dan maderas de primera calidad, de color oscuro castaño, o moreno, incorruptibles (Grosourdy). Casi todas las plantas de esta familia producen un jugo semejante a la gutapercha.

Sideroxylon palidum, Spreng., árbol muy grande de las costas del Atlántico; produce madera oscura, densa y muy sólida, tenida por incorruptible. Densidad, 1,049; resiste el agua del mar. Produce gutapercha.

Dipholis, subg. *humelia nigra* Sw., produce muy buena madera; se llama *espino* en el Magdalena; es árbol pequeño. Dicen que se petrifica en el agua (Grosourdy).

Lucuma mamosa Mill., suministra buena madera de color parecido a la caoba. La corteza fresca tiene olor de almendras. Árbol frutal llamado *mamey* (en Panamá?). Grosourdy dice que la madera es buena para durmientes.

Sapota achras, vulg. *nispero*; árbol frutal que suministra muy buena madera; densidad 1,021. Su resina es semejante a la gutapercha.

Symplocos; este género produce árboles cuyas maderas son generalmente incorruptibles.

Chrysophyllum cainito L. vulg. *cainito*. Esta especie y otras producen maderas tenidas por incorruptibles, como la del *Chrys. glabrum* Jacq.

Terminaremos este bosquejo dendrológico con la bella descripción que de los árboles de Antioquia hace el doctor M. Uribe A. en su Geografía de aquel rico Departamento:

"Los arbustos y árboles corpulentos, importantes todos como objeto de utilidad y de adorno, son numerosísimos: el *cauce*, el *encenillo*, el *arizá*, el *sietecueros*, el *carbonero*, el *guayacán* y el *amamor* (*zigophyllum*), el *flor azul* y multiplicadas acacias.

Las maderas de construcción y las aplicables a la ebanistería, a la par que abundantes, merecen gran celebridad; y esto por la infinita diversidad de sus colores, lo compacto y sólido de su fibra, el brillo que desenvuelven pulidas, su tenacidad y duración. Entre ellas debemos citar como recomendables: el *comino crespo*, indestructible por los insectos; el *chaquiro* (1), simpático por su lustre y tersura; el *algarrobo*, notable por su solidez; el *tostado*; el *amamor*; el *guayacán*; el *caobo*; el *cedro*; el *roble*; el *granadillo*; el *diomate*; el *carmin*; el *caratero*; el *quimulá* (*cumulá* de Cundinamarca?), etc."

(1) El *chaquiro* es una especie de madera hermosa y muy fina que puede reemplazar al *Comino crespo* en la ebanistería.

ESPECIES Y VARIEDADES DE LAS CINCHONAS DE LA "QUINOLOGIA DE BOGOTA"

JOSE TRIANA

Botánico de la Comisión Corográfica de los Estados Unidos de Colombia. Vicepresidente de los Congresos Internacionales de Botánica de Londres y París en 1866 y 1867.

EXPLICACION PREVIA.—En el número 3 (Vol. I) de esta Revista se publicó la primera parte del estudio de Don José Triana sobre los trabajos de Mutis y de la Expedición Botánica referentes a las Quinas del Nuevo Reino de Granada (hoy República de Colombia), y en esta entrega y en otra de las posteriores, se procurará complementar la reproducción de tan bello trabajo con el propósito de que las nuevas generaciones colombianas sepan de la capacidad científica de sabios preteritos ignorados entre nosotros, como Triana, o se ocupen de las glorias del pasado que nos legó el régimen colonial, como lo fue la famosa Expedición. En dicho número 3º de esta Revista se reprodujeron, en colores, 5 láminas explicativas del texto (*Cinchona Grandiflora*—Ruiz y Pavón; *Cinchona Calisaya*—var. *Ledgeriana*—*Cinchona Officinalis*—var. γ *Bouplandiana*, β *Lutea* (Amarilla del Rey)—*Calisaya Anglica*—*Cinchona Pitayensis*, Wedd. (Quina anaranjada procedente de la Cruz—Cauca) y 1 lámina (cortes microscópicas), referente a un magnífico trabajo del botánico inglés Howard, para complementar las explicaciones de Triana. En el presente número queremos iniciar la publicación de 33 planchas en zincogravado, reproducción exacta de las láminas en las cuales Triana condensó todos los dibujos hermosísimos que adornaban la "Quinología de Bogotá" de Mutis, y que aquel botánico pudo copiar fotográficamente de las acuarelas originales existentes en los archivos del Jardín Botánico de Madrid. En el año de 1865 Triana pudo ejecutar este trabajo con la ayuda eficaz de M. E. Rampon, antiguo Cónsul General de Colombia en París, y residente por muchos años antes en la Nueva Granada (hoy República de Colombia). Entusiasta por los trabajos de Mutis, M. Rampon obtuvo página por página, la fotografía del texto y de las planchas (iconos) de la preciosa "Quinología de Bogotá", y así fue eficazísimo colaborador de Triana, quien completó esas fotografías con calcos y medidas de los admirables dibujos en colores, que aún hoy admiran, en el Jardín Botánico de Madrid, a cuantos sabios extranjeros han tenido acceso a esos Archivos.—LA DIRECCION.

Ensayemos ahora establecer la exacta nomenclatura de las Cinchonas y Cinchonados, admitidos en gran número en la "Quinología" como simples variedades de las siete especies de *Cinchona* llamadas legítimas por Mutis.

La primera y más importante especie de *Cinchona* en la obra antes citada, es la *Cinchona Lancifolia*, quina anaranjada o quina primitiva de Mutis. Esta especie está constituida por catorce variedades, representada cada una de ellas por dos planchas que dan los análisis de sus flores y frutos. Tres de las dichas variedades son especiales de la Nueva Granada; las otras pertenecen al Ecuador. Todas las últimas y una de las variedades granadinas fueron estudiadas, dibujadas y descritas del natural por Caldas, quien reunió, durante su viaje al Ecuador, los materiales con los cuales compuso esta parte de la obra.

Bajo el nombre de *Cinchona Lancifolia*, Mutis reunió y confundió con la *Cinchona Tunita*, prototipo de la Nueva Granada, gran parte de las otras *Cinchonas* del Ecuador, tales como la *Quina Officinalis* primitiva, las *Cinchona Macrocalyx*, *Lucumafolia*, *Crispa*, *Heterophylla*, *Chahuarguera*, *Mutissii*, *Parabolica*, etc. Según esto, Mutis podía sostener, como lo hizo después de la publicación de "El Arcaño", que la *Quina* que él llamaba primitiva abundaba igualmente en la América Meridional, sobre sus dos hemisferios. Pero, era necesario el adoptar para la especie el nombre más antiguo de *Cinchona Officinalis* Linneo, que, por el contrario, el botánico español hizo sinónimo de su *Cinchona Cordi-*

folia. Tratemos de asignar el nombre verdadero a la *Cinchona Lancifolia* de la "Quinología".

El prototipo representado en la plancha 1ª (Icon II), dijimos que es la *Quina Tunita* de la Cordillera de Bogotá, y la variedad α de la plancha 2ª (Icon III), no es sino una simple forma de corolas violáceas y cálices rosados. Según la firma S. M., que se encuentra abajo de los dos artículos respectivos, estas dos variedades de la "Quinología" fueron establecidas según las exploraciones de Sinforoso Mutis, alumno y sucesor de Mutis, sin duda alguna en fecha bien posterior a aquélla en que el doctor Mutis señala su descubrimiento de las Quinas. El nombre de *Cinchona Lancifolia* pertenece particularmente a la *Quina Tunita*, prototipo de la "Quinología", que es también la planta según la cual Humboldt, basándose en las muestras que él recibió de Mutis, publicó la *Cinchona Lancifolia*.

Otra variedad granadina de la *Cinchona Lancifolia* es la variedad γ de la plancha 4ª (Icon V), planta descubierta por Caldas en La Plata, provincia de Neiva, donde se le llama *Quina del Agua Bendita*; sus hojas son ovoides-cuspidadas, y sus corolas violáceas; parece ser una forma simple de la *Cinchona Lancifolia*. Como variedad (plancha 10, Icon XI), encontramos representada con gran exactitud la *Cinchona Officinalis* primitiva, proveniente de Loja, Vilcabamba, Malacatos, Uritusinga, Cajanuma, etc., bajo el nombre vulgar de "*Cascarilla fina de Lora*". Otras variedades corresponden a especies próximas de la *Cinchona Officinalis*, tales como la variedad μ (Icon XIV), *Chahuarguera de Lora*, que

es la *Cinchona Chahuarguera de Pavon*, como su nombre vulgar lo indica suficientemente, y a la cual creemos deber añadir, como simple forma; la variedad γ (Icon XV), *Cascarilla colorada* de Taday o *colorada de Canas*, provincia de Cuenca, y la variedad β (Icon IV), plancha 3^a, *Cascarilla negra de Gualacco*, provincia de Cuenca, que Howard, apoyándose sobre la identidad de su nombre vulgar, ha aproximado, con razón, particularmente a la *Cinchona Heterophylla*, la cual para nosotros es sinónimo de la *Cinchona Chahuarguera*; la variedad η , (Icon IX), plancha 8^a, *Crespilla de hoja de Liegura o Lucuma*, de los bosques de Loja; *Cinchona Lucumafolia*, que De Candolle consideró como variedad de la *Cinchona Macrocalyx* pero que nosotros consideramos, junto con muchos otros autores, como especie distinta; la variedad ε (Icon VII), *Crespilla negra*, la cual fue asimilada por Howard a la *Cinchona Crispa* de Tafalla, especie bien distinta de la *Cinchona Officinalis*, y de la *Cinchona Chahuarguera*; y por último, la variedad λ (Icon XIII) *Cascarilla colorada* de Zaraguru, que responde a la verdadera *Cinchona Macrocalyx* de Pavon.

La variedad ξ *Quina Pata de Gallinazo* (Icon VIII), plancha 7^a, que es completamente diferente a la *Pata de Gallinazo del Perú*, o *Cinchona Peruviana Howard*, podría ser la *Cinchona Erythrantha* de Pavon; forma ésta de la *Cinchona Pubescens* Vahl. Las dos variedades θ y χ (Icon X e Icon XII), *Cascarilla hoja de almizclillo* y *Quina blanca de Alausi de San Nicolás*, en la provincia de Quito, se apartan de todas las otras antes mencionadas, por sus hojas más o menos pubescentes por el revés. La primera, con pubescencia blancuzca, corresponde al tipo de *Cinchona Mutisii* de Lambert, y la segunda a la variedad β del mismo autor, es decir, a la *Cinchona Parabolica* Pavon, ex-Howard Illustr. o *Cinchona Rugosa*, Pavon Herb.

La variedad δ (Icon VI), plancha 5^a, *Cascarilla blanca de Taday*, originaria de Taday, Fugin, cuyas hojas son también pubescentes por el revés y lanceoladas, parece poder aproximarse a la forma pubescente de la *Cinchona Erythrantha* Pavon. La *Cinchona Cordifolia*, *Quina amarilla*, es la segunda especie de la "Quinología", y está allí representada por seis variedades, cuatro de las cuales parecen corresponder a diferentes estados o formas de la misma especie. La *Cinchona Cordifolia*, a menudo confundida con la *Cinchona Pubescens* de Vahl, es una planta abundante en toda la zona cinchonifera, y que varía mucho, sobre todo por la pubescencia más o menos abundante de sus hojas y por la base de éstas, que pasa insensiblemente de la forma de corazón a la cuneiforme. Las cuatro variedades que entran en la *Cinchona Cordifolia* son: el prototipo (Icon XVI), *Quina amarilla terciopelo*, muy conocida en el país, y a la cual corresponden en general, las variedades γ y ξ (Planchas XIX y XX), *Requesón blanco* de Popayán y Berruecos, y *Requesón colorado* de Popayán (haciendo exclusión del sinónimo *Hoja de Zamba* de Loja o *Cinchona Palatba*), y

la variedad β (Icon XVIII), menos pubescente y más o menos cuneiforme en la base, que representa mejor la variedad que Karsten publicó bajo el nombre de *Cinchona Tucujensis*.

La planta α (Icon XVII) por sus hojas glabras, y solamente pubescentes bajo las axilas de las nervaduras, y por sus flores de color púrpura, se aparta de las otras variedades. Howard creyó poder identificar a la *Cinchona Purpurea* Pavon, quizá a causa de la sinonimia establecida por Mutis.

La variedad α (Icon XX-bis A), *Cascarilla colorada* de Alausi, Pinan-Pungo, cerca de Alausi, provincia de Cuenca, corresponde por sus características, la localidad y otras indicaciones a la *Cinchona Succirubra*, como Howard lo hizo notar con exactitud.

Además, la *Cinchona Succirubra* tiene afinidades evidentes y una semejanza notoria sobre todo con la forma glabrescente de hojas atenuadas en la base de la *Cinchona Cordifolia*. No es de sorprender, por tanto, que Santisteban haya tomado el "*Palo de Requesón*" de Popayán por la verdadera fuente de *Quina roja* o *Cinchona Succirubra*, dato inexacto que, transmitido a Mutis, llamó la atención sobre una especie medicinal mediocre, y debió retardar el conocimiento y la explotación de otras buenas quinas de la Nueva Granada.

Las *Cinchona Lancifolia* y *Cordifolia*, únicas verdaderas *Cinchonas* conocidas en la Nueva Granada, en el siglo pasado, están seguidas en la "Quinología" por otras cinco *Cinchonas* de Mutis, que se distribuyen también en otros géneros de cinchonados.

La *Cinchona Oblongifolia*, *Quina roja*. Esta especie comprende cuatro variedades, que corresponden evidentemente a tres especies distintas y bien caracterizadas de falsas quinas o "*cascarilla*".

El prototipo dibujado en la plancha XXI corresponde exactamente a la planta recogida en Fusagasugá por Purdie, y que fue publicada por Bentham, bajo el nombre de *Cinchona Nitida* (no Pavon), y que fue llamada *Cascarilla Nitida* por Weddell. Un cogollo joven y la mitad de una cápsula de esta variedad son los únicos fragmentos que acompañan, en el herbario de Linneo, las flores y el dibujo enviados a Europa por Mutis.

La variedad α (Icon XXII) es la misma planta que Humboldt publicó bajo el nombre de *Cinchona Oblongifolia*, según las muestras que Mutis le había comunicado; esta planta, habiendo sido la primera publicada, vino a ser la *Cinchona Oblongifolia*, propiamente dicha. Además, las dos variedades no son sino formas de hojas más o menos desarrolladas de la misma especie, en la una, y aproximándose al gran desarrollo de aquellas de la *Cinchona Magnifolia*, en la otra. Esta variedad ha sido también distinguida en la "Quinología" así: "*Tubo Corolla Medio Inflato*", y corresponde por este detalle notorio, así como también por el conjunto de sus características, a la *Cinchona Caduciflora* de Humboldt y Bonpland; sin diferir en realidad de la *Cinchona Oblongifolia* de Humboldt, sinónimo cierto

de la *Cinchona Magnifolia* de Pavon (*Cascarilla Magnifolia* de Weddell) como se ha reconocido desde hace tiempo. Falta por añadir el sinónimo de la *Cinchona Heterocarpa* de Karsten, establecido según ejemplares recogidos en las localidades de la *Cinchona Oblongifolia* de Mutis.

La variedad γ (Icon XXIV) está descrita así: "*Capsulis 5 vel, 6 pollicaribus*", carácter ampliamente suficiente para distinguirla de la generalidad de las *Cascarillas*. No es otra cosa sino la *Cascarilla Heterophylla* de Weddell. Muestras de esta planta fueron dadas, junto con las de la *Cinchona Oblongifolia* a Humboldt, por Mutis. Weddell las encontró en el Museo de París, bajo la designación de *Quina roja* de Mutis, y las consideró como pertenecientes a una especie poco conocida hasta entonces, que recibió el nombre de *Cascarilla Heterophylla*. Karsten, creyendo inédita esta misma especie originaria de la Cordillera de Bogotá, que nosotros recogimos igualmente, la publicó bajo el nombre de *Cinchona Bogotensis* (Fl. colum. t. I, p. 83, t. XLI).

La variedad β (Icon XXIII), según la firma S. M., es una planta descubierta cerca de Puente Real, al norte de Bogotá, por Sinforoso Mutis. Es una especie muy distinta de cascarilla, que se aproxima a la *Cascarilla Riveroana* de Weddell. Difiere totalmente de las tres otras variedades atribuidas a la *Cinchona Oblongifolia* por sus hojas pubescentes sobre las dos faces, descritas así en la "Quinología": "*Folius cordatis utrinque pubescentibus*". Esta característica está, sin embargo, en contradicción con la descripción específica de la *Cinchona Oblongifolia* de la "Quinología", la cual dice: "*Folia oblonga integerrima nitida*", y en contradicción igualmente con la idea que Mutis se había hecho de la superficie de las hojas de su *Cinchona Oblongifolia* de la cual siempre dijo: "*Utrinque glaberrima*".

La cuarta especie de las *Quinas* llamadas *Officinalis* por Mutis, es la *Cinchona Ovalifolia*, *Quina blanca*, especie ampliamente representada por cuatro variedades, dos de las cuales, con hojas más o menos pubescentes, corresponden a formas distintas de la misma planta, la cual tiene también un área geográfica muy extendida. Las dos variedades de las cuales hablamos son: el prototipo (Icon XXV), y la variedad α (Icon XXVI). Según Humboldt, el mismo Mutis había reconocido que su *Cinchona Ovalifolia* era idéntica a la *Cinchona Macrocarpa* de Vahl.

La variedad γ (Icon XXVIII) está descrita y representada según las notas o muestras comunicadas a Mutis por Manuel Restrepo, con las hojas y ramas verticiladas.

Esta planta vegeta en los alrededores de Río Negro, en la provincia de Antioquia, y se encuentra bastante bien representada en el herbario de Kew. Nos parece constituir una especie distinta y desconocida de *Cascarilla* que, por el carácter de sus hojas verticiladas, se inclina hacia las *Remyia* y podría llamarse *Cinchona Verticillata*.

La variedad β (Icon XXVII), con hojas completa-

mente glabras, "*Folius oblongis utrinque glabris*", es otra especie de *Cascarilla*; Karsten no há mucho la describió y representó en la obra antes citada (plancha VII), bajo el nombre de *Cinchona Prismatostylis*.

No hay que confundir la *Cinchona Ovalifolia* de Mutis, con el homónimo de Humboldt y Bonpland, que llegó a ser primero *Lasionema*, y después *Macrocnemum Humboldtianum* Wedd.

Las otras especies de *Cinchona* que Mutis había distinguido de una manera general de las especies *Officinalis* por sus corolas glabras, no pubescentes en el interior del limbo, están todas comprendidas en géneros distintos de las *Cinchonas* y *Cascarillas*.

La *Cinchona Longiflora* (Icon XXIX), *Azahar de Mestiza*, es la *Cosmibuena Obtusifolia* de Ruiz y Pavon, es decir, un género menos parecido al de las *Cinchonas* que el de las *Cascarillas*.

Según el texto de la "Quinología", esta planta fue descubierta por Mutis en 1766 y muy probablemente en su primer viaje a Montuosa, provincia de Pamplona, al norte de Bogotá. La *Cinchona Longiflora*, según eso, fue el primer cinchonado recogido por Mutis; pero como este hecho no fue mencionado cuando él fijó la fecha del descubrimiento de sus Quinas, es permitido el suponer que la especie no fue clasificada en la "Quinología" sino en una fecha posterior.

Subemos que, por error, Humboldt y Bonpland (in Plant. Equi. p. 67 y 37) habían designado la *Cinchona Longiflora*, o *Cosmibuena*, como la *Cinchona Ovalifolia* Mut. o *Cinchona Macrocarpa*.

Las dos últimas *Cinchonas* de la "Quinología": *Cinchona Dissimiliflora* y *Cinchona Parviflora* (Icon XXX e Icon XXXI), son también dos plantas descubiertas directamente por Mutis, durante su permanencia en Mariquita, y que están comprendidas ambas en el género *Lasionema*, el cual no es otro sino el *Macrocnemum* de Brown. La *Cinchona Parviflora*, *Quina Perrillo*, más generalmente, que nosotros recogimos en la falda de los bosques que circundan la llanura de Mariquita, hacia la Cordillera Central, parece ser especie nueva, muy vecina del *Macrocnemum cinchoroides* Wedd. (*Cascarilla* de Ruiz y Pavon).

Los ejemplares de *Cinchona Dissimiliflora*, provenientes de las mismas localidades, fueron recogidos en Mariquita, cerca de Santa Ana, por Linden, y llevados a Europa. Weddell, no habiendo podido identificarlos a la especie de Mutis, y considerándolos como una nueva especie, les dio el nombre de *Lasionema Grandiflora*, mientras que él hizo ingresar en su género *Gomphosia* (*Ferdinandusa*) bajo la denominación de *Gondotiana*, otros ejemplares de una *Rubiacea Graadina*, recogidos por Goudot e inexactamente rotulados por éste: *Cinchona Dissimiliflora*. Otras plantas habían recibido anteriormente el nombre de *Cinchona Dissimiliflora*, pero ellas fueron asimiladas más tarde a su verdadero género, como la de Vahl, que pasó a las *Evostemma*.

1.—CINCHONA LANCIFOLIA Mutis in *Periodico de Santa-Fé* (1793-4) n. III, p. 465 *Zea*, in *Ann. cien. nat. Madr.* (1801), p. 207; Mutis. *Quinol. de Bogot. inod.*, t. 2 et var. α , t. 3, fig. a et c, excl. var.; Humb., in *Mag. des Ges. Nat. Fr. Berl.* (1807) p. 116; DC, *Prodr.* IV, p. 352, excl. var. α et β ; Lindl. *Fl. med.*, p. 415; Roem. et Schult. *Syst.* V, p. 9, n. 852, excl. var. α et β ; G. Planch. *Quinq.*, p. 95; Karst. *Fl. Columb.* I, p. 21, t. 11, et in *Markham Chinch. New. Hran.*, p. 52 cum icon.; type et a vera How in *Report of Internat. Hort. Congr.*; 220.

Cinchona Angustifolia Ruiz et Pav. *Quinol. Suppl.* 14, n. 17, t. 1 fig. a.

Cinchona Tunita López mss.

Cinchona Lancifolia var. γ Mutis l. c., t. 5, fig. a et c.

Cinchona Condaminea δ lancifolia Wedd. *Hist.*, p. 38, t. 5, fig. dextra.

Cinchona Lancifolia var. *discolor* Karst. *Fl. Columb.* I, p. 22, t. 12.

Cinchona Lancifolia var. *obtusata* Karst. *Med. Chinarind.*, p. 36; How. l. c., p. 220. Quina naranjada ou primitiva Mutis. Quina Tunita et Tuna de Bogotá. Quina de Colombia. Quinquina Carthagene ligneux De-lond. et Bouch. *Quinol.*, t. 13. China flava fibrosa, China de Carthagene fibrosa Gobel et Kunze, p. 59, t. 9. Orange coloured Cinchona bark. Caque-tá bark du commerce anglais, Pereira *Mat., med.*, p. 1644. Quinquina rouge de Mutis, Del. et Bouch. *Quinol.*, p. 36, non Mutis. Quinquina orangee de Mutis. Quinquina calysaya de Santa-Fé, Laub. *Bull.* p. 72; Del et Bouch. l. c., t. 11.

Le *Cinchona lancifolia* se reconte sur le rameau oriental des Andes de la Nouvelle-Grenade, entre les 7° et 10° degrés de latitude boréale, à partir de la Province de Popayán jusqu'au centre des Provinces de Pamplo-na, Ocaña, etc.

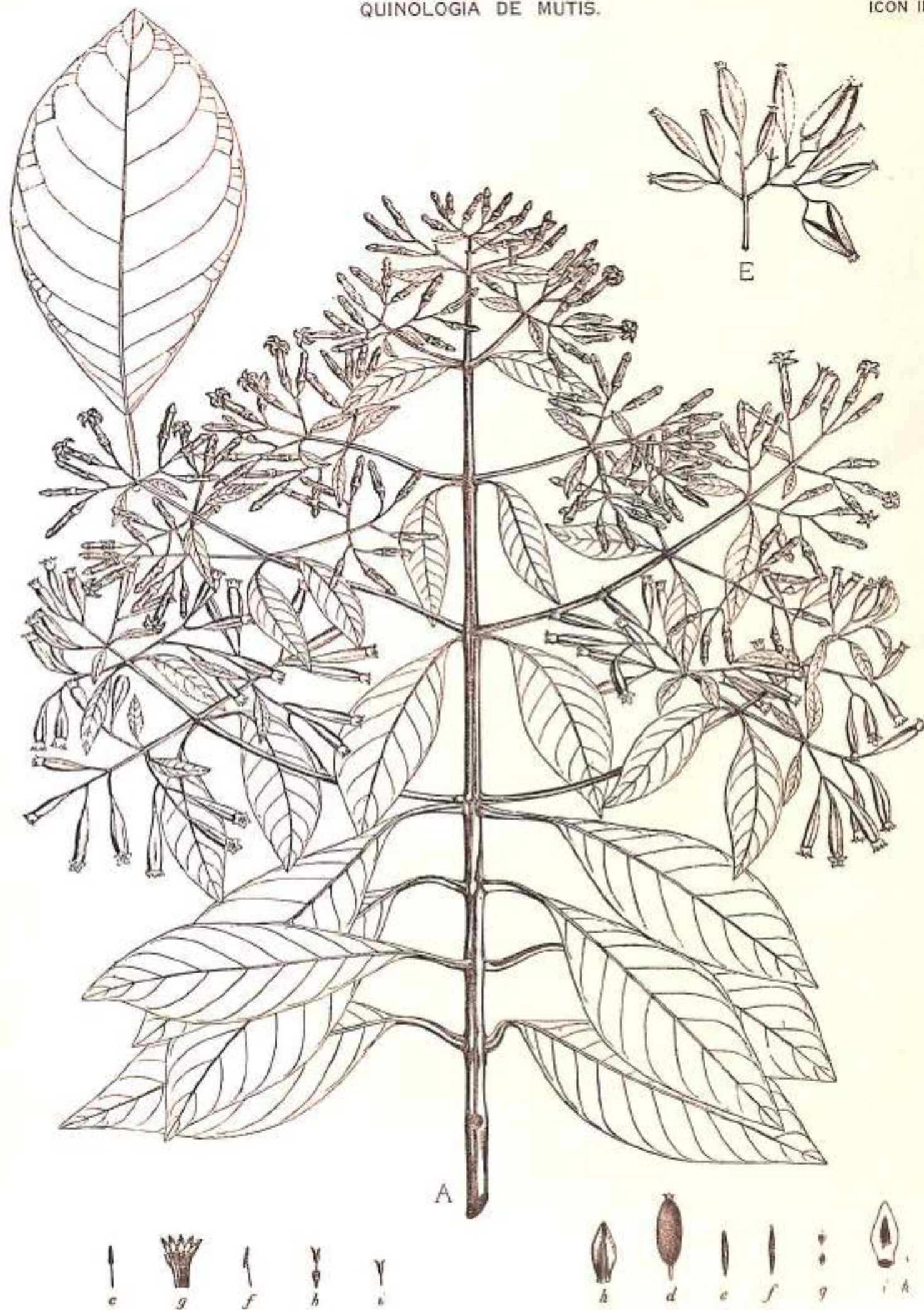
On a souvent discuté au sujet du *C. Lancifolia* Mut. (restreint au Quinquina Tunita de la Nouvelle-Grenade), soit comme espece, soit comme variété du *Cinchona officinalis*. Nous avions donc longtemps hésité sur l'importance qu'il convient d'attacher à ces affinités et à ces différences et dans notre catalogue de l'Exposition de 1867, nous avions incliné à les considerer comme des variétés d'une meme espece.

Il existe certainement de tres-intimes affinités entre le *Cinchona officinalis* et le *Cinchona Lancifolia* Humb. Ces deux plantes se ressemblent à tel point qu'il est difficile de préciser leur distinction. Néanmoins, l'examen comparatif de documents plus complets nous permet de reconnaître qu'elles ne sont nullement identiques, et que les caracteres tirés des feuilles du fruit, de l'inflorescence, de l'ecorce et de l'habitat, peuvent nous aider à les distinguer. En outre, au point de vue pratique il esta preferable de les mentionner sous les deux noms spécifiques que leur sont attribués.

(Triana)

Plancha I — Dibujo de la Quina naranjada o Quina primitiva de Mutis (Icon II) *Cinchona lancifolia*.—Esta especie está constituida por catorce variedades. Tres de éstas pertenecen exclusivamente a Colombia: las otras son del Ecuador.

Tamaño original de la acuarela de la Quinología: 30 x 50 cm. (*Quina tunita*).



PLANCHA II

CINCHONA LANCIFOLIA.

2.—CINCHONA CRISPA Tafalla in How. Illustr. cum icon.

Cinchona Condaminea Benth. Plant. Hartweg., p. 133.

Cinchona officinalis δ Crispa How. in Report Internat. Hort. Congr.

Cinchona Condaminea var. Crispa. How. in herb. Kew.

Cinchona Lancifolia ϵ Mutis Quinol. de Bogot., t. 7, fig. a et e.

Cascarilla fina Hartweg, n. 5, Seemann. — Cascarilla crespilla negra Caldas. Habite près de Loxa dans la République de l'Equateur.

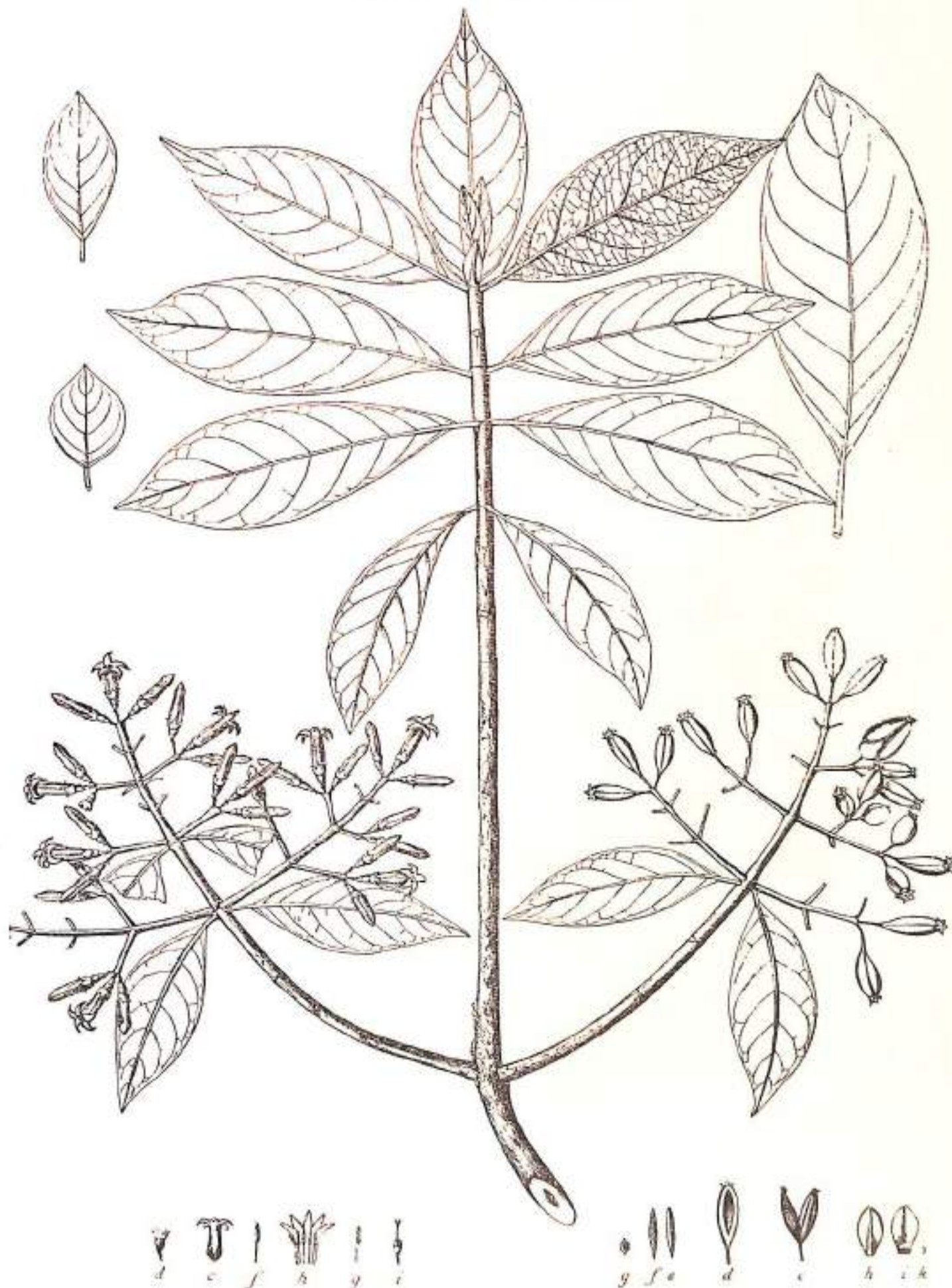
On a cru voir dans le Cinchona crispa de Tafalla, d'après les manuscrits de Pavon et la publication qu'en a faite M. Howard, un synonyme ou une variété du Cinchona officinalis.

Il est vrai qu'au premier aspect ces deux plantes se ressemblent beaucoup, mais nous croyons qu'il s'agit très probablement de deux espèces distinctes. Nous avons pu observer, en effet, dans les serres de M. Howard plusieurs jeunes plantes du Cinchona crispa placées à côté de celles du C. Officinalis, et il nous a paru que, même en l'absence de tous autres caractères, la texture des feuilles du C. crispa, le développement remarquable de ses scrobicules, etc., suffisait à la distinguer du C. Officinalis et des espèces voisines.

Les écorces du C. crispa (Cascarilla fina de Loxa, ou Crespilla buena) recherchées, surtout par leur odeur aromatique et leur efficacité, ont été très-bien décrites par Tafalla et présentent également des traits particuliers: leur cassure se fait avec bruit et reste nette à la manière de celle du verre, leur surface extérieure apparaît très rugueuse par des fentes transversales peu profondes et nombreuses, tandis que la coloration de la surface interne est pâle et parsemée d'écailles micacées, etc. M. Howard pense que les écorces du Quinquina de Loxa du commerce actuel répondent mieux à la description de l'écorce du C. crispa de Tafalla, qu'aux échantillons des anciennes écorces du Quinquina de Loxa, provenant sans doute du C. Officinalis, C. Chahuarguera, etc. Le nom crespilla, ainsi que celui de Pata de Gallinazo, sont deux désignations vulgaires génériques, qui font allusion aux rameaux des Quinquinas, ainsi, ces dernières sont dites "crespilla, crepus" quand les rameaux sont très-rugueux, ou "Pata de Gallinazo", quand ils sont noirs avec stries transversales, pareils aux pieds du "Percnoptéro Urubu, appelé "Gallinazo".

(Triana)

Plancha 2 — Cinchona lancifolia var. α , del prototipo de la plancha anterior, que es la Quina tunita de la Cordillera de Bogotá. Su semejanza con este tipo es muy grande, pudiéndose considerar como una simple forma de éste, de corolas violáceas y cálices rosados. (Icon III de la Quinología).



d c f h g i g f a d e h i k

3.—*CINCHONA OFFICINALIS* Linn. *Spec. pl., edit. I* (ann. 1753), p. 172 et ed. II p. 244; *Syst., edit. X* (ann. 1859), p. 929; *Vahl Ac. soc. Haf. I*, p. 17, t. 1; *Lamb. Monog.*, p. 16 t. I. *Willd. Spec. pl. I*, p. 957. *Roem. et Schult. Syst. veg. V*, p. 8. *Lamb. Encyc. VI*, p. 41, t. 104, f. 1; *Howard, in Report Internat. Congr.*, p. 201; *Hook. f. Bot. mag. t. 5364*, non *Miq.*, in *Ann. Lugd. Batav.*

Quina-Quina La Condamine *Acad. Par* (ann. 1738) p. 114.

Cinchona Condaminea Humb. et Bonpl. *Plant Equin I*, p. 37, t. 10, excl. *specim. fruct.* Humb. in *Mag. Ges. nat Berl.* (ann. 1807) p. 112 DC. *Prodr. IV* p. 353, var. α ; *Lamp. Illustr.*, p. 2. excl. var.; α vera Wedd. *Hist. Quinq.*, p. 37, excl. *syn.*; *G. Planch. Des Quinq.* p. 81; *Klotzsch, in Hayne's Arzneigew. XIV. adnot. ad t. 14.*

Cinchona Macrocalyx var. δ *Uritusinga* DC. *Prodr. IV*, p. 352.

Cinchona Academica Guib. *Hist. des Drog. II*, p. 98.

Cinchona Uritusinga Pav., in *How. Illustr. Quinol. cum icon.*

Cinchona Officinalis var. *Bonplandiana*. *Howard in Herb Kew.* (pale bark) et var.

Bonplandiana lutea *Howard in hb. Kew et in Report, etc.*

Cinchona Officinalis Bonplandiana angustifolia *How. Quinol. of East. Ind. Plant.*, p. 36.

Cinchona Lancifolia var. *Mutis* *Quinol. Bogot.*, t. 11. f. a et c et in *Markham Chinch. of New Gran.*, p. 25.

Para el Soberano (pour le Souverain) R. et Pav. *herb. Fl. Per n.* 550 pl. 712.

Cascarilla amarilla *Ruiz et Pav. Cascarilla parecida a la "buena". R. et Pav. herb. Fl. per. n.* 551, pl. 713, ex *Mathews.*—"Cascarilla Pata de Gallinazo" ex *herb. R. et P. Habite dans les forets de la République de l'Equateur près de Loxa, Cajamuna, Uritusinga, Malacatos, Vilcabamba, etc., entre 2.000 à 3.000 metres sur le niveau de la mer.*

Forma foliis angustioribus.

Cinchona Lanceolata Pav. in *herb. non Fl. Per.*

Cinchona Chahuarguera *How. Illustr. Quin. t. 1, f. 1. var secunda.*

Cinchona Condaminea var. *Bonplandiana colorata* *How. in herb. Kew. et in Report Inter. Hort. Congr.*, p. 201.

Cinchona Condaminea β *lanceolata* *Lamb. Illustr.*, p. 2. excl. *syn. Pav. et var; var γ lutea (ex parte) ejusdem*, p. 31.

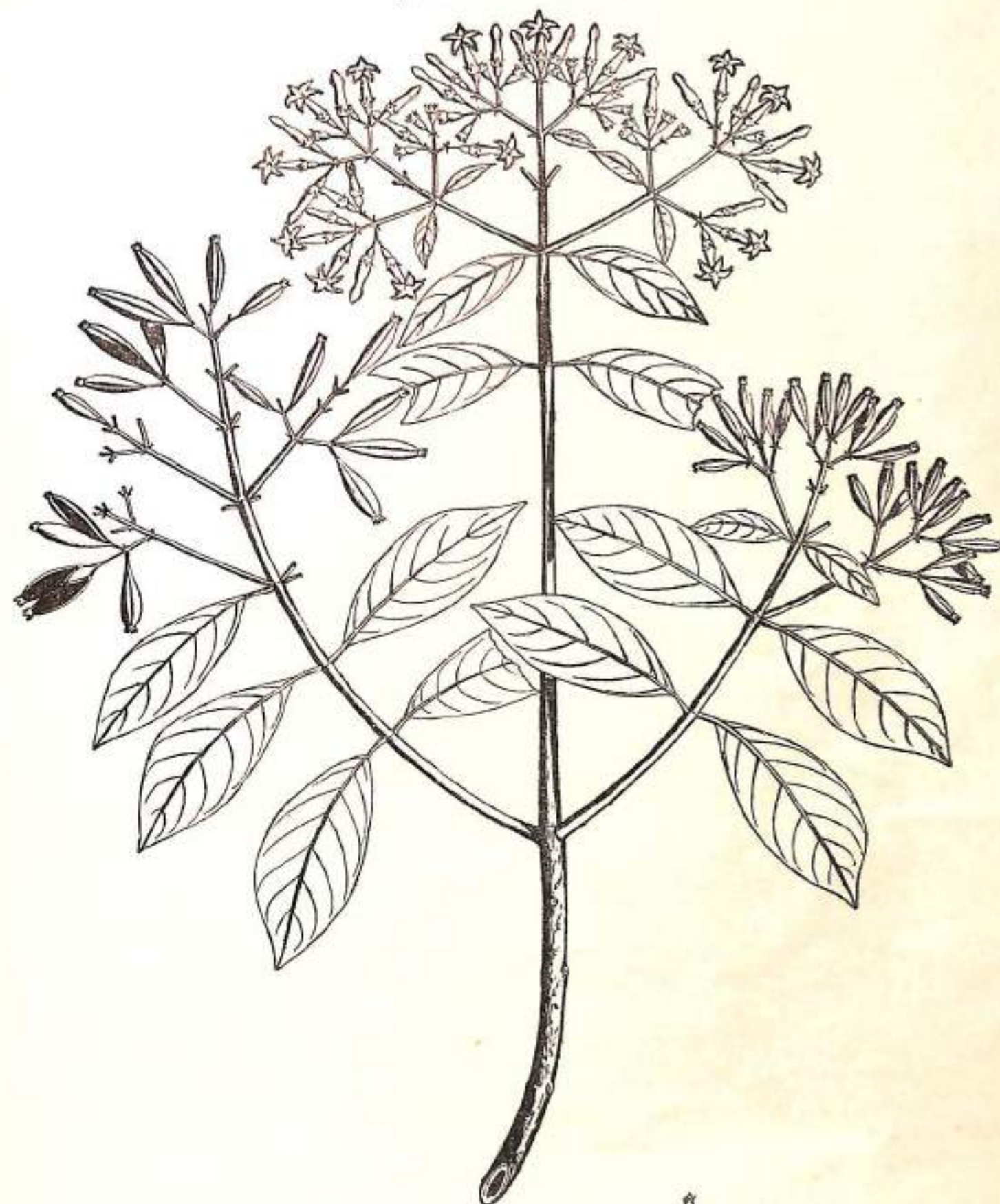
Cinchona Condaminea δ *Lancifolia* *Wedd. Hist. Quinq. t. 5. (ex parte), fig. sinistra.*

Cascarilla colorada *Ruiz et Pav. Herb. Fl. Per. n.* 549, pl. 711, et. n. 570, sans pl. — *Cascarilla provinciana y fina* *Ruiz et Pav. Herb. Fl. Per n.* 584, pl. 738, ex *herb. Ruiz et Pav.*

Habite avec la précédent.

La Cascarilla baya amarilla de la collection de Hasskarl, originaire de l'Escalera de San Rafael, dans le chemin de Jauja, près d'Uchubamba, au Pérou austral, que M. Miquel a rapporté dernièrement (Ann. Lugd. Batav. IV) au C. Officinalis, n'appartient nullement a cette espèce. Un des exemplaires authentiques en fruit non mur de ce Cascarilla Baya amarilla, dans l'herbier de M. Howard, qu'il a tres-libéralement soumis à notre examen répond nous croyons, plutôt au C. coccinea Pavon, que nous regardons comme une forme glabrescente du C. pubescens.

Plancha 3 — Variedad β de la primitiva *Quina tunita* de la *Quinología* de Bogotá. *Cascarilla negra de Gualaceo* o *Cinchona heterophylla* de Howard, como tipo muy aproximado. (Icon IV). Esta variedad, según Triana, puede considerarse sinónima de la *Cinchona Chahuarguera*. Acuarela original de 30 x 50 cm.



A

E

4.—CINCHONA CHAHUARGUERA Ruiz et Pav. herb. Fl. Per. n. 553, pl. 715.

Cinchona Condaminea β Chahuarguera DC. Bibl. univ. p. 144; Prodr. IV, p. 352.

Cinchona Condaminea Humb. et Bonpl. Plant. Equin. t. 10. pro parte (Specim. fruct.); Guib. Hist. Drog. simpl.

Cinchona Condaminea vera Wedd. Hist. Quinq. (pro parte).

Cinchona Condaminea var β Candollei Wedd. (pro parte, in herb. Mus. Par.)

Cinchona Bonplandiana Klotzsch, in Hayne's Azneigew. XIV, adnot ad t. 14.

Cinchona Heterophylla Pav., in How. Illustr. Quinol. cum icon. Pav. herb. Fl. per. n. 554. in herb. Mus. Par.

Cinchona Macrocalyx How. l. c., quoad icon. et non Pav. Quinol. ined.

Cinchona Palton Pav. in How. l. c. cum icon.

Cinchona violacea Pav., in How. l. c. cum icon.

Cinchona Lancifolia var. β , μ et ν Mutis Quinol. ined., t. 4, 14 et 15.

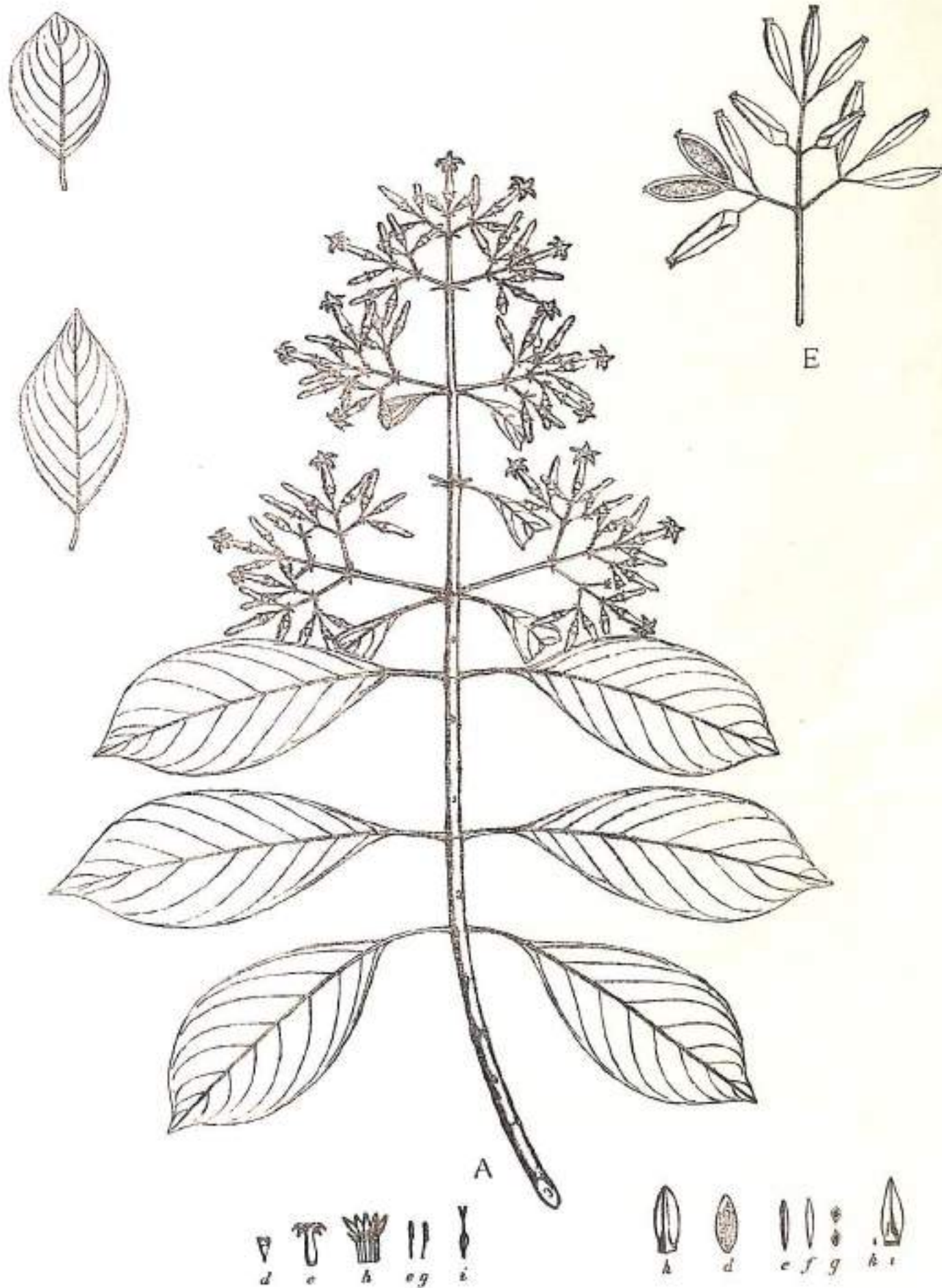
Cinchona lutea inedita Pav. in hb. Mus. Brit. — Cascarilla con hojas un poco vellosas por abajo Ruiz et Pav. herb. Fl. per. c. p. n. 575 pl. 730 (Mathews). — C. Margarita de Jaén Ruiz et Pav. Herb. Fl. per. n. 581, pl. 735 (Mathews). — Cascarilla crespilla Ruiz et Pav. herb. Fl. per. n. 588, pl. 742, in herb. (Mathews). — C. negra de Azogues. Fl. per. n. 578, 734, pl. 733, 2 d. Exp. "La más fina del pueblo de Azogues. Es una crespilla negra. Elle est tres-odorante". Bonpl. in hb. Mus. Par. — Cascarilla con hoja de Palta Ruiz et Pav. herb. Fl. per. n. 554, pl. 716 et n. 579, ex. herb. R. Pav. (Mathews). — Cascarilla colorada n. 554 (sobrante), ex hb. R. Pav. (Mathews). — Cascarilla negra de Gualaceo; Cascarilla colorada de Taday ou "colorada de cañas"; C. Chahuarguera ? Caldas.

Habite les foreis de Cuenca, Loja et Jaen dans la République de l'Equateur.

En adoptant, dans leur "Plantes equinoxiales", le nom de Cinchona Condaminea qui, évidemment, designe la plante de La Condamine comme nomination linnéenne de Cinchona Officinalis, qu'ils croyaient inexacte. Cependant la plante d'Ayavaca, que ces célèbres voyageurs considerent comme identique avec le C. Officinalis avait été antérieurement distinguée par De Candolle, qui la rapporta avec raison au C. Chahuarguera de Pavon, et la donnait comme une variété du Cinchona Officinalis.

(Triana)

Plancha 4 — Dibujo de la variedad colombiana de la *Cinchona lancifolia*, que Caldas descubrió en La Plata, Provincia de Neiva. (*Quina del Agua Bendita*). Hojas ovoides-cuspídeas y corolas violáceas. (Icon V de la Quinología).



CINCHONA LANCIFOLIA VAR. γ

M. Guibourt a rétabli au rang d'espèce l'échantillon en fruit du *Cinchona Condaminea* de Humboldt et Bonpland; mais, par des motifs qui nous échappent ne tenant pas compte de la dénomination de *C. Chahuarguera*, précédemment consacrée par De Candolle, il lui substitua celle de *C. Condaminea* qui, évidemment, désigne la plante de La Condamine comme véritable *Cinchona Officinalis*, et, en même temps, pour distinguer cette espèce il crea le nouveau nom de *Cinchona academica*.

Aujourd'hui, le droit de priorité fait prévaloir la dénomination linneenne de *Cinchona Officinalis*, qui ne pouvait cesser d'appartenir à la plante de La Condamine, et le nom de *Cinchona Condaminea* n'est plus qu'un simple synonyme dont l'emploi en tout autre sens ne peut que perpétuer un erreur.

Par le même droit de priorité, le *Cinchona Condaminea* de Guibourt, considéré comme espèce, doit reprendre la dénomination plus ancienne et plus significative de *Chahuarguera Pavon*.

Suivant une tradition ancienne, l'arbre nommé *Chahuarguera* par les Indiens de Loxa aurait eu le privilège de fournir l'écorce fébrifuge dont l'emploi opéra la guérison de la comtesse de Cinchon. Il existe d'ailleurs entre le *Cinchona Officinalis* et le *C. Chahuarguera* des ressemblances les plus grandes; mais on peut l'en distinguer par ses inflorescences moins lâches, par ses pédicelles plus courts, par ses fruits plus corsés, par ses feuilles elliptiques et plus consistantes, par les lobes du calice plus allongés, etc.

Une très-grande analogie, surtout quant aux exemplaires en fruit (tels que ceux d'*Ayavaca* de Bonpland), apparaît également entre le *C. Chahuarguera* et le *C. Pitayensis*, et cette remarque nous les avait fait rapporter, à tort, dans notre catalogue de l'Exposition de 1867, à cette dernière espèce.

(Triana)

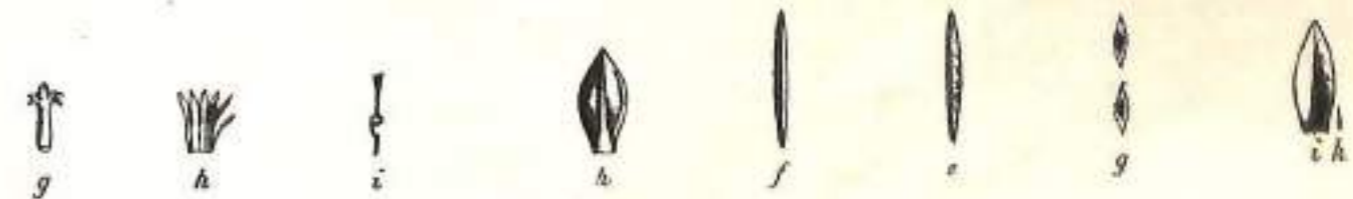
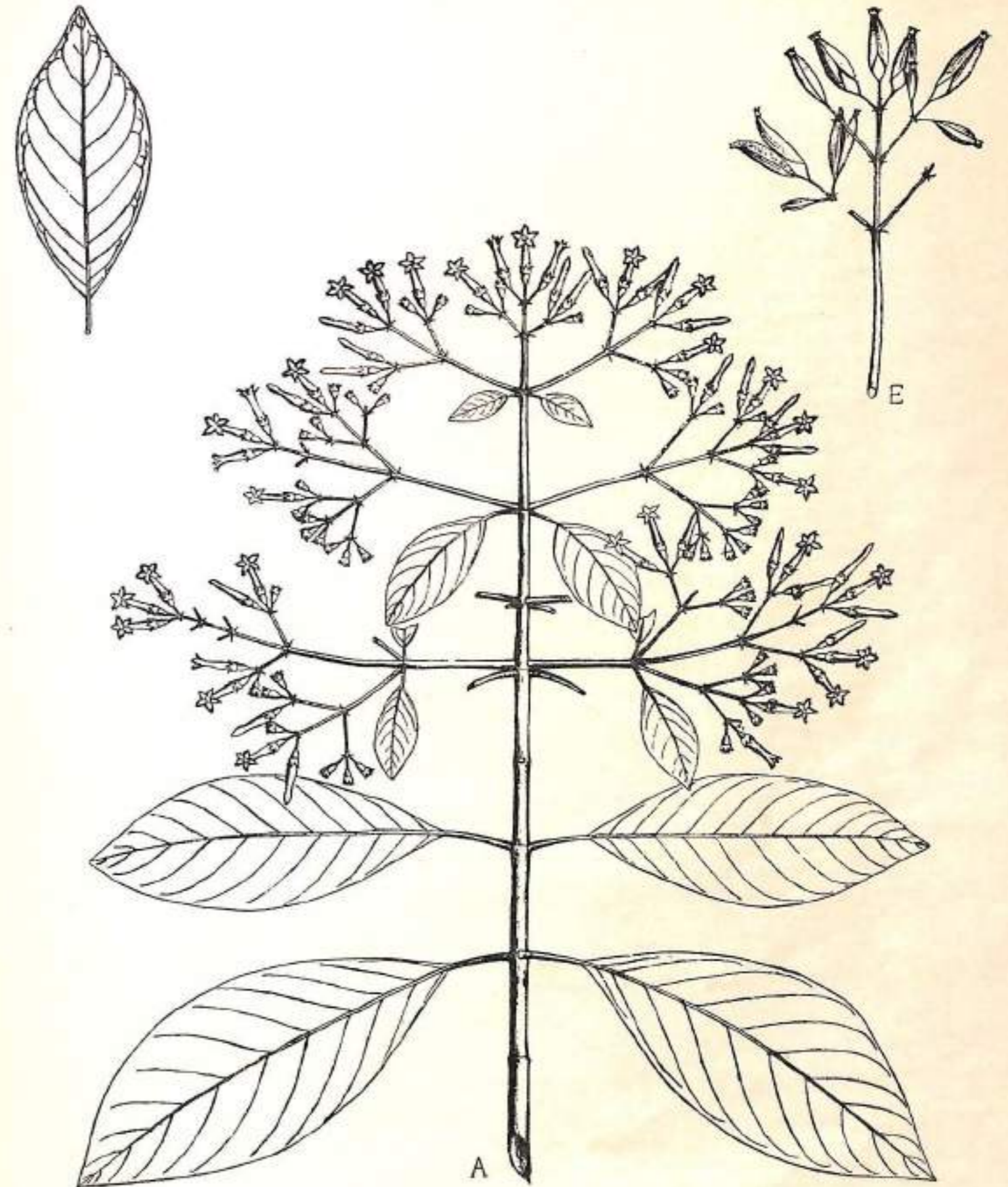
...

5.—*CINCHONA UMBELLIFERA* Pav.; in How. *Illustr. cum icon; G; Planch. l. c., p. 127.*

Habite dans la province de Jaen, Ruiz et Pav. *herb. Fl. Per. n. 592, pl. 746.* Nous n'avons pas trouvé représentée cette espèce dans les herbiers et nous croyons qu'elle n'est qu'une forme du *C. Chahuarguera*. D'après Pavon, elle serait une espèce très-précieuse. Elle est aussi une *Cascarilla provinciana fina* ou *Cascarilla crespilla*.

(Triana)

Plancha 5 — *Cinchona lancifolia* var. ♂ (Icon VI de la Quinología). Es ésta la *Cascarilla blanca* de Taday, con hojas pubescentes por el revés y lanceoladas. Según Triana, parece aproximarse a la forma pubescente de la *Cinchona erythrantha* de Pavon. Calco del dibujo original reducido. Tamaño de la acuarela original: 30 x 50 cm.



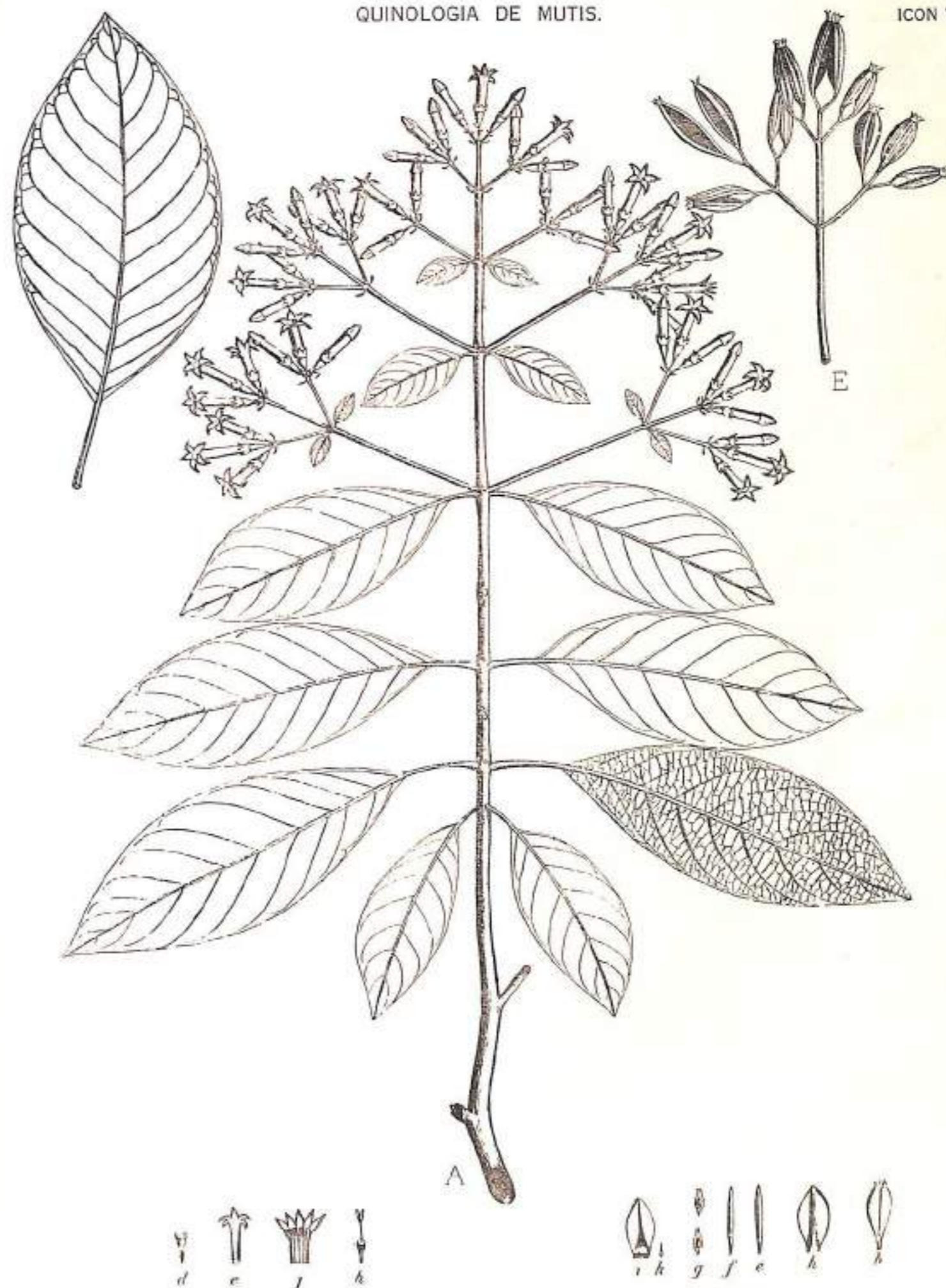
(PLANCHA 5)

CINCHONA LANCIFOLIA VAR. ♂

6.—*CINCHONA MACROCALYX* Pav. *Quin. ined. et DC., in Bibl. univ.*
 (1829) *sc. V. 2, p. 151; Prod. IV, p. 353, excl. var. γ et δ.*
Cinchona Condaminea var. β Candollii Wedd. Hist. Quinq., p. 37, t.
4, bis; G. Planch. Quinq., p. 77.
Cinchona Obtusifolia Pav. Quinol. ined. in herb. Moric., ex DC.
Cinchona Rotundifolia Pav. mss. in herb. Lamb. (pro parte).
Cinchona Lancifolia var. λ Mutis Quinol. Bogot. ined., t. 13, fig.
a et c.
Cascarilla serrana de Huaranda, Ruiz et Pav. herb. Fl. Per. n. 442
pl. 662 (Mathews).
Cascarilla de Quiebro, de Cuenca, Ruiz et Pav. herb. Fl. Per. n. 559,
pl. 750.
Cascarilla colorada de Zuraguru, Caldas.
Habite dans les forets de l'Equateur pres de Huaranda. El Pan, du
cote oriental de la cordillere de Cuenca et Guachapala, entre 2.800 et 3.000
metr. (Jameson).

(Triana)

Plancha 6—Dibujo de la variedad λ de la Quinología (*Cinchona lancifolia*) *Crespi-*
lla negra, muy semejante, según Howard, a la *Cinchona rispa* de Tafalla. Según Triana,
 esta especie es distinta de la *Cinchona officinalis* y de la *Cinchona chahuarguera*. (Icon
 VII). Tamaño de la acuarela original de la Quinología de Mutis: 32 × 50 cm.



PLANCHA 61
 CINCHONA LANCIFOLIA VAR. λ

7.—CINCHONA HIRSUTA Ruiz et Pav. Fl. Per. III p. 51, t. 102; Lamb. Illustr. p. 10; Wedd. Hist. Quinq. p. 70, t. 21, b; G. Planch. Quinq., p. 134. — Cinchona Tenuis Fl. Per. mss. ex Ruiz Quinol. Art. III, p. 60.

Cinchona pubescens γ hirsuta DC. Prod. IV, p. 353.

Cinchona cordifolia β Rohde Monogr., p. 59.

Cinchona coccinea How. Illustr. quoad icon. et in herb. Mus. Brit., non Pav.

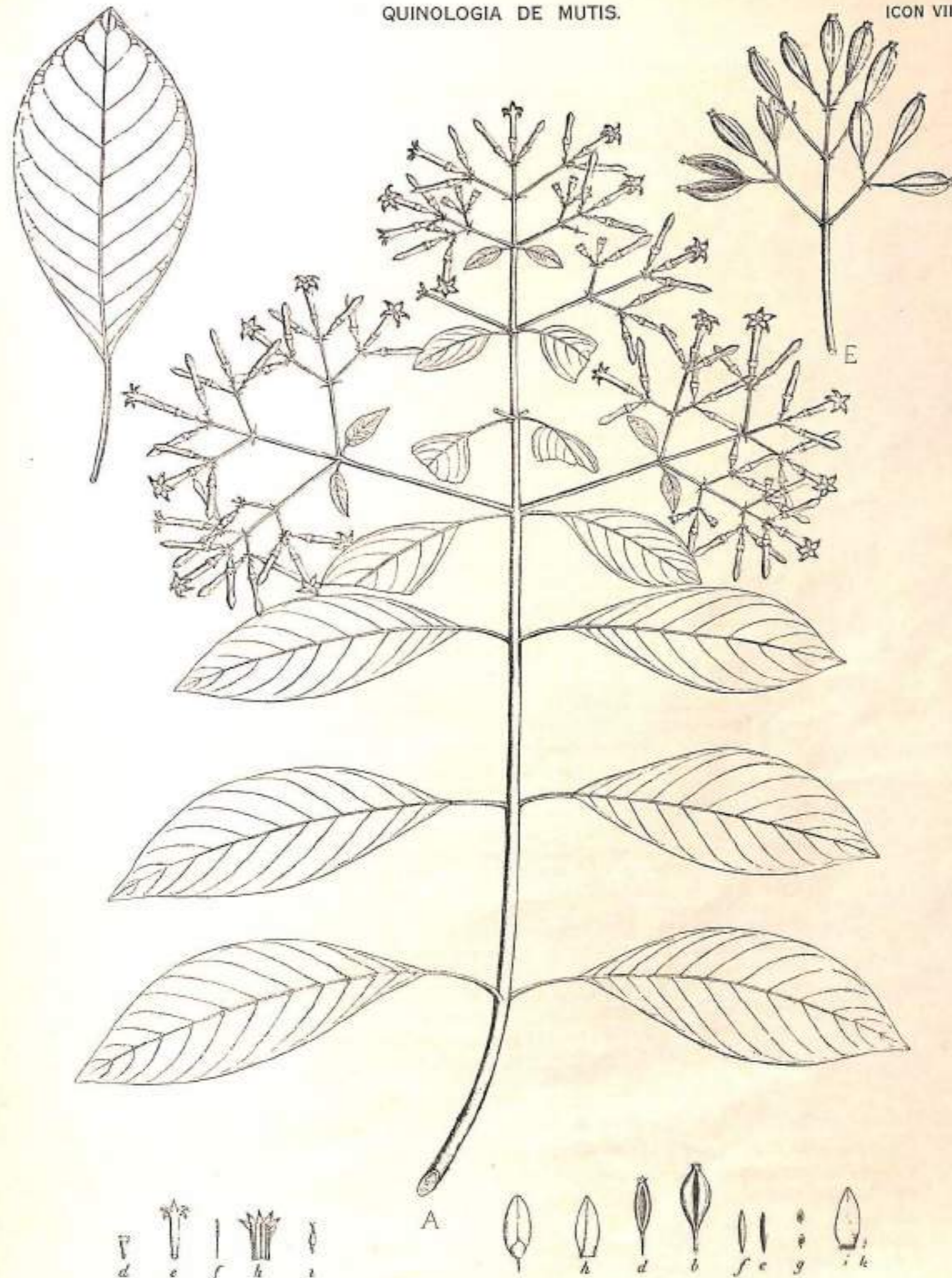
Cascarillo delgado. Ruiz Quinol. Art. III, p. 60.—Cascarilla delgada ou delgadilla Lamb. l. c. — Cascarilla crespilla de Jaen. — Cascarilla de temperamento frío, "la trajeron por la Chahuarguera" ex herb. R. et Pav. (Mathews).

Habite les montagnes élevées du Pérou à Pillao, Acomayo, Panatihuay, vers le 10e. degré lat. austral.

L'herbier de Kew renferme, fixés sur la même feuille de papier: 1^o un échantillon du Cinchona hirsuta de la Flore péruvienne, identique à tous ceux que Pavon a distribués sous ce nom; 2^o Un des exemplaires, n^o 442, planche 662, avec le titre de Cascarilla serrana de Huaranda, provenant de la collection de Pavon, et qui appartiennent au Cinchona macrocalyx DC. et Pav. Ce rapprochement accidentel dans l'herbier de Kew a sans doute induit en erreur M. Howard, quand ce savant réunissait les matériaux destinés aux Illustrations de la Quinologie de Pavon. Le dessin qui, dans cet ouvrage, porte le titre de Cinchona coccinea, figure, en réalité, le Cinchona hirsuta. Le numéro, l'indication de localité et le nom vulgaire qui l'accompagnent, appartiennent à l'échantillon voisin, lequel, ainsi que nous l'avons dit, est l'un de ceux du Cinchona macrocalyx. La description du Cinchona coccinea des manuscrits de Pavon, publiée avec la planche dont nous venons de parler, diffère donc naturellement de l'espèce figurée sur la dite planche. Le type du Cinchona coccinea est, d'après Pavon, le Cascarilla serrana acanelada, ou le C. Pata de Gallinazo, type marqué du n^o 583, planche 737, si nous devons ajouter foi aux échantillons provenant de Pavon, et examinés par M. G. Planchon dans l'herbier de Boissier; ce même numéro 583, planche 737, est nommé Cinchona erythrantha dans la collection de Pavon conservée à Madrid, et son dessin correspond à la description de cette espèce, insérée dans les Illustrations de M. Howard. Cet auteur admet que le nom de C. Erythrantha a été ajouté postérieurement; peut-être est-ce une simple substitution.

Les éléments qui constituent le Cinchona coccinea des Illustrations se décomposent donc ainsi: le dessin, isolé et sans titre, répond au Cinchona hirsuta; le numéro, la localité de Huaranda, et le nom vulgaire de Cascarilla Serrana appartenant au Cinchona macrocalyx; puis la description elle-même du C. Coccinea, accompagnée de ses noms vulgaires, ou Cascarilla serrana acanelada, ou Pata de Gallinazo, qui doit être plutôt réunie, comme forme glabrescente, au Cinchona erythrantha, dont le dessin est publié par M. Howard. Nous trouvons, en effet, dans l'herbier de Kew, des échantillons à feuilles plus ou moins pubescentes, désignés sous le nom vulgaire de Cascarilla Pata de Gallinazo, récoltés par Spruce dans la province de Guayaquil, et correspondant, en général, au Cinchona erythran-

Plancha 7 — Icon VIII de la Quinología de Bogotá, de Mutis. Representa la Cinchona lancifolia var. 3 de la Quinología, o sea la Quina Pata de Gallinazo de Colombia, que es, según Triana, completamente diferente de la Pata de Gallinazo del Perú, o Cinchona peruviana de Howard. Dibujo calco de la fotografía tomada sobre el original de 30 x 50 cm.



tha. La confusion, sous le nom de *Cinchona coccinea*, des exemplaires du véritable *Cinchona macrocalyx*, avec les numéros et noms vulgaires qui leur sont propres, conduisait naturellement, dans le même ouvrage, à prendre, pour figurer le *Cinchona macrocalyx*, des échantillons du *Cinchona Chahuarguera*.

En fait, les *Cinchona macrocalyx* et *Cinchona hirsuta* se ressemblent beaucoup, et sont des espèces des plus voisines; mais la dernière se distingue nettement, comme l'a très-bien remarqué M. Weddell, par un petit triangle pubescent derrière la base des filets des étamines.

(Triana)

8.—*CINCHONA PITAYENSIS* Wedd., in *Ann. sc. nat.* 3 ser., XI, p. 269; *G. Planch. Quinq.*, p. 101; *How.*, in *Report, etc.*, p. 216.

Cinchona Condaminea var *Pitayensis* Wedd. *Hist. Quinq.*, p. 38.

Cinchona Trianae Karst. *Fl. 1, Columb.*, I, p. 45, t. 22 et in *Markham New-Gran. Chin.*, p. 50, cum icon.

Cinchona Lanceolata Benth. *Plant. Hartwg.*, p. 190, non Pav.

Cinchona Corimbosa Karst. *l. c.*, p. 10, t. 10; *Markham, l. c.*, cum icon.

Condaminea vera almaguerensis Rampon in *G. Planch. l. c.*, p. 103;

How. l. c., p. 218.

Quina amarilla y roja de Pitayo. — Quinquina Pitaya; Quinquina de la Colombie ou d'Antioquia *Guib. l. c.*, p. 140; — Quinquina brun Carthagène et Quinquina rouge Carthagène *Guib. l. c.*, p. 126. — Pitaya *Condaminea bark Pereira Mat. med.*, p. 1643; — Quinquina de Almaguer.

Habite les forêts de Pitayo, prov. de Popayán, Nouvelle-Grenade.

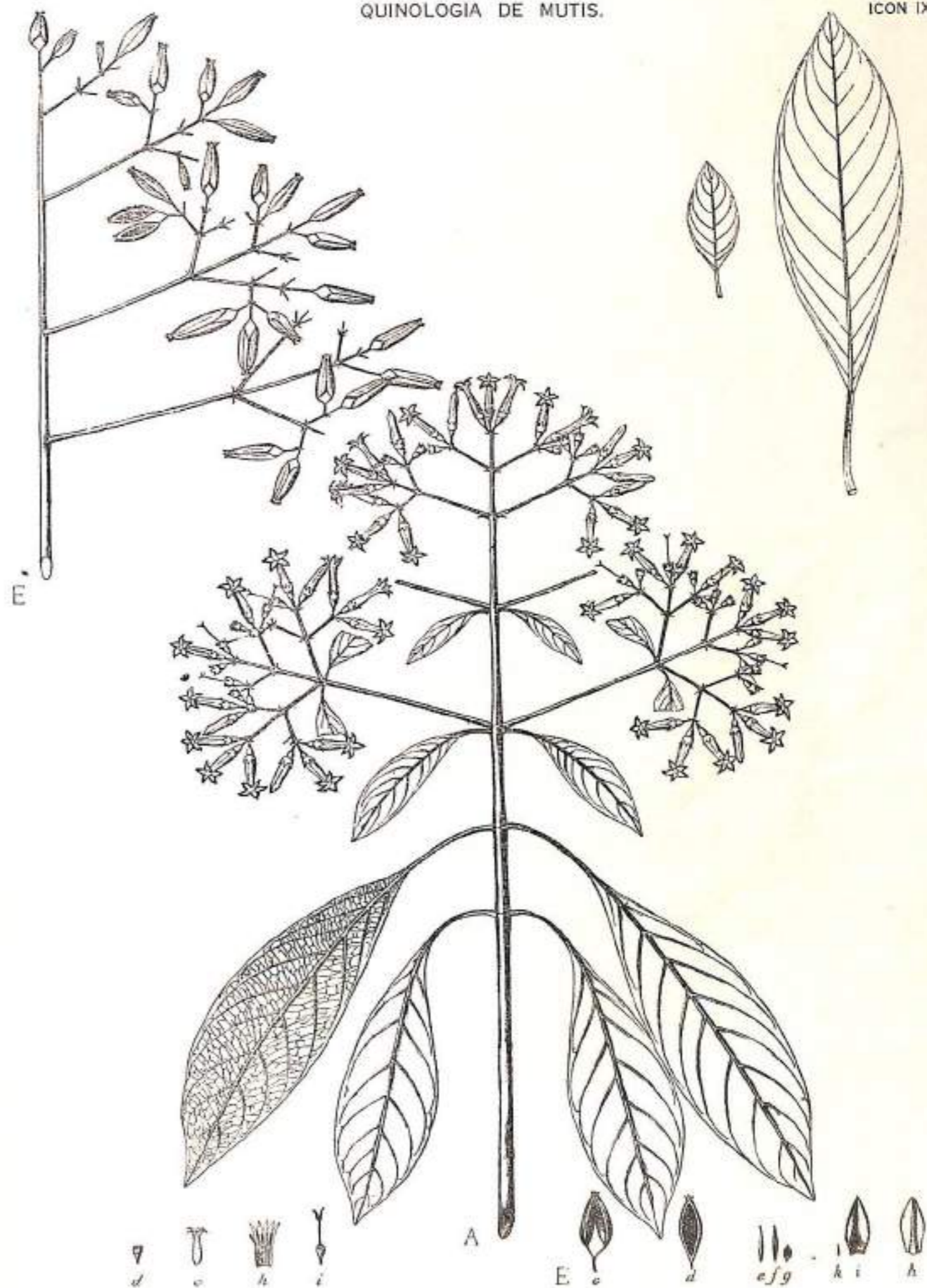
Le *Cinchona pitayensis* ressemble tellement à premier vue au *Cinchona chahuarguera*, qu'on est disposé à les considérer comme une même espèce. C'est l'impression sous laquelle, dans notre Catalogue de l'Exposition Universelle de 1867 nous avions prêté au *Cinchona*, récolté à Ayavaca par Humboldt et Bonpland, le nom de *Cinchona pitayensis*. Cependant le *C. pitayensis* est une espèce bien caractérisée et qui se distingue nettement à la pubescence intérieure du tube de la corolle, caractère assez rare dans le genre, mais qui s'observe cependant dans les *C. Hirsuta*, *C. Mutisii*, *C. Rugosa*, plantes d'ailleurs qui s'éloignent beaucoup du *C. pitayensis*.

Le *Cinchona pitayensis* se distingue encore aux lobes du calice, qui sont étroits, longs, aigus, et par la corolle qui finit par se fendre en une sorte de corolle pentapétale.

Le *Cinchona Trianae*, à été publié d'après des échantillons que nous avons communiqués à M. Karsten, et que nous savons appartenir évidemment au *Cinchona pitayensis*.

(Triana)

Plancha 8 — *Cinchona lancifolia* var. η (Icon IX). Esta variedad es la "Crespilla de hoja de Liegura o Lucuma" o *Cinchona Lucumafolia* de De Candolle. Este autor la consideró como una variedad de la *Cinchona macrocalyx*, pero Triana la determinó como especie distinta.



(PLANCHA 8)

CINCHONA LANCIFOLIA VAR. η

9.—CINCHONA LUCUMAEFOLIA Pav. mss., Lindl. Fl. med., p. 416, n. 833; Benth. Plant. Hartwg., p. 133; G. Planch. Quinq., p. 91; How. Illustr. cum icon.

Cinchona Macrocalyx γ lucumæfolia DC. Prodr. IV, p. 353.

Cinchona Condaminea γ lucumæfolia Wedd. Hist. Quinq., p. 38, t. 4 bis b.

Cinchona lancifolia var η Mutis l. c., t. 9, fig. a et e.

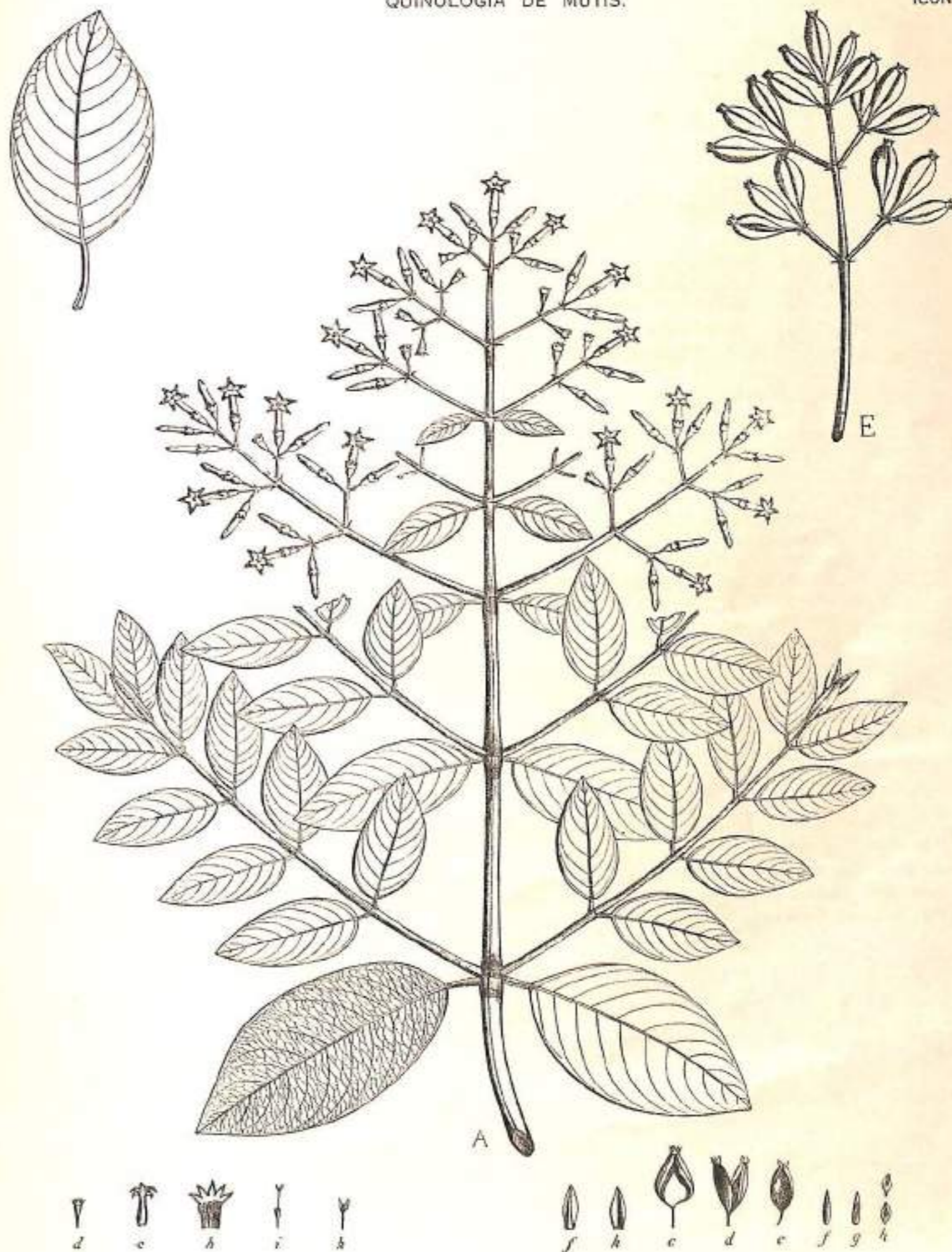
Cinchona stupea Pav., in How. Illustr. cum icon.

Cascarilla con hojas de Liegura ou Lucuma; Cascarilla con hojas de Lucuma Ruiz et Pav. herb. Fl. per. n. 560, pl. 721 et n. 561, pl. 722, 2 d. Exped. Cascarilla estoposa de Cuenca. Ruiz et Pav. herb. Fl. Per. n. 541 pl. 705 (Mathews). — Cascarilla estoposa de Gualaceo. White crown bark Pereira l. c., p. 1638, ex G. Planch. — Cascarilla lagartijada Laub. Bull. Pharm. II, p. 298, ex G. Planch. — Quinquina de Lima tres-rugueux imitant le Calisaya Guib. l. c., p. 113, ex G. Planch. — Cascarilla blanca Pata de Gallinazo.

Habite les forets de Loxa et Cuenca dans l'Equateur.

(Triana)

Plancha 9 — Icon X de la "Quinología". *Cinchona lancifolia* var. θ Esta variedad llamada vulgarmente: "Cascarilla hoja de almizcillo" de la provincia de Quito se aparta de las otras variedades de la *Cinchona lancifolia* porque sus hojas son más o menos pubescentes por el revés, con pubescencia blancuzca que corresponde al tipo de la *Cinchona Mutisii* de Lambert.



(PLANCHA 9)

CINCHONA LANCIFOLIA VAR. θ

10.—CINCHONA NITIDA Ruiz et Pav. *Fl. Per. II*, p. 50, t. 191; Wedd. *Hist.*, p. 47. t. 10, a; How. *Illustr. cum icon.*; G. Planchon *l. c.*, p. 106.

Cinchona Officinalis Ruiz. *Quinol. Art. II*, p. 56; Lindl. *l. c.*; p. 413, n. 830.

Cinchona Lancifolia α nitida Rœm. et Schult. *Syst. V*, p. 10; DC. *Prodr. IV*, p. 352.

Cinchona Peruviana β nitida How; in *Report, etc.*, p. 205.

Cascarilla Peruviana Laub. *Bull. ph. II*, p. 295.

Cascarillo oficial Ruiz *l. c.* — Quinquina de Loxa brun compacte Guib. *vulgo*: Quina caña legítima ou Cascarilla lustrosa. Quinquina Huanuco plat sans épiderme Delond. et Bouch?

Habite les montagnes du Pérou.

(Triana)

11.—CINCHONA PERUVIANA Howard *Illustr. cum icon.*, G. Planch. *l. c.*, p. 109.

C. Peruviana α vera How., in *Report, etc.*, p. 205.

Habite les montagnes de Huanuco, au Pérou, vulgo: Quina Pata de Gallinazo (Prichett). — Fine grey bark Pereira. *l. c.*, p. p. 1633. — China Huanuco Gobel et Kunze p. 46, t. 7, de 1 à 4. — Quinquina Huanuco jaune pale Delond. et Bouch.; p. 28, t. 4. — Quinquina rouge de Lima Guib. *l. c.*, p. 120, fide G. Planch.

Espèce évidemment voisine du Cinchona nitida, dont elle ne semble différer que par la forme des feuilles qui ne sont pas obovées. Cependant, entre les exemplaires du C. peruviana envoyés a Kew des cultures de l'Inde, par M. Broughton, on remarque cette forme obovée des feuilles.

(Triana)

12.—CINCHONA OBOVATA Pav., in How. *Illustr. cum icon.*

Cinchona discolor Klotzsch, in *Walp. Rep. VI*, p. 65; Wedd, *Hist. Quinq.*, p. 61, teste How. in *herb. Kew.*

Cinchona Lancifolia α nitida Presl. *herb. Haenk.*

Cascarilla con hoja de olivo.

Habite les forets du Pérou.

Cette plante a une grande ressemblance avec le Cinchona peruviana, à en juger par les échantillons déterminés par M. Howard dans l'herbier de Kew. Des échantillons nommés C. obovata, dans l'herb. du Mus. Par., rappellent d'autre parte, le C. scrobiculata.

(Triana)

Plancha 10—Icon XI de la "Quinología". En esta plancha se encuentra representada con gran exactitud la *Cinchona Officinalis* primitiva, proveniente de Loja, Vilcabamba, Malacatos, Uritusinga, Cajanuma y otros lugares del Ecuador, y que se designó con el nombre vulgar de "Cascarilla fina de Loja". En la "Quinología de Bogotá" figura como una variedad de la *Cinchona Lancifolia*.



13.—CINCHONA SCROBICULATA Humb. et Bonpl. Pl. Equin. I, p. 165, t. 47; Roem et Schult. Syst. V, p. 10; DC. Prodr. IV, p. 352; Wedd. Hist. Quinq., p. 42. G. Planch. l. c., p. 104.

Cinchona Micrantha Lindl. Fl. Med., p. 412.

Habite les forets du Pérou et de la Bolivie.

Var. Delondriana Wedd. l. c., t. 7.

C. Delondriana Wedd., in Ann. sc. nat. 3 ser. X. p. 7.

Quinquina rouge du Cuzco, Del. et Bouch. Quinol., p. 27, pl. 13, fig. 5—7.

Un des calisaves légers du commerce Guib. l. c., p. 138. — Quinquina de Loxa rouge marron Guib. l. c., p. 104. — Cascarilla colorada del Cuzco ou de Santa-Anna. — Cascarilla fina de la Prov. de Jaen.

Habite avec la précédente.

(Triana)

14.—CINCHONA MICRANTHA Ruiz et Pav. Fl. Per. II, 52, t. 194; Lamb. Illustr., p. 7 DC. Prodr. IV, p. 354, Lindl. Fl. med., p. 412, n. 829; α rotundifolia Wedd. Hist. Quinq. p. 52, t. 14; α et β. Reicheliana How. Illustr. cum icon. G. Planch, l. c., p. 111.

Cinchona cordifolia α Rohde Monogr., p. 59.

Cinchona peruviana γ micrantha How., in Rep. Inter. Congr. p. 208.

Cinchona calisaya var. pallida Wedd. mss. in herb. Mus. Par.

Quinquina Huanuco roulé avec épiderme Del. et Bouch. l. c., p. 28, t. 5.

Quinquina de Lima gris brun Guib. l. c. — Cascarilla provinciana de Huanuco. — Cascarillo fino. Quinquina pareil au Calisaya Laub. Bull. Ph? p. 303.

Habite les forets du Pérou—Mathews n. 1953, Weddell; pres de Jaen. Ruiz et Pav. herb. Fl. Per. n. 583, pl. 737 (Mathewes); Ruiz et Pav. Fl. Per. pl. 741.

Var. Oblongifolia Wedd., Hist. Quinq., p. 52, t. 15; G. Planch. l. c. p. 111.

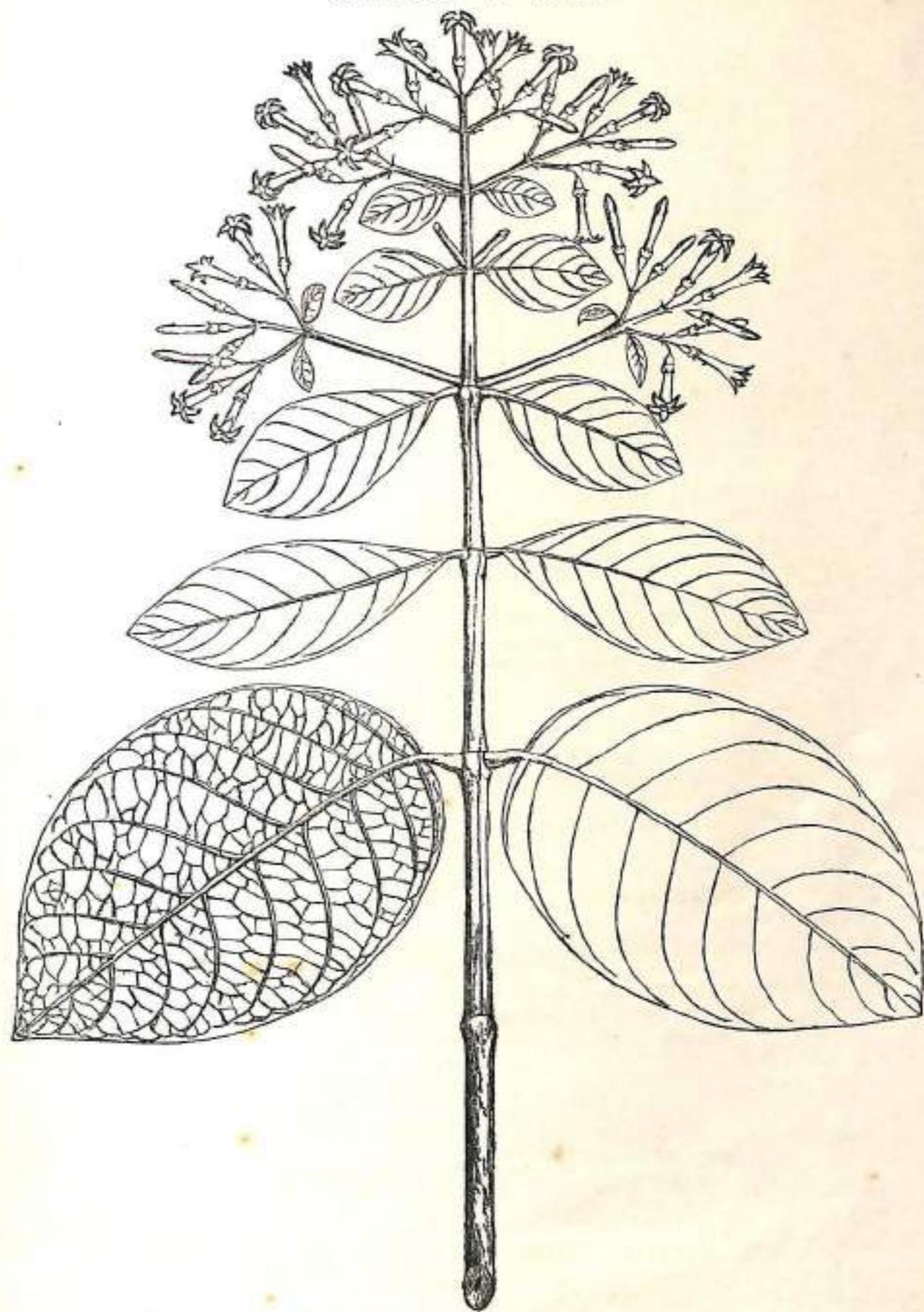
Cinchona Affinis Wedd., in Ann. sc. nat. 3 ser. X, p. 8.

C. Micrantha How., in Rep. etc.

Cinchona Pubescens Scheldt? in herb. Lechler, n. 2413, non Vahl.

Habite les forets de la Bolivie.

(Triana)



CINCHONA LANCIFOLIA VAR. k

Plancha 11 — *Cinchona lancifolia* var. k. Esta variedad llamada: "Quina blanca de Alausi", lo mismo que la correspondiente a la plancha 9, se caracteriza por una pubescencia blanquecina por el revés de las hojas, que corresponde al tipo de la *Cinchona Mutissii* de Lambert. (Icon XII de la "Quinología". Tamaño original: 35 × 52 cm.).

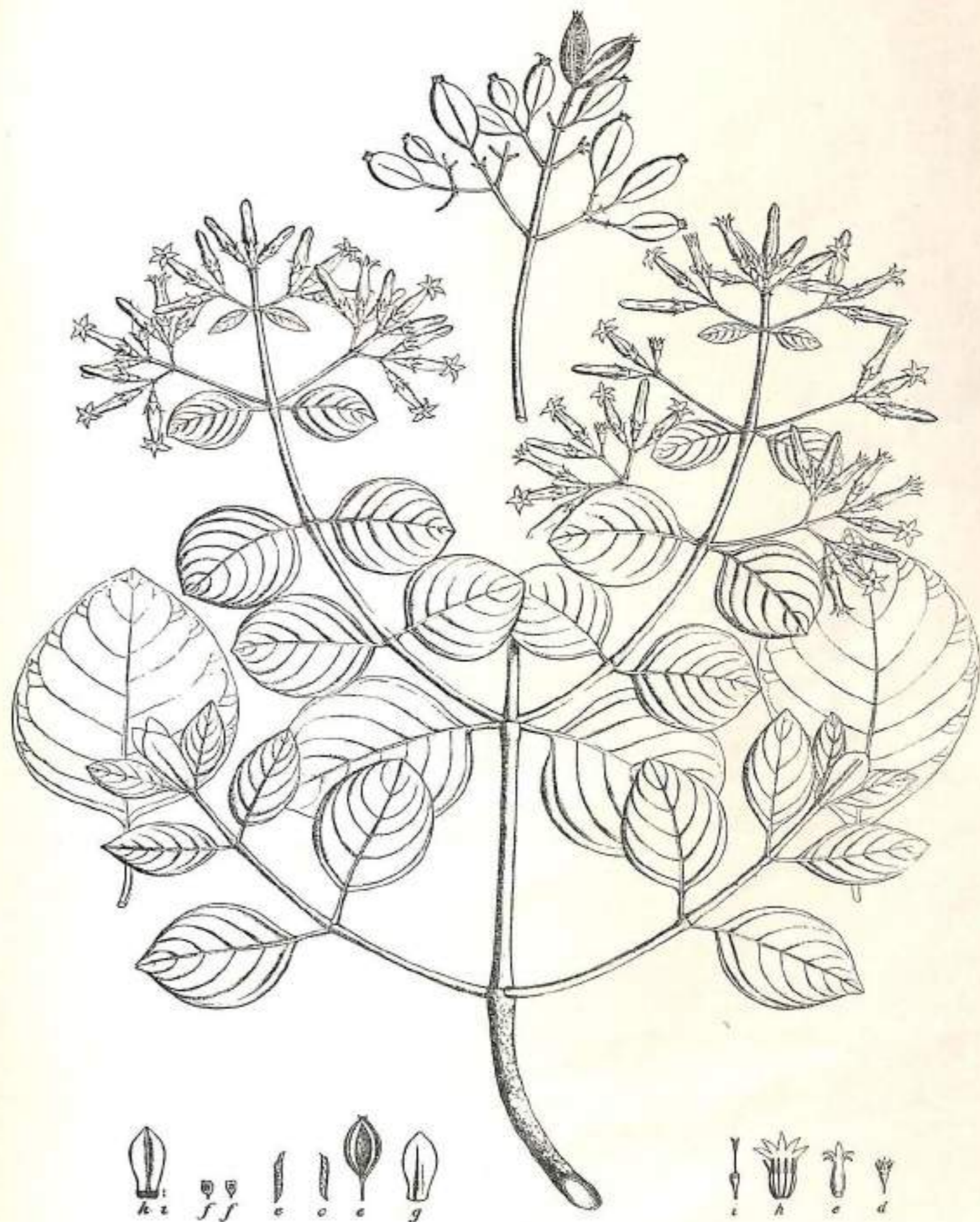
15.—CINCHONA AMYGDALIFOLIA Wedd., in *Ann. sc. nat.* 3 ser. X. p. 6; *Hist. Quinq.*; p. 106.

Cascarilla Quepo, Quepo Cascarilla ou Cascarilla Echenique.

Habite les bois élevés et les sommets des montagnes de la Bolivie.

Apoyándose sin duda en el nombre vulgar de Cascarilla Echenique atribuido a una planta del herbario de Hasskarl, M. Miquel la ha relacionado sin vacilación a la *Cinchona Amygdalifolia*. Nosotros hemos tenido a la vista una muestra auténtica de la pretendida Cascarilla Echenique en el herbario de M. Howard, y hemos participado de la opinión de este autor, que la considera como extraña al género *Cinchona*.

(Triana)



CINCHONA LANCIFOLIA VAR. γ

Plancha 12 — En la “Quinología de Bogotá” la “Cascarilla colorada de Zaragurú” que, según Triana, corresponde a la verdadera *Cinchona Macrocalyx* de Pavon, figura como variedad de la *Cinchona lancifolia*. Tómese nota de la forma especial de las hojas del dibujo, copia fiel de la acuarela original del Jardín Botánico de Madrid. (Icon XIII).

16.—CINCHONA CALISAYA Wedd., in *Ann. sc. nat.* 3 ser. X. p. 6; *Hist. Quinq.*, p. 30, t. 30; *G. Planch. l. c.*, p. 71 α vera Wedd. l. c.
 β Josephiana Wedd. l. c., p. 31, *Planch. l. c.*, p. 74.
 γ Boliviana Wedd., in *Bullet. soc. bot. Fran.* II, p. 509.
 C. Boliviana Wedd., in *Ann. sc. nat.* 3 ser.; X., p. 7; *Hist. Quinq.* p. 50, t. 9, a.

C. Calisaya var. morada *G. Planchon l. c.*, p. 75.
 Quinquina calisaya dit aussi jaune royal *Guib. l. c.*, — Quinquina calisaya plant sans épiderme et roulé avec épiderme. *Del. et Bouch. Quinquina*, t. 1. — Calisaya de plancha *Laub. Bull. phar.* — China-regia *Ber-gen.* — China-regia, cortex Chinæ regius, s. flavus, s. luteus, China calisaya *Gobel et Kunze.* — Royal or genuine yellow bark *Pereira. Mat. med.* — β Ichu Cascarilla. — γ Calisaya morada des Boliviens, verde morada des Péruviens, *Pan des Calisayes légers du commerce. Guib.*, The Mulberry coloured Calisaya *Pereira l. c.*

Ces variétés habitent les provinces septentrionales de la Bolivie et la province péruvienne de Carabaya à 1.500—1.800 mètres d'altitude sur le niveau de la mer.

M. Miquel considera (*Ann. Lugd. Batav.* IV) como variedad rugosa de la C. Calisaya, una planta recogida en la Provincia de Carabaya por Hasskarl y designada por él como siendo igualmente la Ichu Calisaya. Por el conjunto de sus caracteres, la dicha planta corresponde a la C. Rugosa-Pavon o C. Parabólica del mismo autor, especie bien distinta y que no creemos que pueda ser considerada como una variedad de la C. Calisaya. Sin embargo, la C. Calisaya var. rugosa Miq. es la quina que Hasskarl ha enviado a Java como la verdadera Calisaya, y de la cual los primeros análisis de las cortezas de los árboles en cultivo mostraron una riqueza en alcaloides que sobrepasa la medida de todas las otras especies conocidas. Es de desear que las esperanzas que han hecho nacer estos primeros ensayos de cultivo de una quina tan preciosa sean plenamente confirmadas; pero entretanto no podemos evitar expresar nuestras dudas de verlas realizadas en seguida.

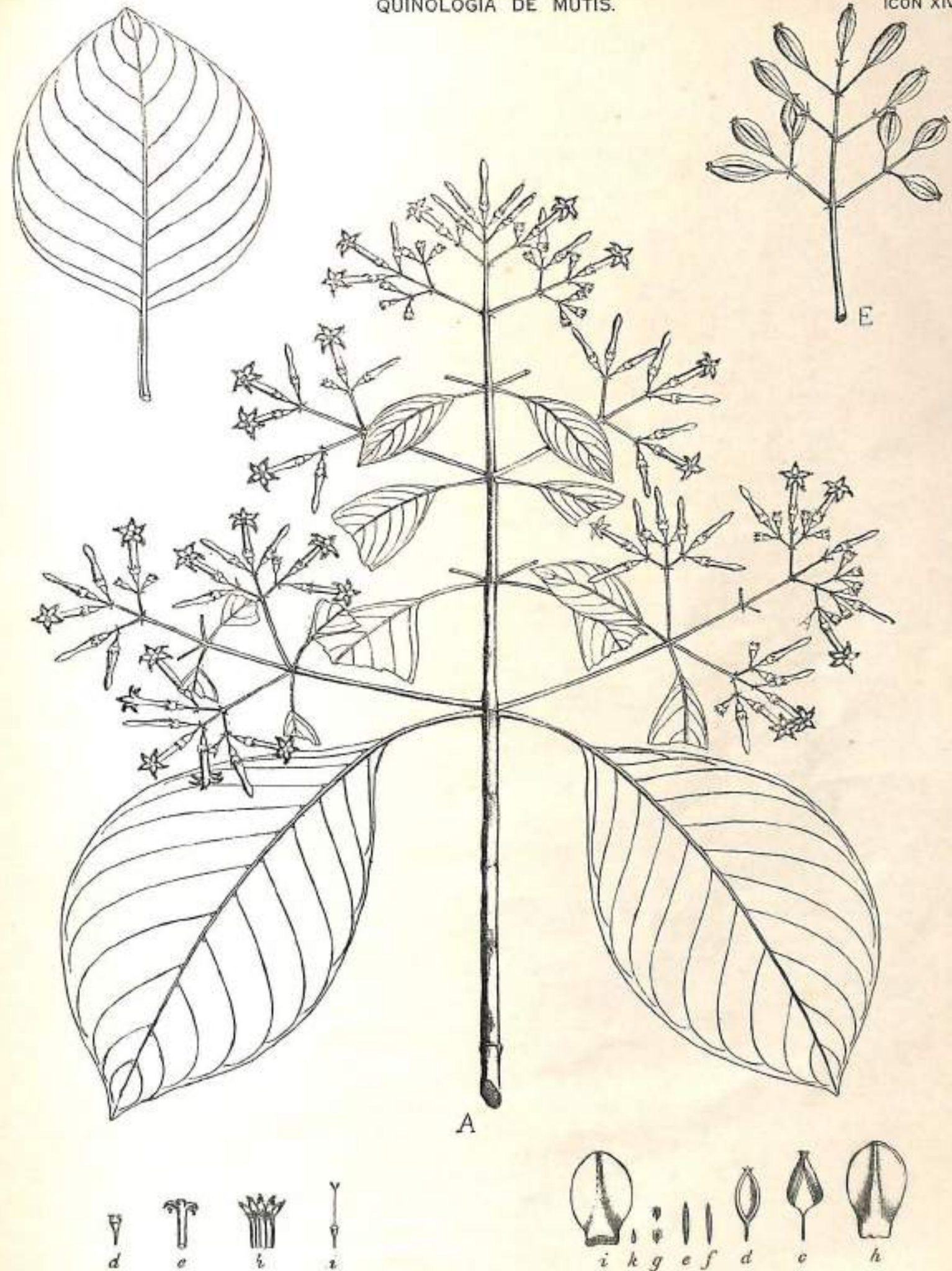
(Triana)

17.—CINCHONA AUSTRALIS Wedd., in *Ann. sc. nat.* 3 ser. X. p. 7; *Hist. Quinq.*, p. 48, t. 8. *G. Planch. l. c.*, p. 114.

Habite la province bolivienne de la Cordillera dans les limites méridionales de la région des Quinquina. Vulgo: Cascarilla de la cordillera ou de Piray; Cascarilla de Santa-Cruz.

(Triana)

Plancha 13 — Icon XIV de la "Quinología". *Cinchona Lancifolia* var. μ *Chahuarguera de Loja* o *Cinchona Chahuarguera* de Pavon. Especie vecina de la *Cinchona Officinalis*. (Tamaño de la acuarela original 30 x 50 cm.).



18.—CINCHONA LANCEOLATA Ruiz et Pav. Fl. Per. II, p. 51 et III, p. 1, t. 223; How. Illustr. cum icon., f. 2^o; G. Planch. l. c., p. 93.
Cinchona Lancifolia β lanceolata Rœm. et Schult. Syst. V, p. 9; DC. l. c., p. 352.

Cinchona Glabra Fl. Per. ex Ruiz Quinol. Art. IV, p. 64.

Cascarilla Lampigna Laub. Bull. Pharm. II, p. 297.

Cascarillo bobo amarillo ou Quino bobo amarillo Ruiz et Pav. Cascarillo lampiño Ruiz l. c.

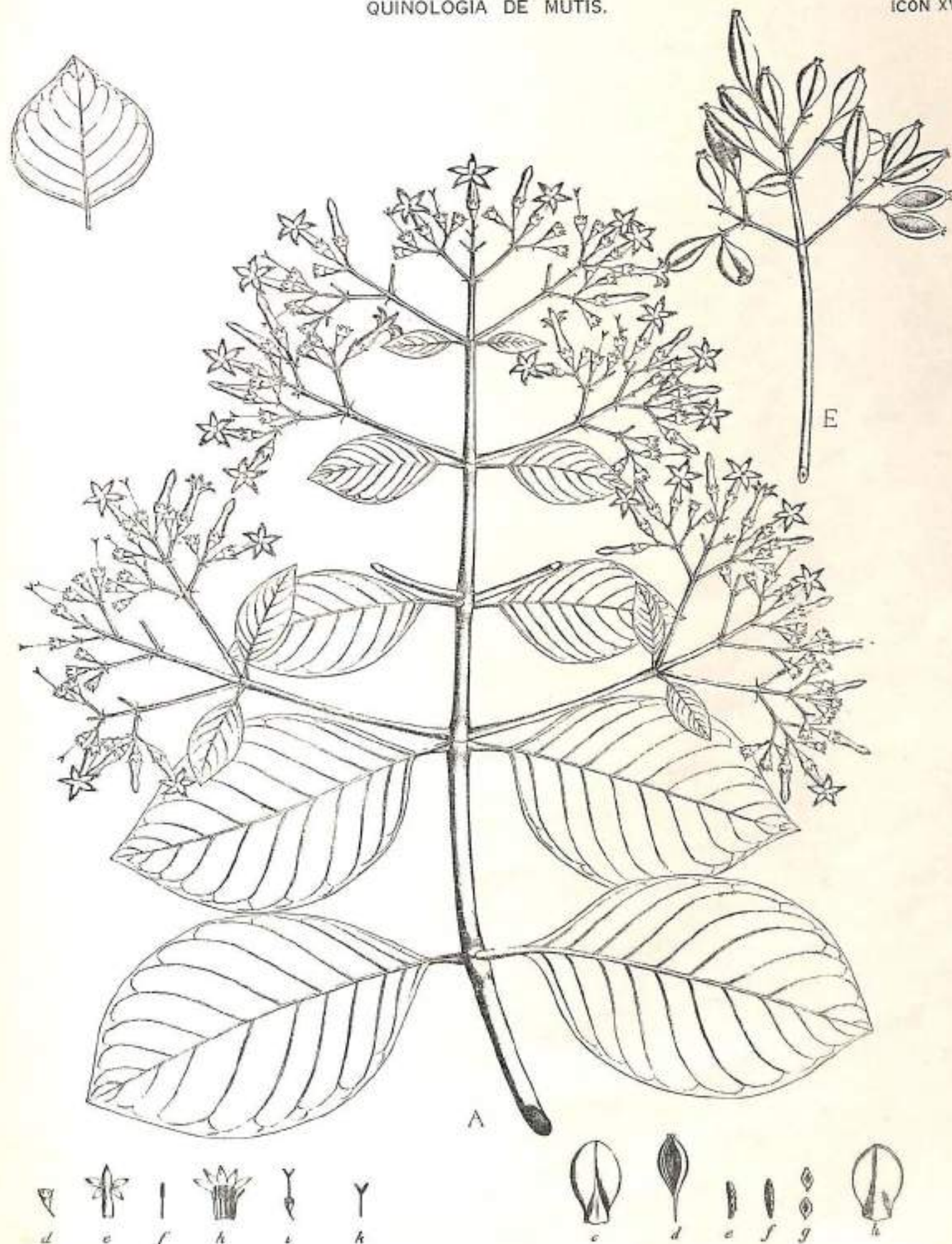
Habite les forets de Muño, Pillao et Cohero, dans la République du Pérou (fide R. et Pav).

La Cinchona lanceolata, una de las primeras especies publicadas en el volumen II de la Flora peruviana, es al mismo tiempo, una de las más imperfectamente conocidas, y su valor nos parece muy dudoso. Ningún herbario nos ofrece un tipo de dicha especie que pueda ser considerado como auténtico y que corresponda exactamente a la descripción y a la figura publicadas en la Flora. Sería muy extraño que después de tan largo tiempo esta planta no haya podido ser encontrada por los numerosos viajeros que exploran el mismo país; hay lugar, pues, para sospechar algún error o alguna confusión.

Notemos desde luego, que en el volumen precitado de la Flora peruviana Ruiz y Pavon no publicaron sino la descripción de la C. Lanceolata, porque el dibujo que debía acompañarla se perdió, con otras colecciones, en el naufragio del navio San Pedro de Alcántara, que encalló en las costas de Portugal. La planta se describe como enteramente glabra., carácter que está de acuerdo con el título de Cascarilla lampiña (sin pubescencia) que le da Ruiz en su Quinología. Más tarde, en el volumen III de la misma obra, Ruiz y Pavon insertan, con el nombre de Cinchona lanceolata, un dibujo que ellos recibieron de Tafalla. El herbario del Museo de Madrid guarda, con este mismo nombre, muestras, o mejor, fragmentos muy incompletos, que parecían pertenecer a la planta de Tafalla, y según los cuales M. Fitch ha dibujado el croquis publicado por M. Howard en sus Ilustraciones. Según los datos que nos ha transmitido directamente M. Fitch, y en conformidad con las indicaciones de su croquis, las hojas de la Cinchona lanceolata del herbario del Museo de Madrid son ligeramente pubescentes por debajo. A causa de esta singularidad, los dichos ejemplares, que podían pasar por auténticos, se alejan completamente del carácter más saliente de completa glabrescencia atribuida a la C. lanceolata, y, hasta donde podemos juzgar, ellos se acercan más bien a la Cinchona Erythrantha, sinónimo de la verdadera C. pubescens de Vahl.

Nosotros encontramos, por otra parte, en el Museo Británico, ejemplares que, por su glabrescencia, la forma de sus hojas, etc., corresponden a los caracteres publicados de la Cinchona lanceolata, y que, además, tienen etiquetas puestas por la mano misma de Pavon, con el título de "Cinchona lanceolata, species edita". Pero hay una dificultad que nos impide afirmar su perfecta autenticidad, y es que en parte pertenecen a la C. Officinalis, forma de hojas estrechas, y en parte a la C. Chahuarguera, plantas ambas del Ecuador, y que no fueron recolectadas personalmente por Pavon, sino por Tafalla, según conjetura muy probable de Lambert. Por el contrario, la Cinchona lanceolata ha sido estudiada por Pavon y Ruiz en los bosques de Cuchero, Panao, Pillao y Muña, vecinos de Huamuco, en el Perú, en donde se la designa con el nombre de Cascarillo bobo o Cascarillo amarillo de Muña. Según Pavon la especie es de un valor medicinal mediocre, y vive en la Cordillera, en una zona inferior a la de los Cascarillos finos o Cinchona nítida; de suerte que los cascarilleros, en sus búsquedas y exploraciones, consideran el hallazgo de la Cinchona lanceolata como un índice de la presencia de la C. nítida, subiendo un poco más en la Cordille-

Plancha 14 — Icon XV de la Quinología. Cinchona Lancifolia var. ν . Cascarilla colorada de Taday o Colorada de Canas, especie vecina, según Triana, de la Cinchona Officinalis, como la C. Chahuarguera de la plancha anterior.



ra. En todo caso, los ejemplares del herbario del Museo Británico han autorizado a Lambert para designar la *C. lanceolata*, como variedad de la *C. Officinalis*, y a establecer la variedad lutea de la misma especie. Según lo que acabamos de expresar, es, pues, probable que la *Cinchona lanceolata* esté destinada a desaparecer, confundiendo con otras especies, sobre todo si las muestras que poseen los Museos de Londres o de Madrid deben ser miradas como tipos de la especie.

(Triana)

19.—*CINCHONA Pubescens* Vahl, in Act. Soc. histo. nat. Hafn. 1, p. 19, t. 2; Lamb. Illustr. Cinch. 21, t. 2; DC. l. c. V, p. 353, excl. var. γ et δ Roem et Schult. Syst. V, p. 11, excl. var. β

Cinchona Palalba Pav. Quinol. ined, in How. Illustr. excl. var. Cascarilla palo blanco de Loxa, herb. Fl. Per. n. 556 pl. 718.

Cinchona Erythrantha Pav., in How. Illustr. cum icon.; G. Planch. Quinq., p. 80.

Cinchona suberosa Pav. in How. l. c.; G. Planch. l. c., p. 136.

Cinchona Lancifolia var. δ et ϵ Mutis? Quinol. Bogotá, t. 6 et 8, fig. a et e.

Cinchona coccinea Pav. herb. et in How. Illustr., quoad descrip. et non tabula nec. syn. vulg.

Cinchona Purpurea Pav. mss. in herb. Lamb. (pro parte) Lamb. Illustr., p. 6.

Cinchona officinalis Miq.; in Ann. Mus. Lugd. Batav. IV, p. 271, non Lin.

Cinchona Villosa Benth. Plant. Harwg., p. 133, non Pav.

Cinchona Condaminea δ Lamb? Illustr., p. 3.

Cinchona subcordata Pav., in How. Illustr.; G. Planch. l. c. 130.

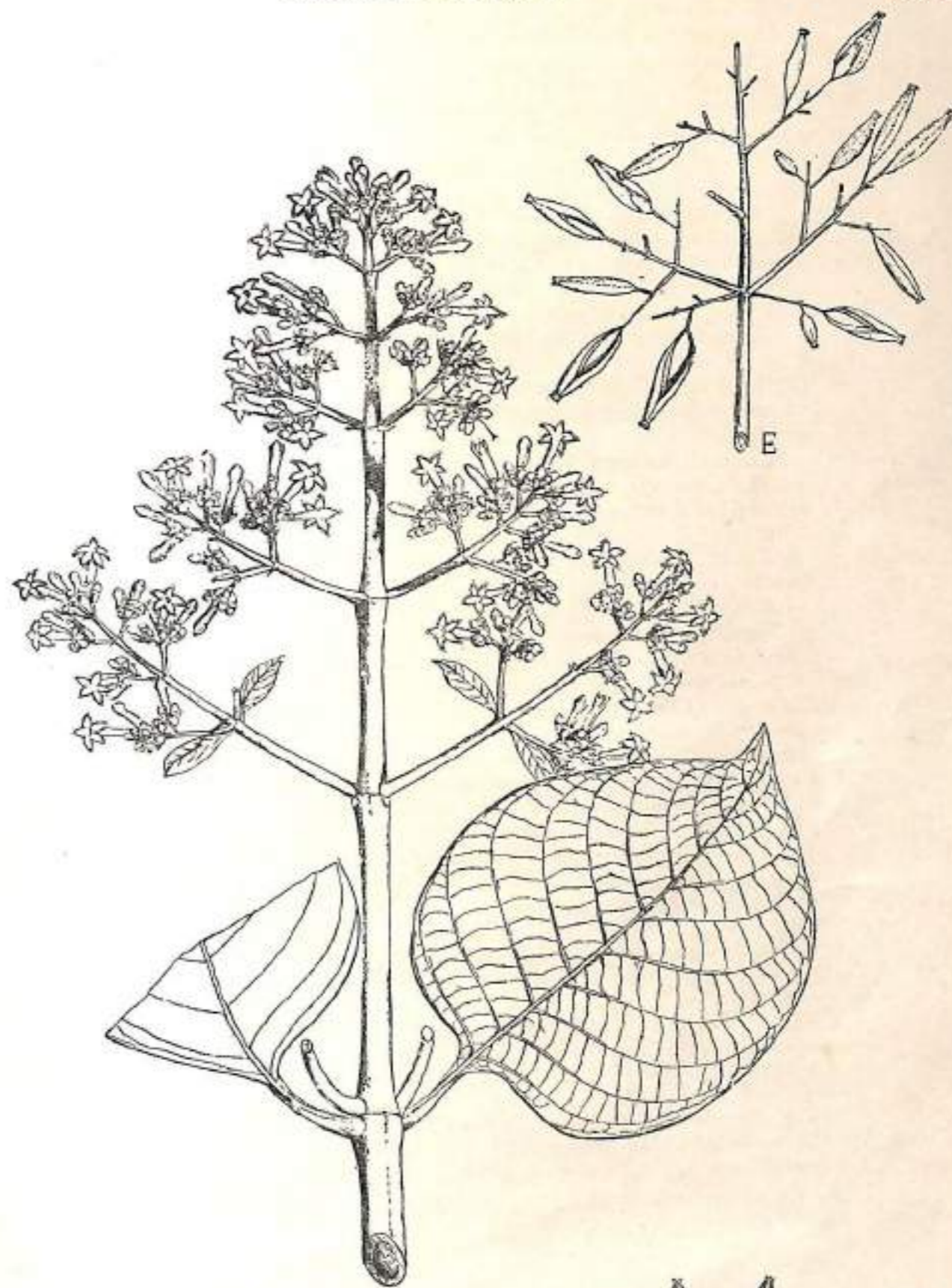
Cascarilla Pata de Gallinazo Ruiz et Pav. herb. Fl. per. n. 583, pl. 737 et n. 558, pl. 719. — Cascarilla blanca de Taday et C. Pata de Gallinazo Caldas.

Habite dans les forets de Jaen, de Loxa et de Guayaquil. Forets de Llalla dans le versant occidentale des montagnes de Azuay, Prov. de Quito (Spruce) forme pubescente dans les forets de Yalancay du coté nord du Río Yaguachi (Spruce).

Vahl ha publicado su *Cinchona pubescens* de una planta peruana, cuyas muestras le fueron comunicadas por J. de Jussieu cuando regresó a Europa de su viaje por América. Algunas de estas muestras catalogadas por Vahl mismo, se conservan en el herbario de Jussieu, que al presente pertenece al Museo de París. A pesar de su imperfección, hemos podido, sin embargo, identificarlas con las de la Cascarilla palo blanco de Ruiz y Pav. herb. Fl. Per. n. 556, pl. 718, tipo de la *Cinchona Palalba Pavon* y DC. Es sin duda por falta de materiales auténticos bien completos que la *Cinchona pubescens* se ha confundido a menudo con la *Cinchona Cordifolia* de Mutis. Sin embargo, la *C. pubescens* se reconoce fácilmente por varios caracteres; por ejemplo, el tubo de su corola es corto y cilíndrico; los lobos del cáliz son anchos, obtusos, casi mucronulados, y se agrietan poco después de la expansión de la corola. Bajo este aspecto, la *C. pubescens* no puede compararse sino a la *Cinchona palalba* var. de los mss. de Pavon, planta que debe conservar necesariamente hoy, el nombre de *C. palalba*, puesto que este tipo se convierte en sinónimo de la *C. pubescens*.

(Triana)

Plancha 15 — Icon XVI de la "Quinología". *Cinchona Cordifolia*. Quina amarilla terciopelo, muy conocida en Colombia, y de la cual se conocen cuatro variedades, descritas en los dibujos XVII, XVIII, XIX y XX de la obra de Mutis. De éstas se describen en este número las variedades α y β (planchas 16 y 17); las dos siguientes figurarán en la serie de 16 láminas que se publicarán próximamente.



d



f

e

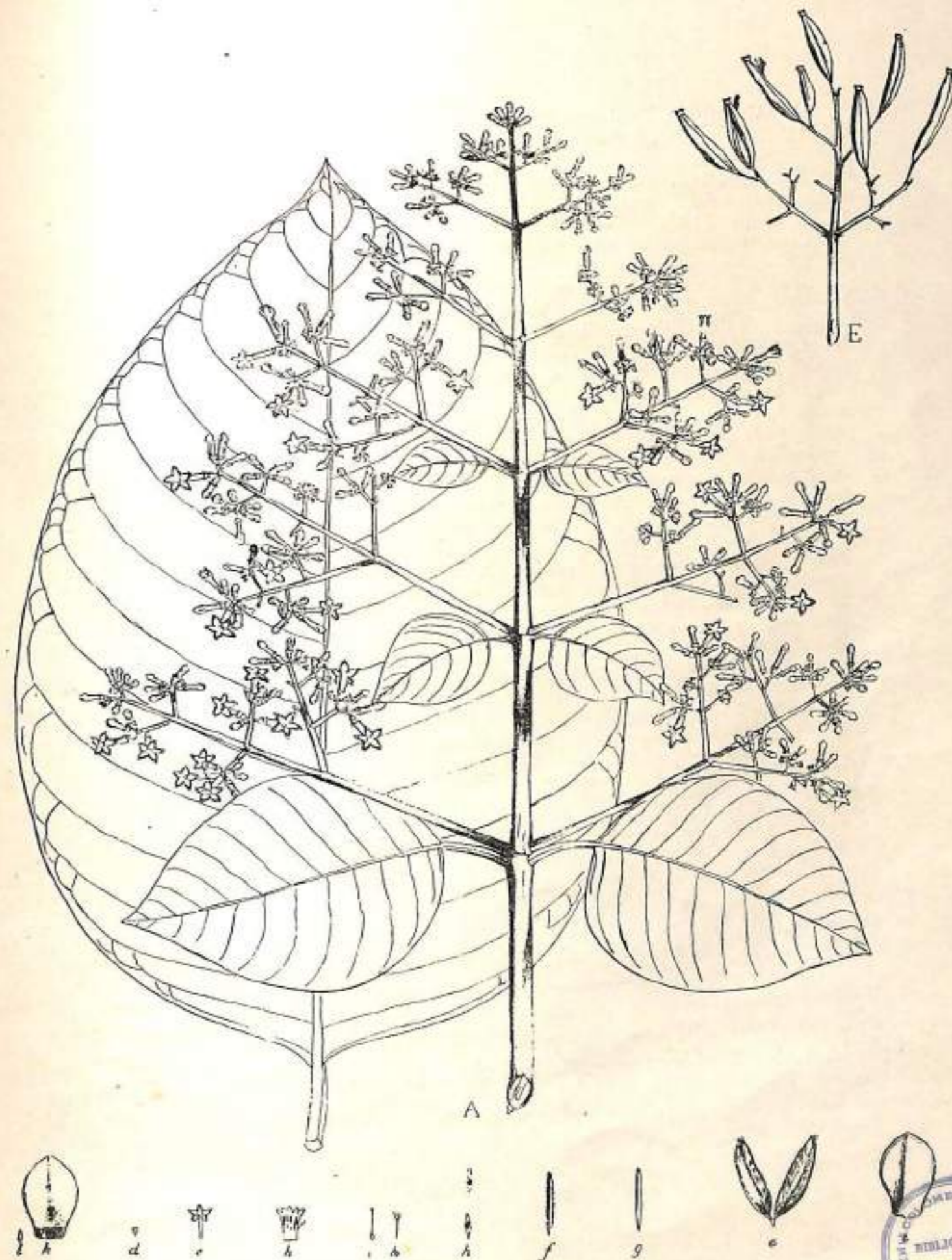


20.—CINCHONA PALALBA How. Illustr. Quoad icon. et excl. descrip.; DC., in *Bibl. univ.* (1829) sc. V. 2, p. 151 et *Prodr.* IV, 353 (pro parte).
Cinchona palalba var. Pav. *Quinol. inéd.*
Cascarilla con hojas de Zambo Ruiz et Pav. *herb. Fl. Per.* n. 527, pl. 759.

Habite les Andes de l'Equateur dans la Province de Loxa.

En su *Quinología inédita Pavon* había reunido, bajo el nombre de *Cinchona palalba*, la *Cascarilla palo blanco*, nº 556, pl. 718, como tipo de la especie, y la *Cascarilla con hoja de Zambo*, nº 527, pl. 759, como su variedad. Sin embargo, estas dos plantas difieren principalmente por la forma, la consistencia, la nervación, la pubescencia de sus hojas, por su inflorescencia, por sus frutos, etc. De Candolle, quien fue el primero que describió la especie basándose probablemente en los dos ejemplares llamados *Cinchona palalba* por Pavon, expresa alguna duda respecto de la identidad específica de estas muestras. M. Howard, por su parte, al publicar el importante manuscrito de Pavon, ha escogido precisamente, para acompañar la descripción de *Cinchona palalba*, la misma *Cascarilla con hoja de Zambo*, que Pavon consideraba como variedad de la *Cascarilla palo blanco*. Howard nota también entre los frutos de las dos plantas algunas pequeñas diferencias, que atribuye a una causa accidental. Agreguemos que las hojas de la C. con hoja de Zambo son glabras y que sus nervaduras se apartan poco a poco de la media. Reconociendo una diferencia entre las dos plantas llamadas *Cinchona palalba* por Pavon, creemos indispensable seguir el ejemplo dado por M. Howard al invertir los caracteres que Pavon asignaba a estas plantas, y hacer de la variedad la sola representante de la especie, en atención a que la *Cascarilla palo blanco* debe, más bien, presentarse como un simple sinónimo de la *Cinchona pubescens Vahl*. Con esto resulta un pequeño desacuerdo con los puntos de vista de Pavon; pero esto es un inconveniente sin importancia que es imposible evitar.

(Triana)



PLANCHA 163

CINCHONA CORDIFOLIA VAR. α



Plancha 16 — *Cinchona Cordifolia*. var α . De hojas glabras y solamente pubescentes bajo las axilas de las nervaduras y de flores de color púrpura. Por estas circunstancias se aparta distintamente de las otras variedades, y por ellas creyó Howard poderla identificar con la *Cinchona purpurea* de Pavon; siguiendo la sinonimia establecida por Mutis. (Icon XVII de la *Quinología*).

21.—CINCHONA PURPURASCENS Wedd., in *Ann. sc. nat.* 3 ser. X, p. 8; *Hist. Quinq.* 59, t. 18.

Cinchona pubescens α Pelletieriana Wedd. *Hist.*, p. 54, (partim); *Planch. l. c.*, p. 115.

Cinchona Pelletieriana Wedd., in *Ann. sc. nat.* X, p. 8; *How.*, in *Report, etc.*, p. 212.

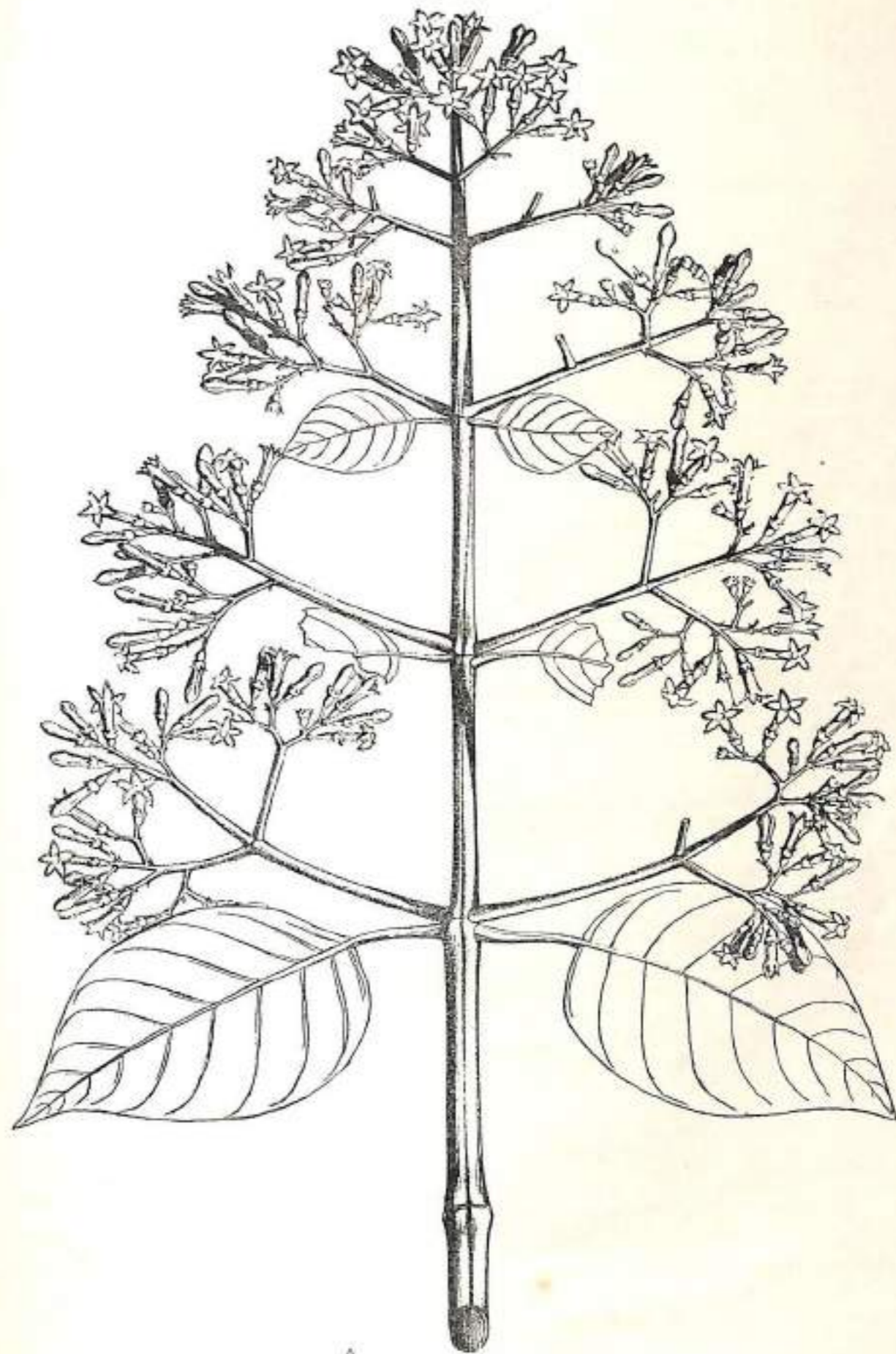
Cinchona Subsessilis Miq. *l. c.*, p. 27 (pro parte).

Quinquina de Cuzco et Quinquina d'Arica Guib. *l. c.*, p. 154.—Quinquina jaune de Cuzco Del. et Bouch. *l. c.*, p. 39, t. 19. — China rubiginosa Bergen. Cuzco bark et Arica bark Pereira *Mat. med.*, p. 1630. Vulgo: Carguacargua et Cascarilla amarilla.

Habite les forests du Pérou et de la Bolivie.

Los documentos de que se ha servido M. Weddell para establecer su *C. purpurascens* son, según su propia confesión, incompletos. Estos documentos son hojas jóvenes de renuevos, pero que bastan rigurosamente para caracterizar una especie bien distinta. Mucho más completos son los diferentes ejemplares de la *C. Pelletieriana* Weddell, que se ha convertido en *C. Pubescens* α Pelletieriana del mismo autor, y que creemos deben referirse a dos plantas distintas y que no corresponden a la verdadera *C. pubescens* Vahl. La pubescencia y la forma de las hojas deben ser caracteres variables según la edad de las plantas, pues M. Weddell ha depositado en el herbario del Museo de París ejemplares con esta designación: "*C. pubescens, arboris junioris folia*", que tienen una pubescencia más erizada y cuyos petiolos son marginados por el escurrimiento del limbo de la hoja. Por intermedio de estos ejemplares jóvenes es posible relacionar, en parte, la *C. pubescens* Wedd. con la *C. purpurascens*, cuya pubescencia de las hojas es más aterciopelada. Los otros ejemplares llamados *C. pubescens* por este autor, en el herbario del Museo, parecen convenir, más bien, con la *C. decurrentifolia*, especie con la cual se podrían relacionar, lo mismo que la *Cinchona ovata* var. *erythroderma* Wedd. El prototipo de la *Cinchona subsessilis* de M. Miquel, publicado en la obra precitada, no difiere esencialmente de las hojas jóvenes de la *C. pubescens* de M. Weddell, de que acabamos de hablar. De los otros dos ejemplares que M. Miquel ha referido a su especie, uno se llama *Cinchona elliptica* Wedd. en el herbario de M. Howard: es la Cascarilla fina, Quepo s. verde morada, carabaya bark de Hasskarl, naranjada de Rada; el otro no se aleja mucho de la *C. decurrentifolia*.

(Triana)



A



CINCHONA CORDIFOLIA VAR. β

Plancha 17 — *Cinchona Cordifolia* var β . Publicada por Karsten, según Triana, con el nombre de *Cinchona Tucujensis*; de hojas menos pubescentes que las del *Requesón blanco* de Popayán y Berruecos, y que las del *Requesón colorado* de Popayán (hojas más o menos cuneiformes en la base). (Icon XVIII de la "Quinología de Bogotá").

LOS FUNDAMENTOS DEL ELECTROMAGNETISMO Y LAS TEORIAS ELECTRICAS MODERNAS

JORGE ALVAREZ LLERAS

Director del Observatorio Astronómico Nacional y ex-Profesor de Electrotecnia en la Facultad de Matemáticas e Ingeniería de Bogotá.

Introducción.

Como prefacio al estudio que sometemos respetuosamente a la consideración de los lectores de esta Revista, no hemos hallado nada mejor que las palabras usadas por el Profesor Louis Roy, de la Facultad de Ciencias de Tolosa, quien en un prólogo a su opúsculo: «L'électrodynamique des milieux isotropes en repos, d'après Helmholtz et Duhem» se expresó de esta suerte:

«Leyendo el título de esta obra consagrada a las teorías que han precedido al derrumbe e inversión total de nuestras ideas tradicionales, algunos pudieran pensar que estamos atrasados por lo menos treinta años con respecto a nuestra época. Empero, a esos pudiéramos responder diciéndoles que jamás se marcha hacia atrás cuando se trata de aportar un poco de lógica y claridad en cuestiones en donde estas circunstancias han fallado. Y así preferimos hacerles notar que sus contemporáneos, los espíritus nuevos, no han experimentado temor alguno al escribir sobre los principios de la Mecánica racional, aun cuando las ecuaciones fundamentales de ella sean conquista de la Ciencia desde hace dos siglos. Será esta nuestra excusa por haber consagrado este opúsculo a teorías incomparablemente menos antiguas».

Ciertamente, el entrar en consideraciones referentes a los campos eléctrico y magnético, para establecer los fundamentos del Electromagnetismo según los métodos viejos, y constatar el hecho experimental basado en la lógica de la Mecánica racional, de que no pueden coexistir simultáneamente en sus efectos esos campos magnéticos y eléctricos, constituye algo que por muchos habrá de tenerse como labor anacrónica sobre temas vetustos y desacreditados.

Pero nos ha sido necesario proceder de esta suerte al desarrollar nuestro opúsculo consagrado a interpretar las ideas de Garavito sobre la mecánica de los electrones, y enderezado a formular una crítica, al parecer inobjetable, a los fundamentos de la teoría electrónica, porque estimamos sinceramente que la lógica, tarde o temprano, habrá de conducir a los físicos a la revisión total de los nuevos principios electromagnéticos.

Ya en este camino nos ha precedido Garavito, y con él muchos espíritus críticos de gran peso científico; y así afirmamos nuestra incapacidad sobre autoridades que, por lo menos, merecen ser oídas, cuando nos atrevemos a hablar respecto de estas materias.

Entre estas autoridades colocamos, en primer lugar, al sabio francés Pierre Duhem, quien en un libro suyo: «Les théories électriques de J. Clerk Maxwell» se expresó así:

«Sobre todo debemos cuidarnos de un error que está de moda, hoy día, en cierta escuela de físicos y que consiste en considerar las teorías lógicas e incoherentes como los mejores instrumentos de trabajo y como métodos de descubrimientos más fecundos que las teorías lógicamente construidas; y esto porque este error no podría autorizarse en la historia de la Ciencia sino con mucha dificultad, ya que no nos consta de la Electrodinámica de Maxwell que haya contribuido más al desarrollo de la Física, que la Electrodinámica de Ampere, este perfecto modelo de las teorías que construyeron a principios del siglo XIX los genios educados en la escuela de Newton».

«Así, pues, cuando nos encontramos en presencia de una teoría que ofrece contradicciones, aun cuando ella sea la obra de un hombre de genio, nuestro deber consiste en analizarla y discutirla hasta que lleguemos a distinguir claramente, por una parte, las proposiciones susceptibles de ser lógicamente demostrables y, por otra, las afirmaciones que van contra la lógica y que deben ser transformadas o rechazadas.» (*)

Como se ve, intentamos en el presente estudio revisar los fundamentos del Electromagnetismo con el fin de hacer notar de manera absolutamente lógica y según lo aconseja Duhem, que en la interpretación de los experimentos iniciales de los llamados rayos catódicos, para determinar la masa mecánica, la carga eléctrica y la velocidad de los electrones, se ha incurrido en contradicciones que tal vez no se han tenido en cuenta por muchos de los autores que se ocupan de estas materias, y que ya dieron su fallo al respecto edificando nuevas teorías sobre hechos posiblemente mal interpretados.

Esto no quiere decir que nosotros, iniciados apenas en los estudios de la Física matemática y en la vía experimental que ha conducido a los físicos modernos a las conclusiones contradictorias del Congreso de Física de Roma, de 1930, pretendamos dar una nueva solución al problema, o siquiera señalar nuevos métodos de investigación en este punto. Así este trabajo que complementa nuestro opúsculo titulado: «El doctor Julio Garavito Armero y las teorías eléctricas modernas» Crítica a la hipótesis de los electrones».

(*) «Lors donc que nous nous trouvons en présence d'une théorie qui offre des contradictions, cette théorie fut-elle l'œuvre d'un homme de génie, notre devoir est de l'analyser et de la discuter jusqu'à ce que nous parvenions à distinguer nettement, d'une part, les propositions susceptibles d'être logiquement démontrées et, d'autre part, les affirmations qui heurtent la logique et qui doivent être transformées ou rejetées».

que publicamos en 1926, pretende, tan sólo, señalar aquellos puntos de las teorías electromagnéticas modernas, que merecen más detenido estudio, por presentar, al parecer, «afirmaciones que van contra la lógica y que deben ser transformadas o rechazadas.» (*)

Y para llenar cumplidamente este objeto vamos a repasar el proceso clásico que se siguió a fines del siglo XIX, por los autores más afamados, como Galileo Ferraris (citado adelante), para establecer las fórmulas fundamentales del Electromagnetismo y llegar a las ecuaciones finales de Maxwell; sustituyendo, en seguida, esta exposición por otra que, a nuestro parecer, es mucho más sencilla y general.

Naturalmente, al hacer esta sustitución haremos notar que de cualquier manera que se opere en estas deducciones, siempre se parte de un hecho experimental estableciendo a priori el principio de la equivalencia entre un imán elemental y un circuito eléctrico.

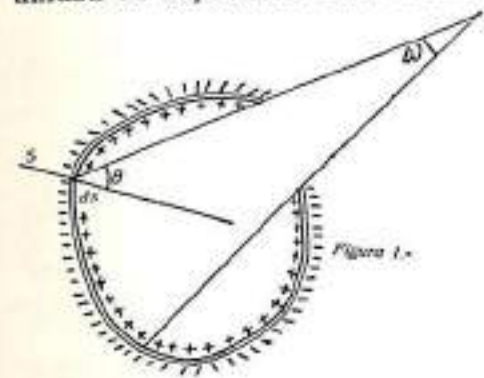
Este principio de equivalencia lo usó Ferraris, al recurrir a la idea de la hojilla magnética, para calcular el flujo de fuerza emitido por un polo magnético a través del contorno de la hojilla, sustituyendo en seguida tal hojilla por un circuito recorrido por una corriente.

La demostración de Ferraris.

Recordando que una hojilla magnética (concepción puramente geométrica) es un imán laminar cuyas caras tienen densidades iguales y opuestas de magnetismo, puede suponerse tal hojilla constituida por imanes elementales yuxtapuestos. Así, si σ es la densidad magnética sobre las caras de la hojilla, e igual a la intensidad de imanación de los elementos componentes y ε es el espesor de la hojilla, o sea la longitud de estos elementos, el producto $P = \varepsilon\sigma$ representa el momento magnético de la hojilla por unidad de superficie. Este momento magnético es lo que se llama potencia de la hojilla.

Sea una hojilla de sección cualquiera y de contorno cualquiera. El potencial magnético debido a esta hojilla sobre un punto O es la suma de los potenciales debidos a los imanes elementales que la componen. Para un elemento de sección ds cuyo eje haga un ángulo θ con la recta que lo une al punto O situado a una distancia r el potencial es $dV = \frac{\varepsilon\sigma ds \cos \theta}{r^2}$. Pero $\frac{ds \cos \theta}{r^2}$ representa el ángulo sólido bajo el cual se ve el elemento ds desde el punto O . (Se ha convenido en considerar el ángulo sólido como positivo cuando el punto O mira hacia el polo S del elemento magnético).

En estas condiciones se tiene $dV = -P d\omega$. Extendiendo la integración a todos los elementos de la hojilla y notando que los conos elementales que encierran dos veces la hojilla dan elementos de potencia-les iguales y contrarios, se obtiene para el potencial total: $V = -P\omega$.



(*) Para aclarar las ideas en la presente exposición y sugerir con fundamento algunas deducciones posteriores, es conveniente historiar con brevedad las teorías eléctricas que se han sucedido desde tiempos de Coulomb. Históricamente la primera teoría de carácter científico que pretendió explicar los fenómenos eléctricos fue la de Coulomb; y consistió ella en presumir la existencia real de una sustancia particular llamada electricidad que podía ejercer acciones a distancia instantáneamente en forma análoga a como se verifica la atracción entre masas gravitativas.

Una nueva teoría referente a la electricidad correspondió posteriormente a las tendencias energéticas generales propias del mundo científico de la segunda mitad del siglo XIX, y fue caracterizada en forma especial por Faraday, Maxwell, Hertz, Heaviside y sus discípulos. Esta teoría expuesta admirablemente por Galileo Ferraris, en su tratado de Electroléctica, no admite tal existencia real de la electricidad como un fluido, como una sustancia particular, y niega la posibilidad inmediata de la acción a distancia. De acuerdo con esta teoría, la acción entre cuerpos electrificados se ejerce por intermedio del éter (el dieléctrico por excelencia), en el cual la presencia de estos cuerpos electrificados determina ciertas perturbaciones y deformaciones particulares. (Desalojamiento de Maxwell y polarización de Faraday). Siendo estas perturbaciones y deformaciones las acciones íntimas de carácter ondulatorio que se propagan en el éter con la velocidad de la luz, para dar lugar a los fenómenos electromagnéticos.

En esta teoría las cargas eléctricas o masas de electricidad, tienen simplemente una significación mecánica, y perdiendo por completo su carácter físico, el que se les atribuía en la antigua teoría de Coulomb, quedan reducidas a conceptos abstractos puramente matemáticos, como ocurre con el llamado punto material de la Mecánica clásica. Naturalmente, los autores y propagadores de la teoría ondulatoria de los fenómenos eléctricos se dieron prontamente la mano con quienes sostenían la hipótesis ondulatoria de la propagación de la luz, de Huyghens, y así se presentó entonces como inobjetable la teoría electro-magnética de la propagación de la luz de Maxwell, confirmada, años después, por los experimentos de Hertz, teoría que tuvo la ventaja de unir los fenómenos eléctricos y ópticos, que hasta esa hora se habían considerado como completamente distintos.

Ya en los últimos años del siglo XIX los fenómenos a que nos referimos en la conferencia publicada en el número pasado de esta Revista, con el título «El positivismo en la Física moderna y la evolución de la Ciencia», habían conducido a los físicos a idear una nueva teoría eléctrica; la electrónica, que, hasta cierto punto, renovaba los viejos conceptos de Coulomb.

Esta nueva teoría electrónica tomaba de la antigua la noción de una sustancia real —de un substratum de los fenómenos eléctricos— a la cual se atribuyó una estructura atómica, y conservaba de las ideas de Maxwell el principio de la acción a distancia por medio del éter.

Hé aquí entonces algo que fundamentalmente echa por tierra los procesos explicativos clásicos, para intervenir de modo más directo en la intimidad de los fenómenos —aun conservando la forma de las ecuaciones de Maxwell— y explicarlos por la naturaleza corpuscular de la electricidad, con cargas eléctricas elementales llamadas electrones, tal como se hacía con la teoría atómica elemental de la materia.

Helmholtz fue quien primero observó que las leyes de la electrolisis de Faraday conducen a la conclusión de que a la estructura atómica de la materia corresponde una estructura atómica de la electricidad. Posteriormente, y como se verá adelante en este estudio, las investigaciones referentes a la conductividad de los gases demostraron aparentemente la existencia de átomos de electricidad, por decirlo así, pues bajo la acción de los rayos X o de sustancias radiactivas, los gases adquieren cierta conductividad y la propiedad de condensar más fácilmente el vapor de agua sobrecalentado que contienen, habiendo suministrado tal propiedad el medio de determinar la carga eléctrica de cada corpusculo de electricidad, según el método que adelante se critica.

Entre las investigaciones experimentales que condujeron a los físicos de los primeros años del siglo XX a aceptar la estructura granular de la electricidad y a la determinación del valor de la carga eléctrica elemental por medio del sistema de un campo electrostático y otro magnético coexistentes, es necesario citar en primer término la experiencia de los rayos catódicos, que fue objeto de un análisis nuestro riguroso en el opúsculo dicho y que publicamos para llamar la atención sobre el trabajo de Garavito intitulado «Nota referente a la dinámica de los electrones», publicado en el presente número de la Revista de la Academia. Y es de este punto especialmente que se ocupa el presente trabajo.

Así el potencial magnético en un punto, debido a una hojilla, es igual al producto de la potencia de ésta por el ángulo sólido bajo el cual se ve desde el punto considerado el contorno de la hojilla. Si el punto O estuviera en el interior de la hojilla, el ángulo sólido sería $-(4\pi - \omega)$. Por consiguiente, si el punto pasa de un lugar O interior a otro infinitamente vecino O' situado al otro lado de la hojilla, el potencial varía de $+P(4\pi - \omega)$ a $-P\omega$ o sea, en una cantidad igual a $4\pi P$.

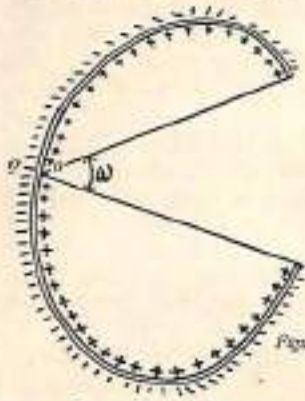


Figura 2

El trabajo efectuado por la unidad de masa positiva para pasar de un punto de la superficie de la hojilla a otro punto infinitamente vecino situado sobre la otra cara, es igual a 4π multiplicado por la potencia de la hojilla: evidentemente, este trabajo es independiente del camino recorrido.

Consideremos un campo de fuerza magnética debido a un polo m situado en un punto O . El trabajo gastado en llevar la hojilla a su posición actual representa la energía relativa de la hojilla y del campo. Es igual al trabajo necesario para llevar la masa m al punto O cuyo potencial es V . Esta energía es pues: $mV = -mP\omega = -\frac{m}{r^2} s \cos \theta P = -P\Phi$ siendo Φ el flujo de fuerza emitido por el polo a través del ángulo sólido limitado por el contorno de la hojilla. Este flujo es positivo cuando tiene el sentido de la imanación de la hojilla, es decir, cuando pasa de la cara negativa a la cara positiva de ésta.

Si el campo es producido por varios polos m, m', m'', \dots etc. la energía total es: $W = -P \sum m\omega = -P\Phi$. La energía relativa de una hojilla y un campo es, pues, igual al producto de la potencia de la hojilla por el flujo limitado por el contorno de ésta. Si el flujo penetra por la cara positiva de la hojilla, Φ es negativo y el producto toma el signo $+$.

Cuando una hojilla puede moverse libremente en un campo de fuerza magnética, tiende a desalojarse de manera de volver mínimo el valor de la energía potencial (en virtud de un conocido principio de Mecánica racional), es decir, que el flujo que penetra por la cara negativa tiende hacia un máximo. Se verifica que esta condición se satisface en el caso de una hojilla y de un polo positivo cuando las líneas de fuerza penetran por la cara negativa.

Una hojilla plana situada en un campo uniforme, se orientará normalmente a la dirección del campo, de tal manera que las líneas de fuerza penetren por la cara sur de la misma.

Con estos breves conceptos, más o menos convencionales, apliquemos la equivalencia entre un circuito eléctrico y una hojilla magnética, al estudio de un campo magnético producido por una corriente eléctrica.

Esta equivalencia se establece mediante el experimento fundamental de Oersted. Consideremos un conductor rectilíneo normal al plano de la figura y recorrido por una corriente i dirigida de adelante hacia atrás de este plano, conviniendo con indicar tal sentido con una $+$ y con un punto el sentido contrario. Según la experiencia, en el espacio en contorno del conductor, se tiene un campo magnético.

Si en P colocamos una masa magnética (+) norte, queda ella solicitada por una fuerza normal al plano cuya traza es MP (figura 3), y dirigida según la flecha. He ahí un hecho de la experiencia, y nada más que un hecho, sin que sea posible imaginar ninguna acción eléctrica, distinta de una corriente, capaz de producir un campo magnético semejante.

Ahora, consideremos un circuito AB recorrido por la corriente i . En un punto P en el interior del circuito, todos los elementos de corriente producen fuerzas que tienen la dirección de atrás hacia adelante del plano de la figura, fuerzas que se suman. Por el contrario, en un punto P' en el exterior, las porciones B y A producen fuerzas opuestas, prevaleciendo la debida a la porción más cercana, que queda dirigida de adelante hacia atrás del plano de la figura. Así, en el campo debido al circuito todas las líneas de fuerza están concatenadas con este circuito.

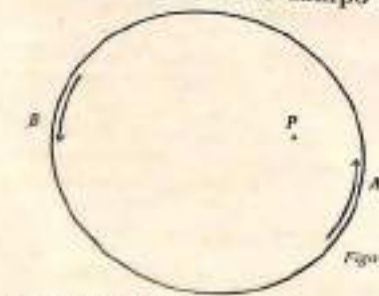


Figura 3

Además de esto, de numerosas experiencias de laboratorio se puede decir que todas las propiedades de los campos debidos a masas magnéticas son comunes a los campos engendrados por corrientes eléctricas. Así, pues, se puede admitir que, aun tratándose de corrientes infinitamente pequeñas, los principios referentes a las acciones entre corrientes y campos magnéticos siguen las mismas leyes.

Así, pues, si consideramos un circuito cerrado infinitamente pequeño AB recorrido por una corriente i por efecto de esta corriente se produce un desalojamiento magnético que atraviesa el circuito AB de la derecha hacia la izquierda de la corriente, y que se cierra al exterior. Ahora, si imaginamos un imán elemental puesto en el centro O con su eje normal al plano del circuito, y con el polo norte a la izquierda de la corriente, se tiene también, en este caso, o, por lo menos así puede deducirse intuitivamente de la experiencia, un desalojamiento magnético (polarización o cosa semejante) en la misma dirección.

Los desalojamientos magnéticos producidos por la corriente y por el imán son fenómenos idénticos, de la misma naturaleza; y en los dos casos es análoga la distribución de las líneas de fuerza en el exterior del sistema. Así los efectos a distancia de los dos sistemas se equivalen. Pero así como la acción a distancia de un imán elemental no depende de sus dimensiones sino de su momento magnético, para la equivalencia el momento magnético del imán deberá ser función determinada de la intensidad de la corriente y de las dimensiones del circuito por ellas recorrido.

Si tomamos dos imanes elementales y los reunimos sin alterar su momento magnético individual, el sistema constituirá un imán cuyo momento magnético es la suma de los momentos magnéticos de los imanes componentes. Si estos son iguales y se acoplan de manera de presentar por el mismo lado la cara norte, el momento magnético del sistema es el doble del de cada uno de los imanes.

Aceptando lo anterior y que se deduce intuitivamente de la experiencia, como se ha dicho, es natural admitir que el momento magnético del imán equivale al sistema de dos corrientes idénticas adyacentes, o

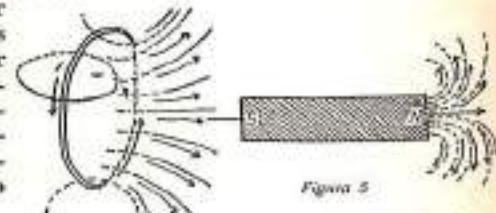


Figura 4

sea al doble del momento magnético del imán equivalente a cada una de las corrientes. Así, si suponemos dos circuitos rectangulares de área ds recorridos por dos corrientes de igual intensidad i al colocar un circuito por encima del otro, de manera que sean recorridos por las corrientes respectivas en el mismo sentido, aparece claro que para la acción a distancia el sistema resultante equivale a una corriente de intensidad $2i$ que recorriera uno de los circuitos. Además, por lo dicho atrás, el momento magnético equivalente al sistema de las dos corrientes superpuestas, es el doble del debido a una sola corriente; de donde: duplicando la corriente se dobla el momento magnético equivalente. Si, por el contrario, se ponen los dos circuitos uno al lado del otro, el lado común de los dos rectángulos elementales quedará recorrido por dos corrientes iguales y contrarias que se eliminan. Tal sistema equivaldría al de una corriente única de intensidad i que recorriera el circuito de área doble.

El momento equivalente a este sistema es el doble del momento magnético correspondiente a uno solo de los circuitos; de donde, doblando el área del circuito también se duplica el momento magnético del imán equivalente. De todo esto se concluye que el momento magnético del imán elemental que equivale a determinada corriente que circula en un circuito cerrado infinitesimal, es proporcional a la intensidad de la corriente y a la superficie del circuito.

Si dA es el momento magnético del imán elemental equivalente, i la intensidad de la corriente, ds el área del circuito, y h una constante de proporcionalidad, de que nos ocuparemos después, podemos escribir: $dA = hids$.

Evidentemente, la deducción de esta expresión fundamental se verifica muy fácilmente si se acepta la acción a distancia y le damos al elemento de corriente idl idénticas propiedades a las que se constatan para un sistema elemental de materia magnética.

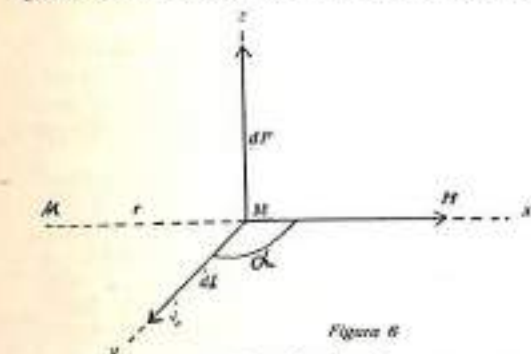


Figura 5

En esta forma, la fuerza electromagnética que se ejerce entre un polo de masa μ y un elemento idl de corriente de intensidad i situado a la distancia r del polo, sería llamando α el ángulo que hace la tangente a la corriente, o sea el elemento dl con el radio vector, prolongado, que une el polo a ese elemento de corriente:

$$dF = k \frac{\mu idl}{r^2} \sin \alpha \quad (a)$$

Según lo vimos atrás, la dirección de esta fuerza es tal que si la dirección del campo magnético debido al polo sigue la dirección del eje de las x y la corriente el de las y la fuerza perpendicular al plano HMi sigue el sentido positivo del eje de las z .

Para establecer la equivalencia entre una hojilla magnética y una corriente en un circuito cerrado finito, consideremos un área cualquiera plana o gaucha limitada por un circuito que recorre la corriente i y dividamos esta superficie en elementos infinitesimales por medio de líneas trazadas según una ley cualquiera. El contorno de cada uno de estos elementos será recorrido por una corriente en el mismo sentido, y con la misma intensidad de la corriente i equivaliendo, para las acciones a distancia, el conjunto de estas corrientes a la corriente única.

Pero como un lado común a dos elementos contiguos está recorrido por corrientes iguales y de sentido contrario, éstas se eliminan, y, por consiguiente, para los efectos exteriores no existen los circuitos intermedios, subsistiendo tan sólo los elementos que corresponden al circuito exterior. Así a la corriente de intensidad i se puede sustituir, para efecto de las acciones a distancia, el conjunto de las corrientes de igual intensidad en los circuitos elementales dichos. Ahora, cada una de las corrientes de igual intensidad en los circuitos elementales equivale a un imán infinitesimal con eje normal al plano del elemento, y con el polo norte a la izquierda de la corriente. De este imán tiene valor determinado el momento magnético, en tanto que su forma y dimensiones son indeterminadas.

Podemos, desde luego, imaginar que cada elemento esté constituido por un prisma de materia magnética que tenga por sección el correspondiente circuito elemental de la corriente y quede limitado por dos superficies infinitamente vecinas, la una de un lado y la otra del otro, de la superficie S . De tal modo el conjunto de los imanes elementales considerados constituye una lámina continua de materia magnética que tiene una distribución norte (+) a la izquierda de la corriente y una distribución sur (-) a la derecha.

Además, por cuanto cada imán es normal al plano de la corriente, el eje magnético de cada uno y, por consiguiente, la imanación J es normal a la superficie S . El conjunto de los imanes elementales constituye, pues, una hojilla magnética que equivale, para los efectos magnéticos, a la corriente eléctrica considerada.

Según se ha visto, el momento magnético de un solo elemento es $dA = hids$ de donde el momento por unidad de superficie, o sea la potencia de la hojilla, es: $P = \frac{dA}{ds} = hi$. Esta cantidad es constante,

siendo la misma para cada circuito elemental la intensidad i de la corriente. Así se puede enunciar el siguiente principio: «Una corriente eléctrica en un circuito cerrado equivale, por sus acciones magnéticas, a una hojilla magnética simple que tenga el mismo perímetro que el circuito y una potencia proporcional a la intensidad de la corriente». Siendo de notar, desde luego, que la constante h de esta expresión, no es un simple número sino una magnitud física, cuyo significado estudiaremos adelante.

La vieja teoría que se desarrolla de esta suerte, se basa, como lo hemos repetido, sobre experiencias verificadas en el espacio exterior al imán equivalente, y las consecuencias que de ella se deducen son válidas sólo para ese espacio y no para el interior del imán.

Consideremos una corriente de intensidad i en un circuito AB que suponemos plano y perpendicular al plano de figura, e imaginemos que la hojilla magnética equivalente, de potencia $P=i$ (Haciendo $h=1$ en el sistema electromagnético de medidas) se disponga según el plano AB .

Podemos suponer para el espesor de esta hojilla un valor constante λ con lo que será constante el valor de la imanación: $J = \frac{P}{\lambda} = \frac{i}{\lambda}$.

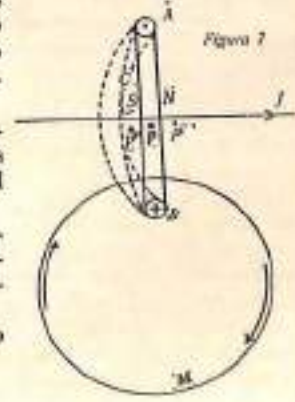


Figura 6

Sobre las dos caras de la hojilla se tienen dos distribuciones uniformes de magnetismo, iguales y opuestas, de densidad $\sigma = J = \frac{I}{\lambda}$.

Consideremos un punto P en el interior de la hojilla, e infinitamente vecinos a él supongamos dos puntos P' y P'' exteriores, a uno y otro lado, y calculemos la fuerza producida en estos puntos por la hojilla magnética.

El punto P se encuentra en las mismas condiciones que las de un punto colocado en el interior de una hendidura infinitamente sutil practicada en un imán. Así la fuerza en P tiene dirección opuesta a la imanación y vale $H = 4\pi\sigma = 4\pi \frac{I}{\lambda}$. (1)

En P' y P'' se tienen dos fuerzas con la dirección de la imanación. De aquí resulta que si la masa unidad pasa de una parte a otra a través de la hojilla, la fuerza que obra sobre ella sufre una variación discontinua que puede llegar a ser infinitamente grande. Si, por el contrario, se considera la fuerza magnética producida por la corriente eléctrica en los puntos P' y P'' exteriores a la hojilla, la fuerza debida a la corriente coincide con la debida a la hojilla, en tanto que en el punto P esta coincidencia no se verifica.

Fundamentos del electromagnetismo — Deducción directa.

Atrás se expresó que la fuerza electromagnética que se ejerce entre un polo norte de masa μ y un elemento dl de corriente de intensidad I situado a la distancia r del polo, es, aplicando la fórmula de Coulomb y llamando α el ángulo que hace la tangente a la corriente, o sea, el elemento dl con el radio vector prolongado, que une el polo al elemento de corriente dicho, $dF = K' \frac{\mu dl}{r^2} \sin \alpha$. (a)

La dirección de esta fuerza es tal que si la dirección del campo magnético debido al polo sigue la dirección del eje de las x y la corriente el de las y la fuerza perpendicular al plano Myx (que contiene el vector que representa la intensidad del campo magnético producido por μ y la corriente de intensidad I) sigue el sentido positivo del eje de las z . (*)

Si llamamos H la intensidad del campo magnético producido por el polo de masa μ en el lugar ocupado por el elemento de corriente, es decir, la fuerza que el polo μ ejerce sobre la unidad de masa magnética situada en M a la distancia r de μ se tendrá: $H = K' \frac{\mu}{r^2}$ $\frac{\mu}{r^2} = \frac{H}{K'}$ (b)

Sustituyendo en (a) este valor de $\frac{\mu}{r^2}$ resulta:

$$dF = \frac{K''}{K'} H dl \sin \alpha.$$

Consideremos, de acuerdo con Garavito, las acciones electromagnéticas de un elemento de corriente en la siguiente forma: Sea $ds = MN$ un desalojamiento del elemento $MM' = dl$ de la corriente, debido a la fuerza dF . El trabajo elemental será: $d^2W = dF ds \cos \beta$ o bien de (2)

$$d^2W = \frac{K''}{K'} I (H dl \sin \alpha) ds \cos \beta = \frac{K''}{K'} I (\text{área } MM'H'H) ds \cos \beta = \frac{K''}{K'} I (\text{volumen del paralelepípedo } MM'H'HNN'Q'Q)$$

o bien: $d^2W = \frac{K''}{K'} I (\text{Área } MM'NN') \times$ la componente de H normalmente a esa área.

Pero el área $MM'NN'$ es la descrita por el elemento dl ; y multiplicada por la componente normal del campo magnético (vector H) resulta el flujo infinitesimal que atraviesa esa área. Por tanto:

$$(c) \quad d^2W = \frac{K''}{K'} I d^2\varphi \quad \text{Se tendrá, además} \quad \frac{d^2W}{ds dl} = \frac{K''}{K'} I \frac{d^2\varphi}{ds dl}$$

Multiplicando ambos miembros de esta última expresión por $\frac{ds}{dt}$ se tendrá:

$$d \frac{dW}{dt} \frac{ds}{ds} = \frac{K''}{K'} I \frac{d \frac{d\varphi}{dt} ds}{ds} \quad \text{o bien:} \quad \frac{d \frac{dW}{dt}}{dt} = \frac{K''}{K'} I \frac{d \frac{d\varphi}{dt}}{dt}$$

Invirtiendo el orden de las derivaciones, puede ponerse:

$$\frac{d \frac{dW}{dt}}{dt} = \frac{K''}{K'} I \frac{d \frac{d\varphi}{dt}}{dt} \quad \text{Integrando a}$$

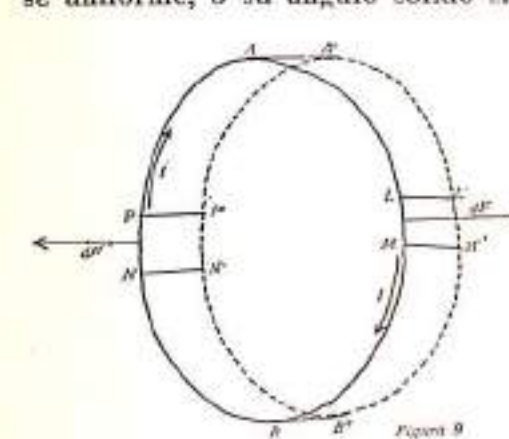
lo largo de todo el circuito recorrido por la corriente I se tendrá:

$$d \frac{dW}{dt} = \frac{K''}{K'} I \frac{d\varphi}{dt} \quad (d)$$

Pero como la potencia mecánica P del sistema es el trabajo gastado en la unidad de tiempo, o sea la derivada del trabajo con relación al tiempo, podemos poner: $P = \frac{dW}{dt}$ y $P = \frac{K''}{K'} I \frac{d\varphi}{dt}$ (3)

(*) En la figura 69 se tiene: $\mu M = r^2$ α es el ángulo que hace el elemento dl con la dirección μM , pues en M está el elemento de corriente $dl = m$ por el principio de equivalencia enunciado atrás.

Consideremos, ahora, un circuito cerrado recorrido por la corriente I y sea $ALMBNPA$ la proyección de este circuito sobre un plano normal a la dirección del campo magnético H si este campo fuese uniforme, o su ángulo sólido si el campo H proviene de un polo, como lo consideramos atrás.



En virtud de la acción del campo sobre el circuito este último se desaloja. Sea, pues, $A'L'M'B'N'P'A'$ la proyección de este mismo circuito sobre un plano normal a la misma dirección del campo (campo uniforme) o el ángulo sólido (cuando el campo es debido a un polo) después del desalojamiento ocurrido en un tiempo infinitesimal dt .

El flujo cortado por el arco elemental LM será: $d^2\varphi = H$ (área $LMM'L$)

y como la fuerza se dirige a la izquierda de la corriente este flujo deberá contarse con signo +. Por el contrario el arco elemental NP describe el área $NPP'N'$, siendo el flujo cortado, en este caso: $d^2\varphi = H$ (área $NPP'N'$). Pero como el desalojamiento NN' es contrario entonces a la fuerza, este trabajo figurará en (c) como negativo.

Integrando, pues, a lo largo de $ALMBNPA$ se tendrá:

$$dW = \frac{K''}{K'} IH [\text{área } (AA'L'M'B'BM'LA) - \text{área } (AA'P'N'B'BNPA)]$$

Llamando dm la primera de estas áreas y dm' la segunda, u el área $ALMBNPA$ y $u + du$ el área $A'L'M'B'N'P'A'$ y A la total,

se tendrá: $dm = A - u$ $dm' = A - (u + du)$ Y como $dW = \frac{K''}{K'} IH (dm - dm') = \frac{K''}{K'} IH du$.

Si se llama Φ el flujo a través de u y $\Phi + d\Phi$ el flujo a través de $(u + du)$ se deduce: $Hdu = d\Phi$ y, por tanto: $P = \frac{dW}{dt} = \frac{K''}{K'} I \frac{d\Phi}{dt}$ En la que Φ representa el flujo de fuerza magnética a través del área limitada por el circuito.

Supongamos que el movimiento expuesto sea debido a la acción F del campo magnético sobre la corriente (sobre el circuito $ALMBNPA$). En virtud del principio de la conservación de la energía se deduce que puesto que el campo magnético no sufre alteración propia, la potencia mecánica consumida en dicho movimiento es debida a la misma energía que produce la corriente. Ahora, llamando E la *f.e.m.* que genera a la corriente I (de intensidad I) en el circuito considerado, la energía en la unidad de tiempo, o potencia gastada, será EI . Esta energía se consume: 1.º En producir el calentamiento del conductor por causa de la resistencia óhmica R con producción de calor desarrollado en la unidad de tiempo, según la ley de Joule ($R I^2$); 2.º En el movimiento indicado, es decir: en $\frac{K''}{K'} I \frac{d\Phi}{dt}$ Por tanto:

$$EI = R I^2 + \frac{K''}{K'} I \frac{d\Phi}{dt} \quad (4)$$

En esta expresión el coeficiente K'' es numérico por ser independiente de las circunstancias físicas del fenómeno que se estudia. Así se puede tomar como igual a la unidad, anotando que en el sistema electromagnético de medidas se hace $K' = 1$. Por tanto, hacemos $\frac{K''}{K'} = 1$.

Dividiendo por I a (4) se tiene: $E = RI + \frac{d\Phi}{dt}$ (5) La ley de Ohm no se cumpliría sencillamente en este caso, cuando la corriente se desaloja en un campo magnético; siendo de notar que la derivada del flujo magnético con relación al tiempo, es homogénea con la fuerza E electromotriz o sea que es también una *f. e. m.* o diferencia de potencial.

Si con cualquier procedimiento extraño al sistema el campo magnético fuera neutralizado, o anulada su influencia sobre el circuito en un momento dado, el movimiento de éste cesaría, no por causa de una fuerza o energía extraña que viniese a actuar sobre el circuito, sino porque la corriente no tendría ya que vencer un obstáculo (el campo magnético) en su influencia externa. Toda la *f. e. m.* considerada se emplearía en la corriente, como causa de ésta, es decir, en el efecto $R I^2$. Pero ahora, en este momento, I tendría ya un valor mayor I_1 así: $E = R I_1$ (6) que comparada con (5) daría: $R(I_1 - I) = \frac{d\Phi}{dt}$.

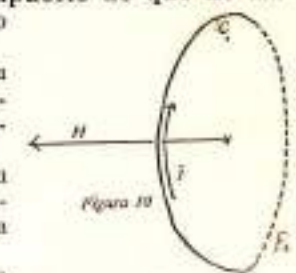
El flujo de fuerza magnética cortado por el desalojamiento del circuito, o mejor, la derivada del flujo con relación al tiempo, es una fuerza contraelectromotriz capaz de desarrollar en el circuito una contracorriente $i = I_1 - I$ la cual siendo opuesta a la fuerza electromotriz E primaria, produce la corriente I .

Ahora, puesto que la variabilidad del flujo magnético a través de un circuito cerrado recorrido por una corriente produce una fuerza electromotriz; ¿la misma variabilidad en un circuito que no está recorrido por una corriente no será capaz de producir una *f. e. m.* y, por consiguiente, una corriente, si el circuito está cerrado? Esto sería lo que acontecería si en (4) hiciéramos tender a I hacia cero; pero en rigor la fórmula (5) se habrá de deducir del principio de la conservación de la energía en el supuesto de que no hubiese más energía que la del generador de fuerza electromotriz E y que el circuito se desalojase en virtud de las fuerzas electromagnéticas en juego.

El razonamiento no sería ya, pues, aplicable, y el desarrollo de una fuerza electromotriz debida a la variabilidad del campo no se haría ya a expensas del generador de *f. e. m.* E sino a expensas del trabajo mecánico que produce el desalojamiento del circuito.

Aunque este razonamiento no es legítimo del todo la experiencia verifica, sin embargo, la conclusión. La experiencia demuestra que cuando en el campo hay masas magnéticas es la derivada del flujo de inducción magnética la que produce la *f. e. m.* en el circuito.

Sea ahora, una corriente eléctrica de intensidad I en un circuito C . Como se ha dicho, esta corriente produce un campo magnético cuyo flujo de fuerza, o más bien, de inducción, es



proporcional a la intensidad I de la corriente y depende de la forma y dimensiones del circuito y de la naturaleza del medio.

Llamando L_s el coeficiente de I que lleva el nombre de coeficiente de inducción (inductancia o selfinducción), se tendría para expresión del flujo: $\Phi_s = L_s I$.

Periodo variable de una corriente.

Al establecer una diferencia de potencial o *f. e. m.* E entre los puntos de un mismo circuito, se desarrolla, como se ha dicho, una corriente cuya intensidad i crece de cero a I . Como la corriente i es variable, el flujo magnético $L_s i$ que atraviesa el circuito es variable y produce una fuerza contraelectromotriz: $e = \frac{d(L_s i)}{dt} = L_s \frac{di}{dt}$ (1)

Esta fuerza contraelectromotriz sumada con la E daría una fuerza electromotriz $E - e$ que es la que produce la corriente Ri . Así: $E - e = Ri$ (2) o bien $L_s \frac{di}{dt} + Ri = E$.

Pongamos $i = \frac{E}{R} - u$ de donde $\frac{di}{dt} = -\frac{du}{dt}$ ó $-L_s \frac{du}{dt} + E - Ru = E$.

Entonces resulta: $L_s \frac{du}{dt} = -Rdt$.

Integrando entre límites para $t=0$ $i=0$ y $u = \frac{E}{R}$ se puede poner:

$L_s \log |u - \frac{E}{R}| - L_s \log |\frac{E}{R}| = -Rt$ o lo que es lo mismo: $L_s \log |\frac{Ru}{E}| = Rt$ lo que da: $u = \frac{E}{R} e^{-\frac{R}{L_s} t}$

y, por tanto, $i = \frac{E}{R} [1 - e^{-\frac{R}{L_s} t}]$ El término: $e^{-\frac{R}{L_s} t}$ decrece rápidamente con t ten-

diendo i hacia el valor $I = \frac{E}{R}$ cosa que prácticamente parece alcanzarse.

La energía del generador que produce la *f. e. m.* indicada es por unidad de tiempo: Ei y el calor desarrollado por efecto Joule en el seno del conductor es: Ri^2 . Queda, pues, una parte latente, que se almacena en el medio, de acuerdo con la permeabilidad magnética, de éste, y que es: $ei = Ei - Ri^2$ o sea, según la (2) $L_s i \frac{di}{dt}$.

Durante el tiempo dt esta energía latente es: $dw = L_s i di$. Integrando entre 0 y $i = \frac{E}{R}$

se tendrá: $W_l = \frac{1}{2} L_s I^2 = \frac{1}{2} \frac{L_s E^2}{R^2}$. Esta cantidad corresponde a lo que se llama energía interna de la corriente, y que se pone de manifiesto en la extra corriente de cierre o de ruptura de un circuito, por causa de la *selfinducción* del mismo.

Corriente periódica o alterna.

Supongamos un circuito cerrado en forma de círculo que gira en un campo magnético uniforme al rededor de un eje situado en el plano de este circuito, y que es perpendicular a la dirección del campo magnético H . Sea ω la velocidad angular de rotación. Tomemos por eje polar la dirección perpendicular al campo magnético y por origen de tiempo el instante en que el circuito es perpendicular a dicho plano.

Sea t un instante cualquiera; el ángulo que en ese instante hace el plano del circuito con el plano perpendicular al campo es ωt . Ese mismo ángulo es el que hace el campo H con la normal N al plano del circuito.

El flujo de fuerza magnética que atraviesa el círculo del circuito dicho de área S es $\Phi = HS \cos \omega t$. Este flujo es variable y desarrolla, por tanto, una corriente inducida en el circuito, corriente que a su vez produce un campo magnético, proporcional a la intensidad i y al factor de selfinducción L_s y que es de sentido contrario al flujo Φ si este crece, o del mismo sentido si decrece; es decir, del mismo sentido o de sentido contrario, según que la corriente i sea positiva o negativa. El flujo resultante es, pues $\varphi = HS \cos \omega t + L_s i$ y la fuerza electromotriz efectiva que produce la corriente en el circuito será:

$$E_o = -HS\omega \sin \omega t + L_s \frac{di}{dt}$$

Es esta fuerza electromotriz efectiva la causa de la corriente en el circuito, y tal como se han considerado los ángulos, resulta negativa; lo cual no tiene importancia sino sobre el sentido de la corriente. Pongamos, pues, $E_o = -Ri$. Así tendremos, cambiando los signos: $Ri = HS\omega \sin \omega t - L_s \frac{di}{dt}$

o bien: $L_s \frac{di}{dt} + Ri = HS\omega \sin \omega t$.

La fuerza electromotriz inducida debida al movimiento del circuito en el campo, si no se presentara el fenómeno de la *selfinducción*, sería $E = HS\omega \sin \omega t$. Llamando $E_o = HS\omega$ resulta: $E = E_o \sin \omega t$.

Este valor de E debe considerarse como la verdadera *f. e. m.* y es en realidad la que se produce a causa del movimiento del circuito en el campo magnético. Ahora si esa *f. e. m.*, o diferencia de potencial, no se emplea íntegra en la determinación o producción de la corriente es porque una parte se consume en la formación de otro campo magnético debido a la misma corriente.

La ecuación diferencial $L_s \frac{di}{dt} + Ri = E_o \sin \omega t$ es lineal y de segundo miembro. Ahora bien, las ecuaciones lineales que admiten segundo miembro y que se pueden integrar fácilmente, son aquellas en las cuales el segundo miembro es un polinomio algebraico de la variable independiente o una función exponencial de la misma variable, o la combinación de estos dos casos, pero cuando es una función circular es necesario intentar métodos especiales. Si el segundo miembro fuere un polinomio entero en t se obtendría una integral particular haciendo a i igual a un polinomio también del mismo grado; si fuese una exponencial se obtendría una integral haciendo a i igual a otra exponencial diferente sólo en el coeficiente. Así, pues, se está obligado, por analogía, a hacer a i una función circular del mismo periodo y diferente sólo en el coeficiente y en el origen del arco; así: $i = A \sin(\omega t - \alpha)$ en que A y α deberán determinarse por la condición de satisfacer a la ecuación diferencial. Entonces se tendrá:

$$L_s A \omega \cos(\omega t - \alpha) + RA \sin(\omega t - \alpha) = E_o \sin \omega t$$

de donde:

$$RA \left[\sin(\omega t - \alpha) + \frac{L_s \omega}{R} \cos(\omega t - \alpha) \right] = E_o \sin \omega t$$

$$\text{Si se pone } \tan \beta = \frac{L_s \omega}{R} \quad \therefore \cos \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{L_s^2 \omega^2}{R^2}}} \quad \therefore \sin \beta = \frac{\frac{L_s \omega}{R}}{\sqrt{1 + \frac{L_s^2 \omega^2}{R^2}}}$$

se tendrá:

$$A \sqrt{R^2 + L_s^2 \omega^2} [\sin(\omega t - \alpha) \cos \beta + \sin \beta \cos(\omega t - \alpha)] = E_o \sin \omega t$$

o bien

$$A \sqrt{R^2 + L_s^2 \omega^2} \sin(\omega t - \alpha + \beta) = E_o \sin \omega t$$

Para lo cual basta que se tenga:

$$A \sqrt{R^2 + L_s^2 \omega^2} = E_o \quad \therefore A = \frac{E_o}{\sqrt{R^2 + L_s^2 \omega^2}} \quad \text{Y sea } \beta = \alpha \quad \text{o también } \tan \alpha = \frac{L_s \omega}{R}$$

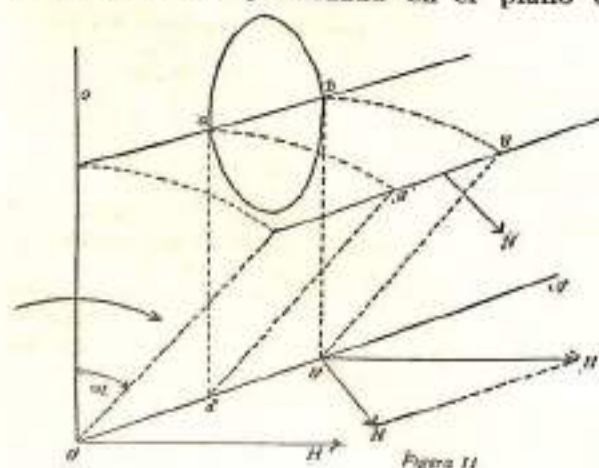
$$\text{Así, pues, se tendrá: } i = \frac{E_o}{\sqrt{R^2 + L_s^2 \omega^2}} \sin(\omega t - \alpha) \quad \text{o bien } i = \frac{E_o \cos \alpha}{R} \sin(\omega t - \alpha)$$

Si no fuera necesario tener en cuenta la *selfinducción* del circuito se tendría: $(i) = \frac{E_o}{R} \sin \omega t$ que difiere de i en dos cosas: 1.º En un cambio de faz en el periodo, pues i se anula con E para $t = 2\pi k + \frac{\alpha}{\omega}$ mientras que (i) se anularía con E para $t = 2\pi k$ y 2.º En un cambio en la resistencia, pues en i la resistencia es $\sqrt{R^2 + L_s^2 \omega^2}$ es decir, que en un caso sólo se tendría en cuenta la resistencia óhmica del circuito, y en el otro se consideraría la resistencia inductiva o impedancia.

El potencial polidromo y la carga eléctrica unitaria que se desaloja con la velocidad v .

En la página 108 estudiamos la distribución de la fuerza magnética debido a un circuito cerrado y dijimos que en dos puntos P^1 y P^2 exteriores a la hojilla equivalente al circuito considerado, la fuerza debida a la corriente coincide con la debida a la hojilla, en tanto que en el punto P (colocado en el interior de la hojilla) esta coincidencia no se verifica, y esto porque en el caso de la corriente el punto P infinitamente vecino de P^1 y P^2 no queda separado de ellos por ninguna superficie de discontinuidad, y así, la intensidad del campo en él es la misma, o difiere infinitamente poco de la que se tiene en P^1 y P^2 . Aceptando, lo que se demuestra geométricamente con toda facilidad, que la hojilla magnética equivalente a una corriente puede tener una forma cualquiera con tal que su contorno coincida con el de la corriente, podemos imaginar la hojilla dispuesta según la superficie ACB (figura 7). Las fuerzas que ésta ejerce sobre los tres puntos externos $P^1 P^2 P$ infinitamente vecinos entre sí, sólo difieren en valores infinitesimos: son, pues, iguales, o difieren infinitamente poco, las fuerzas debidas a la corriente en estos tres puntos. Se tiene, pues, entre los dos campos una diferencia esencial, consistente en que mientras en el campo de la hojilla sus dos caras son superficies de discontinuidad y las líneas de fuerza, líneas abiertas, en el campo de la corriente las líneas de fuerza son líneas cerradas, que en el exterior coinciden con las líneas de fuerza producidas por la hojilla, y en el interior son la prolongación de estas líneas. El circuito de la corriente y las líneas de fuerza por ellas engendradas son líneas concadenadas. Se puede, por tanto, asegurar que no existen distribuciones de magnetismo que produzcan exactamente el mismo campo que el engendrado por una corriente. La equivalencia entre imanes y corrientes reside solamente en el espacio exterior; y, precisamente por esta razón, fue preciso inventar el vector inducción magnética que no es otra cosa que la definición electromagnética de la fuerza magnética.

Atrás vimos (página 106) que al pasar de un punto infinitamente vecino de una de las caras de una hojilla a otro también infinitamente vecino de la otra cara, el potencial magnético varía en la cantidad $4\pi P$ siendo P la potencia de la hojilla. Para una hojilla plana, evidentemente el potencial, en uno u otro



punto valdrá $2\pi P$. Siendo así las cosas, en el caso de un circuito cerrado y de la hojilla equivalente, sólo con diferencia de una constante se tiene: para el punto P^1 infinitamente vecino de la cara norte $V^1 = 2\pi P - 2\pi i$ y para el punto P^2 infinitamente vecino de la cara sur, el valor $V^2 = -2\pi P = -2\pi i$. Si partiendo de P^1 según una línea cualquiera que no atraviese la hojilla, se hace pasar la masa magnética unidad de P^1 a P^2 (figura 7), las fuerzas del campo ejecutan sobre la masa móvil un trabajo positivo $V^2 - V^1 = 2\pi i - (-2\pi i) = 4\pi i$. Si, en el caso de la hojilla, se hace pasar la masa dicha de P^2 a P^1 , a lo largo de un canal infinitésimo ideal, en virtud de que la fuerza en el interior tiene una dirección opuesta a la del movimiento, se ejecuta sobre esta masa móvil un trabajo negativo, gastando trabajo exterior y aumentando el potencial. En el interior de la hojilla la fuerza tiene un valor constante: $4\pi f = 4\pi i$. Y como la distancia entre los puntos P^1 y P^2 es λ el trabajo ejecutado sobre la masa unidad que se mueve a lo largo del canal ideal dicho, de P^2 a P^1 es: $4\pi \frac{f}{\lambda} \times \lambda = 4\pi i$. Al volver a P^1 se tiene un potencial $V^1 = V^2 + 4\pi i = -2\pi i + 4\pi i = 2\pi i = V^2$ al primero.

En el campo engendrado por una hojilla el potencial es, pues, una función *monodroma*. Es nulo el trabajo a lo largo de una línea cerrada cualquiera, como se hubiere podido inferir *a priori*, por cuanto el campo es debido a condiciones estáticas. Por el contrario, en el campo de la corriente se ejecuta en el paso de P^2 a P^1 un trabajo infinitamente pequeño, por cuanto la fuerza tiene valores finitos que varían de un modo continuo y actúa en un espacio infinitamente pequeño. Por consiguiente, después de recorrida la línea cerrada, se encuentra al llegar a P^1 un valor del potencial que no difiere del que se tenía en P^2 sino en una cantidad infinitésima: $V^1 = V^2 = -2\pi i$.

En el campo engendrado por una corriente, recorriendo una línea cerrada concadenada con ella, se ejecuta, pues, sobre la masa magnética unidad un trabajo positivo: $V^1 - V^2 = 4\pi i$. Esto es posible en el campo en cuestión porque el trabajo, en este caso, se suministra a expensas de la energía de la corriente. Si de P^1 con una línea cerrada se vuelve a P^1 , dando una vuelta y después se vuelve al mismo punto P^1 , con otra vuelta cerrada, a cada vuelta el potencial disminuye en $4\pi i$. Así el potencial en P^1 puede pasar por un número infinito de valores que difieren uno de otro en $4\pi i$. En un punto cualquiera M en el campo de una hojilla, y desde el cual se vea la cara norte de ésta bajo un ángulo sólido ω el potencial producido por esa hojilla tiene el valor: $V = \omega i + \text{constante}$, en tanto que el potencial debido a la corriente puede asumir infinitos valores, que pueden agruparse en la expresión general: $V = \omega i \pm 4\pi Ni + \text{constante}$, expresión en donde N es el número de veces que la línea recorrida por la masa magnética unidad se concadena con el circuito de la corriente, debiéndose tomar el signo $+$ o $-$ según que la línea se recorra en la dirección de la fuerza o en la opuesta, o sea, que el trabajo ejecutado sea positivo o negativo.

De esto deducimos que el campo magnético engendrado por una corriente es un *espacio cíclico*, un campo en el cual el potencial es una función *polidroma*, siendo la constante $4\pi i$ una constante cíclica. De manera que el principio de equivalencia de que hicimos uso en la página 108 para asimilar un elemento dl de una corriente I a una masa magnética, es relativo, hasta cierto punto, pues entre las acciones magnéticas de las masas magnéticas y las debidas a las corrientes eléctricas, hay, en verdad, una profunda diferencia.

Y es sobre esta diferencia esencial que se quiere insistir en este escrito, al insinuar tímidamente que el establecimiento de las fórmulas fundamentales del electromagnetismo para la teoría electrónica, adolece de cierta confusión y de falta de lógica, desde puntos de vista absolutamente geométricos.

Este establecimiento se hizo por el profesor J. J. Thomson (1) hablando de una masa eléctrica en movimiento, en la siguiente forma:

«Consideremos ahora otra consecuencia de la idea de que la masa de una partícula cargada procede de la masa de éter atada por los tubos de Faraday asociados a la carga. Estos tubos, cuando se mueven en ángulo recto a su longitud, llevan consigo una porción apreciable del éter a través del cual se mueven, mientras que si lo hacen paralelamente a su longitud resbalan a través del fluido sin arrastrarle. Consideremos cómo se conduce un cilindro largo y delgado, semejante a un tubo de Faraday, cuando se mueve a través de un líquido». «Si este cuerpo puede adoptar cualquier posición en su movimiento, no se colocará como aparece a primera vista, con la punta hacia adelante sino normalmente a la dirección del movimiento, colocándose de forma que arrastre la mayor cantidad de fluido posible». «Si aplicamos estos principios a la esfera cargada, vemos que los tubos de Faraday unidos a ella tenderán a colocarse por sí mismos en ángulo recto a la dirección del movimiento de la esfera, de suerte que si este principio fuere lo único que hubiere de tenerse en cuenta, todos los tubos de Faraday se colocarían en el plano ecuatorial, esto es, en el plano normal a la dirección del movimiento de la esfera, porque en esta posición todos se moverían en ángulo recto a su longitud. Debemos recordar, no obstante, que los tubos de Faraday se repelen entre sí, de suerte que si se amontonan en la región ecuatorial, la presión será allí más grande que en los polos. Esto empujará los tubos de Faraday hacia la posición que ocupan cuando están igualmente distribuidos sobre toda la esfera. La distribución actual de los tubos de Faraday es un término medio entre estos extremos. No se agrupan todos en la región ecuatorial, ni están igualmente distribuidos, pues abundan más en aquella que en las restantes, creciendo el exceso de densidad de tubos en esta región con la velocidad de la partícula cargada. Cuando un tubo de Faraday se encuentra en la región ecuatorial, aprisiona más éter que cuando se encuentra cerca de los polos, de suerte que el desplazamiento en los tubos de Faraday incrementa la cantidad de éter aprisionado por los tubos, y, por consiguiente, la masa del cuerpo».

Verdaderamente es difícil concebir una materialización del orden que idea Thomson, sobre todo teniendo concepto matemático de las representaciones geométricas.

Para llegar a este resultado sienta Thomson el siguiente principio: «La ley que enlaza la fuerza magnética con el movimiento de los tubos de Faraday, es la siguiente: Un tubo de Faraday que se mueve con la velocidad v en un punto P produce en P una fuerza magnética cuya magnitud es $4\pi v \sin \theta$ siendo la dirección de esta fuerza perpendicular al tubo de Faraday y a la dirección de su movimiento; θ es el ángulo entre esta dirección y el tubo. Vemos que únicamente produce fuerza magnética el movimiento de un tubo en ángulo recto a sí mismo; pero no cuando resbala a lo largo de su longitud».

Más adelante, al estudiar la corriente eléctrica a lo largo de un conductor que une dos polos de un generador eléctrico de *f. e. m.* conocida y permanente o dos superficies metálicas entre las cuales existe una diferencia de potencial eléctrico, el célebre físico inglés, afirma que el paso de masas eléctricas a lo largo

del conductor dicho, en uno u otro caso, determina un campo magnético, lo que está enteramente de acuerdo con la experiencia, y luego agrega: «Esta fuerza magnética es perpendicular al plano que contiene el eje del conductor que se considera, e igual a 4π veces la intensidad de la corriente en ese conductor, o, si σ es la densidad de la carga eléctrica y v la velocidad con que se mueve, la fuerza magnética es igual a $4\pi\sigma v$ ».

Pero la relación clásica entre el desalojamiento eléctrico y el desalojamiento magnético es: $4\pi i = \int H_1 dl$ y se establece, como lo vimos ya, considerando el trabajo de la fuerza magnética a lo largo de una línea cerrada concadenada con el circuito donde circula la corriente de intensidad i . Este producto $4\pi i$ no es una fuerza; equivale a una diferencia de potencial magnético, diferencia que se estableció asimilando el circuito a una hojilla magnética, es decir, basándose en la experiencia, como lo hace Thomson, pero sin afirmar nada respecto a la intimidad de los fenómenos.

Al explicar Thomson la formación del campo magnético dice: «Aquí tenemos dos fenómenos que no se producen en un campo electrostático permanente; uno, el movimiento de los tubos de Faraday, y el otro, la existencia de la fuerza magnética; esto sugiere la existencia de una relación entre los dos, y que el movimiento de los tubos de Faraday es acompañado por la producción de una fuerza magnética».

Es claro que si esto se acepta, el caso de la esfera electrizada (partícula o molécula con carga e) que explicó Thomson atrás, se resuelve fácilmente, pues «si la velocidad de la esfera es pequeña comparada con la de la luz, los tubos de Faraday arrastrados por la esfera en su movimiento permanecerán uniformemente distribuidos, como cuando aquélla está en reposo. Si la velocidad es muy grande cambia la posición de estos tubos y se engendra el campo magnético».

Sea e la carga eléctrica en el centro de la esferilla y P un punto sobre la esfera de radio $=PO=r$. Aplicando el teorema de las superficies correspondientes, si metalizamos la esfera de radio OP podemos transportar toda la carga e a la superficie de dicha esfera. Así, pues, podemos poner σ (densidad superficial) $= \frac{e}{4\pi r^2}$. Esta densidad superficial es la que Thomson llama densidad de los tubos de Faraday en el punto P . Si la esferilla se mueve en el sentido de la flecha con la velocidad v la fuerza magnética será: $4\pi\sigma v$ en P o sea sustituyendo: $H = \frac{ev \sin \theta}{r^2}$. En esta expresión $r^2 = \overline{OP}^2$. La dirección de esta fuerza magnética será normal a OP y a Ol dirección en que se mueve la esferilla de centro O . Así, pues, continúa Thomson: «Las líneas de fuerza magnética serán círculos, que tienen su centro en la trayectoria del centro de la esfera y su plano perpendicular a esta trayectoria». En la teoría clásica tal deducción se hace de la ecuación $4\pi i = \int H_1 dl$

Aquí conviene llamar la atención al hecho fundamental de que en la teoría electrónica se explica la corriente eléctrica por cargas individuales, tan pequeñas como se quiera, pero siempre separadas por espacios en donde existen campos electrostáticos engendrados por estas cargas, o cantidades de masa eléctrica en movimiento, en tanto que en las hipótesis clásicas un elemento idl de corriente infinitamente pequeño, es una corriente eléctrica y no una masa electrostática elemental. A nuestro parecer, la diferencia es sustancial y es a este *punctum crucis* de la cuestión a donde debieran dirigirse los esfuerzos de los físicos para establecer la relación matemática definitiva que debe ligar los fenómenos eléctricos y los magnéticos.

Porque es evidente que ni las explicaciones de Thomson ni otras posteriores que se han dado de los fenómenos electromagnéticos satisfacen al espíritu, ya que la concepción de los tubos de Faraday que cambian de dirección con relación al plano ecuatorial de la esfera representativa de la masa electrostática elemental en movimiento, vista atrás, repugna a quien acepte la representación de un campo de fuerza soledad, como concepción geométrica de líneas de fuerza y superficies de nivel, como sola representación subjetiva y nada más.

Ahora, insistimos en el modo como se determinó el potencial magnético polidromo en el campo magnético debido a una corriente, por cuanto es posible sugerir la duda de que la sucesión de masas eléctricas individuales, cualquiera que sea la velocidad con que se muevan, permita establecer la continuidad absolutamente matemática necesaria para que una masa magnética que se mueve a lo largo de una línea concadenada con el circuito, con una velocidad cualquiera, tan grande como se quiera, adquiera a cada vuelta el mismo potencial en un punto considerado del campo magnético engendrado por la corriente.

Si e es una masa eléctrica en movimiento y v la velocidad con que se mueve, el producto, propiamente hablando, no es i intensidad de una corriente, así como $4\pi i$ no representa fuerza magnética sino un trabajo.

Para establecer una afirmación que repugna al concepto clásico del electromagnetismo, menester sería que ella estuviese cimentada sobre hechos experimentales de un peso semejante al de los fenómenos que llevaron a Ampère a sus conclusiones; mas desgraciadamente tal cosa no parece posible, pues, la experiencia de Rowland no es concluyente.

Explicación elemental sin compromisos.

Procedamos a verificar la exploración de los fenómenos electromagnéticos valiéndonos de una representación geométrica subjetiva. De acuerdo con ella nosotros nos representamos condiciones geométricas especiales en el mecanismo íntimo de tales fenómenos, suponiendo centros de fuerzas eléctricas y magnéticas e ideando cantidades determinadas de agentes eléctrico y magnético, pero sin saber qué es *electricidad* o qué es *magnetismo*. Así, hablamos de masas de agente eléctrico o de masas de agente magnético, con la misma propiedad subjetiva con que nos referimos a las masas de la gravitación, y concentramos esas masas en corpúsculos o partículas individuales en que suponemos se dividen los cuerpos materiales; procediendo así de acuerdo con la índole de nuestro entendimiento.

La constitución molecular de la materia es una ficción de nuestro espíritu para explicarnos múltiples fenómenos físicos de los cuerpos y para representarnos el interior íntimo de la materia de acuerdo con la capacidad de nuestra lógica personal, que subdivide indefinidamente los cuerpos en partículas cada vez más pequeñas, sin poder llegar jamás al concepto preciso de lo indivisible: átomo, molécula, o como quiera llamársele.

(1) — «Electricidad y Materia», por J. J. Thomson de «The Royal Institution of Great Britain».

Según esta imaginación llenemos el espacio geométrico ocupado por un cuerpo material con innumerables corpúsculos infinitamente pequeños y llamados moléculas (para no confundirnos con las nociones más complejas de la teoría atómica), y sepáremos estas moléculas por espacios intermoleculares, diciendo al mismo tiempo, que tales corpúsculos son indivisibles y susceptibles de recibir cargas elementales o masas individuales de agente eléctrico o de agente magnético.

La concepción geométrica de un campo de fuerza es enteramente personal y obedece también a una imposición de nuestro entendimiento, que sin las ideas de superficies de nivel y líneas de fuerza, no puede representarse las acciones eléctricas o magnéticas en el espacio ocupado por los cuerpos.

De esta concepción geométrica se deduce fácilmente, por deducciones lógicas referentes al concepto de flujo de fuerza, el teorema de Gauss, lo mismo que la idea de tubos de flujo y superficies de discontinuidad en los campos de fuerza eléctricos y magnéticos.

Con esta explicación previa pasemos a exponer brevemente principios elementales del equilibrio eléctrico, que son distintos de la concepción de líneas de fuerza de Faraday, dotadas de propiedades reales por Thomson. (Véase el libro: "Electricidad y Materia").

Tomemos dos superficies metalizadas de nivel, que constituyen superficies de discontinuidad en un campo eléctrico, y consideremos la región del espacio comprendida entre estas dos superficies. Esta región será un campo de fuerza fácilmente explorable. En él las líneas de fuerza eléctrica irán de la superficie de nivel o equipotencial, de potencial mayor, a la de menor potencial, de suerte que la diferencia de potencial entre las dos superficies representa exactamente el trabajo que a lo largo de una línea de fuerza cualquiera hará la masa eléctrica unidad solicitada por la intensidad del campo o fuerza eléctrica específica. Sean A y B estas dos superficies y a y b los extremos de una línea de fuerza que incide normalmente a estas superficies. La flecha indica el sentido del vector fuerza de a hacia b para

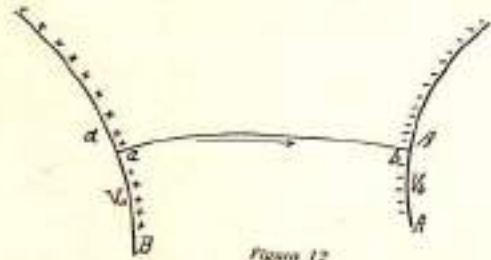


Figura 12

precisar que la diferencia de potencial $V_A - V_B = V$ representa el trabajo $\int_A^B f_s ds$.

Como se demuestra sencillamente por la aplicación elemental del teorema de Gauss, siendo las regiones α y β regiones donde el campo es nulo, se presentan forzosamente sobre las dos superficies A y B que son superficies de discontinuidad, masas eléctricas de nombre contrario. A la superficie de mayor potencial V_A corresponden masas positivas (+) y a la de menor potencial V_B corresponden masas negativas (-). Sin hacer ninguna hipótesis sobre la realidad de estas masas eléctricas, o cantidades de agente eléctrico, se puede demostrar experimentalmente que la causa del campo de fuerza eléctrica cuya existencia se constata mecánicamente, reside en el medio material que separa las dos superficies.

La experiencia del condensador desarmable es concluyente al respecto, pudiéndose decir que sobre las superficies A y B no existen tales masas eléctricas o cantidades de agente eléctrico, y que éstas son sólo una ficción matemática que Maxwell aprovechó para crear su vector desalojamiento $[d = \frac{dm}{ds}]$ que en todos los puntos del campo nos da idea de la reacción elástica-eléctrica del medio (llamada así por analogía con los fenómenos de la elasticidad).

Con estas consideraciones previas vamos a distinguir dos casos en el sistema indicado. Para el primero supongamos que se establece un hilo conductor siguiendo la línea de fuerza ab . Antes de esta verificación el valor de la fuerza eléctrica en cualquier punto de ab tiene por expresión: $-\frac{dV}{ds}$ porque

$$V_A - V_B = \int_A^B f_s ds \quad \text{y} \quad V_B - V_A = \int_B^A \left[-\frac{dV}{ds} \right] ds \quad \text{o sea} \quad \int_B^A \frac{dV}{ds} ds = V_A - V_B.$$

Experimentalmente se comprueba que puede existir una diferencia de potencial entre A y B sin que el equilibrio dinámico se perturbe, cuando se establece lo que se llama corriente eléctrica. En este caso, como $\frac{dV}{ds}$ indica que hay desigual distribución eléctrica a lo largo del conductor, debe haber atracción o repulsión entre las diferentes partes del mismo, por causa de la fuerza $-\frac{dV}{ds}$ dirigida de a hacia b . La condición de equilibrio eléctrico exige que se desarrolle, en virtud del movimiento de masas eléctricas a lo largo del conductor, una fuerza $\epsilon = \frac{dV}{ds}$ de b hacia a . En efecto, sea f la resultante de ϵ fuerza desarrollada por causa de ese movimiento y de $-\frac{dV}{ds}$ fuerza debida a la diferencia de potencial. Se tiene entonces:

$$\int_B^A f ds = \int_B^A \epsilon ds - \int_B^A \frac{dV}{ds} ds.$$

Y como para el equilibrio eléctrico es necesario que el trabajo total de la fuerza f eléctrica sea nulo:

$$\int_B^A \epsilon ds = V_A - V_B.$$

Pongamos $\int_B^A \epsilon ds$ igual al trabajo de la fuerza desarrollada en el conductor y debida al desalojamiento dicho, y llamemos esta magnitud con el nombre de $f.e.m.$ (Fuerza electromotriz en el conductor ba).

Por tanto: $e_{BA} = V_A - V_B$ (A)

Siendo de notar que esa $f.e.m.$ no es fuerza sino trabajo de las fuerzas, que podemos llamar eléctricas, desarrolladas por causas extrañas al sistema.

La ecuación (A) se puede poner notando que $(e_{BA} = -e_{AB})$ o simplemente $e + V_A - V_B = 0$.

Considerando a e como fuerza electromotriz de A hacia B . Si $e=0$ se tendrá $V_A = V_B$ que es la condición de equilibrio electrostático en el caso de que las dos superficies de nivel metalizadas, que consideramos atrás, se unan por medio de un conductor.

Si por una causa cualquiera se mantiene constante la fuerza electromotriz e la distribución del potencial se hará de manera que en cualquier punto del conductor se mantenga este constante. En efecto, mientras $f = \epsilon - \frac{dV}{ds}$ tenga algún valor no podrá haber equilibrio y se verificará un flujo de electricidad, con lo cual $\frac{dV}{ds}$ se hará variable con el tiempo, hasta que $\frac{dV}{ds} = \epsilon$ en cuyo caso la distribución eléctrica se hará independiente del tiempo. En este caso, por analogía con lo que ocurre en Hidráulica, se dirá que está establecido el régimen permanente. En esta circunstancia la cantidad de electricidad que atraviesa cada sección del conductor es la misma en el mismo tiempo y en las diferentes secciones, siendo i (intensidad de corriente) esta cantidad.

Tal acontecería si el conductor no presentara resistencia al movimiento de esa masa o cantidad de agente eléctrico; pero como esto no puede ocurrir, pasemos a estudiar aisladamente de las condiciones teóricas de diferencia de potencial que nos han servido de fundamento, la corriente eléctrica en un conductor.

Supongamos un conductor o circuito cerrado y tomemos dos puntos M y N sobre este conductor. Si llamamos i_M la intensidad en M e i_N la intensidad en N se tendrá que $i_M = i_N$. Para que haya paso o flujo de electricidad a lo largo del conductor es necesario que la fuerza f no sea nula; y la experiencia demuestra que el flujo de fuerza fa al través de una sección a del conductor es proporcional a la cantidad i de electricidad que la atraviesa en la unidad de tiempo.

Así $f = fa = \rho i$ en que ρ depende de la materia de que está hecho el conductor. De donde

$$f = \frac{\rho}{a} i \quad \therefore \quad \int_A^B f ds = e_{AB} + V_A - V_B = R_{AB} i \quad \text{y} \quad R_{AB} = \int_B^A \frac{\rho}{a} ds.$$

Para considerar el segundo caso, es decir, cuando entre las superficies metalizadas de nivel A y B no existe ningún conductor, se presenta el equilibrio eléctrico si entre estas superficies se establece la diferencia de potencia $V_A - V_B$.

Siendo esto así, si en el sistema considerado y respetando la idea de masa eléctrica, damos a la superficie A cargas eléctricas (masas+) es decir, aumentamos el potencial V_A se presentarán masas negativas sobre la superficie B disminuyendo el potencial V_B . Aumenta así la diferencia de potencial $V_A - V_B = V$ con la carga en una relación que se llama capacidad electrostática del sistema. Ahora bien, la capacidad de este sistema depende, fuera de condiciones enteramente geométricas, de la naturaleza del medio que separa las dos superficies, es decir, del poder inductor específico de este medio, lo que comprueba la experiencia de Franklin y justifica experimentalmente la hipótesis de Maxwell.

Se hacen estas explicaciones refrescando ideas elementales sobre los campos de fuerzas centrales, por que vamos a considerar el medio comprendido entre las superficies A y B como un gas enteramente seco, que obedece a las leyes de Mariotte y de Gay Lussac, y cuya energía interna explicamos por medio de la teoría cinética de los gases.

De acuerdo con esta teoría el espacio comprendido entre las dos superficies de nivel se ocupa por un conjunto de moléculas o últimas partículas, que podemos suponer a voluntad animadas de movimientos rectilíneos. Cuando entre las dos superficies se establece la diferencia de potencial dicha, o sea, se crea un campo de fuerza eléctrica, las moléculas se polarizan, en virtud del teorema de las superficies correspondientes, y se orientan de acuerdo con la hipótesis molecular. Aquellas moléculas orientadas se fijan en el espacio, no siguen chocando unas con otras, ni contra las superficies que las encierran. (Determinan una contrapresión, según la teoría cinética). Hé ahí por qué las líneas de fuerza de Faraday tienden a acortarse.

Pongamos entre las superficies A y B un gas enteramente seco, a la presión atmosférica ordinaria. Sean C la capacidad electrostática del sistema, M la masa eléctrica + y V la diferencia de potencial $V_A - V_B$. La relación conocida, a que nos referimos atrás: $M = CV$ nos manifiesta que siendo C constante, es decir, permaneciendo las mismas las condiciones geométricas y físicas del sistema, al aumentar la carga M aumenta la diferencia de potencial. ¿Qué sucede cuando esta diferencia de potencial crece de manera que se venza (en la teoría de Maxwell) la resistencia eléctrica-elástica del medio, es decir que aumente el número de moléculas orientadas según la idea de Faraday? Que el dieléctrico se rompe y la energía eléctrica almacenada en el sistema se manifiesta durante un instante muy corto, en forma de luz, ruido, deformaciones materiales etc., es decir: en forma de energía cinética. Hé aquí la descarga disruptiva.

En lugar de aumentar la diferencia de potencial, disminuyamos la densidad del medio interpuesto entre A y B haciendo la presión del gas inferior a la presión atmosférica y conservando constante la temperatura, lo que equivale a aumentar la movilidad molecular. Entonces notamos que el gas no sufre la ruptura violenta anotada anteriormente, sino que se agrieta, por decirlo así, penetrando dentro de su masa innumerables filamentos luminosos, sinuosos y ramificados que indican rupturas eléctricas numerosas, que se tornan en una penetración íntima cuando la densidad del gas disminuye aún más, y a la descarga por ramificaciones y derivaciones múltiples, sucede el fenómeno del effluvio. Continuando el enrarecimiento del

gas considerado se llega a los fenómenos de las estratificaciones luminosas de los tubos de Geissler, y haciendo el vacío hasta llegar sólo a una presión interna de cerca de un cien milésimo de la presión atmosférica, al fenómeno que Crookes designó con el nombre de *rayos catódicos*, por haber observado en este caso una descarga especial que partía del *cátodo*, o electrodo negativo, es decir: de la superficie *B* de la figura.

Hasta aquí todos estos fenómenos distintos se han verificado: 1.º Porque existe la diferencia potencial $V_a - V_b$ que no es sino un estado mecánico del sistema; 2.º Porque se ha ido cambiando la naturaleza del dieléctrico interpuesto, su *poder inductor específico*, su *elasticidad eléctrica*, por decirlo así, y 3.º Porque este cambio supone cambio de movilidad molecular.

Los fenómenos de la descarga del condensador, de la descarga residual, de la descarga oscilante, la propia determinación física de los poderes inductores específicos, la experiencia concluyente de la botella de Franklin y hasta los fenómenos ópticos de los tubos de Geissler tienen mayor peso para atribuir al medio interpuesto entre las superficies de nivel, la causa determinante de estos mismos fenómenos, que para explicarlos por medio de la hipótesis de cargas individuales en centros de fuerza, dotados de masa material que se transporta de *A* hacia *B* o de *B* hacia *A*.

Intentemos una explicación de lo que ocurre en los tubos de Crookes, exponiendo primero brevemente la hipótesis de Grotthus, para refrescar las ideas y hacer notar la diferencia que hay entre un electrolito y un gas respecto de la acción de un campo eléctrico.



Dentro de un electrolito (líquido descomponible) colocamos dos placas metálicas entre las cuales se establece una diferencia de potencial. La placa *A* es el ánodo y la *B* el cátodo. Una molécula polarizada se orientará de manera que su carga eléctrica positiva (+*m*) se dirige hacia el *cátodo* y la (-*m*) negativa hacia el *ánodo*. Para explicar la polarización basta estudiar un conductor aislado en un campo de fuerza y aplicar el teorema de las superficies correspondientes, que dice cómo la continuidad del flujo a lo largo de un tubo de fuerza corresponde exactamente a la presencia de cargas o masas eléctricas + y - en los extremos del tubo, sobre las superficies de discontinuidad de este conductor y de los que dan lugar al campo. La figura 14 indica cómo se polariza el conductor *C*.

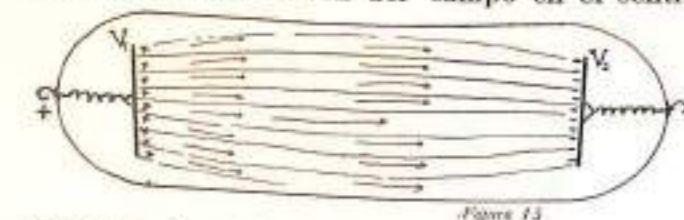
Ahora bien, cada molécula del electrolito se constituye en un elemento material polarizado, de suerte que se forma una fila de moléculas orientadas tal como la de la figura 13 para dar lugar a masas eléctricas libres en los extremos, sobre

A y *B*. En la hipótesis de Grotthus el *anión*, o parte electro-negativa de la molécula del cuerpo compuesto, se dirige hacia el *ánodo* y el *catión*, o porción electropositiva hacia el *cátodo*. En el extremo de la fila, sobre las superficies *A* y *B* quedan en libertad el anión y el catión. Esta es la síntesis de la teoría antigua de la electrolisis.

Cuando nos referimos a un líquido suponemos sus moléculas dotadas sólo de la movilidad necesaria para que cambien fácilmente su posición relativa y se orienten de acuerdo con la hipótesis de Grotthus; cuando pensamos en un gas dotamos sus moléculas de movimientos rectilíneos según la teoría cinética, por cuanto un gas tiene fuerza expansiva cuando su estado térmico *T* es diferente de cero.

Coloquemos dentro de una ampolla de vidrio las dos superficies *A* y *B* entre las cuales existe una diferencia de potencial *V*. A una presión *p* interna corresponderá un número *n* de percusiones sobre la unidad de superficie, por cuanto el gas tiene una temperatura distinta de cero; y una molécula chocará y rebotará según las leyes de reflexión elástica, sobre las paredes del tubo o sobre las superficies *A* y *B* cargándose allí de masas eléctricas positivas o negativas. Por acción del campo eléctrico se polarizará en un punto determinado de su trayectoria. Entonces queda sujeta a la acción del campo y se orientará como en la hipótesis de Grotthus, combinándose esta acción con la cantidad de movimiento de que está animada para cambiar su dirección o para anular tal movimiento. Esto último puede suceder más frecuentemente que el que continúe en movimiento dentro del campo, pues siendo muy grande el número de moléculas es muy grande también el número de choques individuales que contribuyen a este efecto.

En cambio, si del tubo sacamos materia enrareciendo el gas, la movilidad de las moléculas aumenta y puede no presentarse ya la polarización como la explica Faraday (*). Una molécula, sin chocar con ninguna otra, puede llegar sobre la superficie *A* donde toma una carga +*m*. Rebota sobre esta superficie y está sujeta a la acción del campo en el sentido de las líneas de fuerza. Si llega su trayectoria a llevarla



sobre *B* cambia su carga allí y regresa ya mejor orientada de *B* hacia *A*. ¿Puede en estos momentos llegar a adquirir, por ser completamente elástica, y por tener la fuerza eléctrica un valor muy grande sobre las superficies conductoras *A* y *B* una gran velocidad? ¿Es muy considerable la velocidad molecular en la teoría cinética de los gases? ¿Son estas velocidades comparables a la de la corriente eléctrica a lo largo de un conductor?

La respuesta afirmativa o negativa a estas preguntas envuelve el conjunto de esta explicación, que es tan gratuita como otra cualquiera, pues si hay un momento en que esta velocidad llega a la de la corriente en un conductor (desalojamiento continuo de Maxwell) las moléculas que se mueven del ánodo hacia el cátodo en carga positiva (+*m*) forman una corriente eléctrica y engendran un campo magnético, lo mismo que las que se mueven del cátodo hacia el ánodo en carga (-) negativa. Ahora bien, las acciones magnéticas de dos corrientes en el mismo sentido son repulsivas. Como no se puede concebir una corriente eléctrica de un potencial menor hacia otro mayor, prevalece la continuidad del movimiento de las moléculas cargadas positivamente del ánodo hacia el cátodo, en tanto que las moléculas cargadas negativamente, que parten del cátodo, no llegan al ánodo.

En esta hipótesis las moléculas tienen masa material, como iones de carga eléctrica individual y están animadas de velocidades comparables a la de la corriente eléctrica y, hasta cierto punto, se manejan como

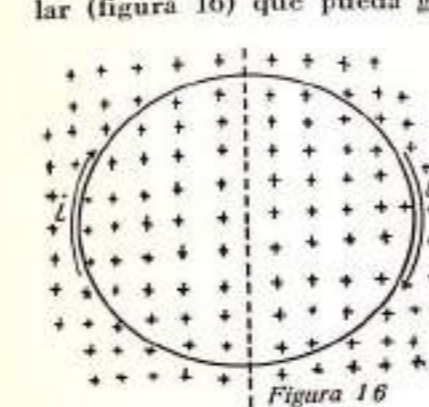
(*) Estas moléculas se pueden considerar como verdaderos iones.

los electrones. La ventaja reside para ella en que tales moléculas son porciones individuales de materia que se conciben necesariamente por el espíritu, el cual las dota de impenetrabilidad, y que, sin hacer intervenir explicaciones sobre la naturaleza de la electricidad, se cargan eléctricamente, de acuerdo con las leyes mecánicas expuestas atrás.

Deducción clásica de la f.e.m. de inducción.

El principio de la equivalencia entre una hojilla magnética y un circuito eléctrico, visto atrás, permite hallar la expresión de la energía de una corriente eléctrica colocada en un campo magnético. Según vimos la energía de posición de una hojilla magnética de potencia *P* puesta en un campo magnético es: $W = P\Phi$ expresión en donde Φ es el flujo de fuerza del campo que llega por la cara norte de la hojilla. Como se vio, también atrás, una corriente que circula en un circuito cerrado equivale a una hojilla magnética simple de potencia $P = i$. Por consiguiente, la energía de una corriente colocada en un campo magnético se expresa por la relación $W = \Phi i$ en donde Φ es el flujo de inducción debido al campo que atraviesa el circuito en la dirección opuesta a la del flujo producido por la corriente, tomando como dirección positiva del flujo, dentro del circuito, la dirección del flujo producido por la misma corriente. Con esta consideración se deberá tener a Φ como un flujo negativo, de tal manera que indicando con $\varphi = -\Phi$ el flujo concatenado en la dirección positiva, la expresión de la energía de una corriente en un campo magnético es $W = -i\varphi$.

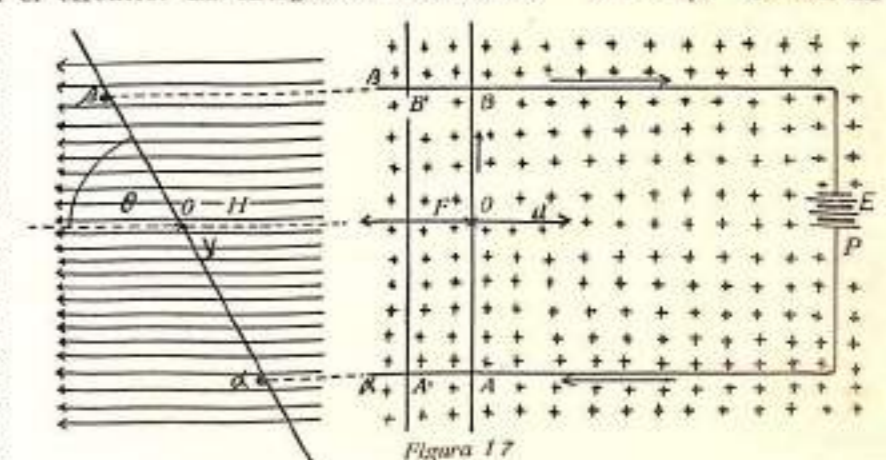
Si con un desalojamiento de la corriente *i* o con una variación del campo magnético producida por medio de una variación de masas magnéticas o de la corriente que lo engendra, se hace pasar el flujo concatenado del valor φ_1 al valor φ_2 las fuerzas que el campo ejerce sobre la corriente ejecutan un trabajo $L = -i(\varphi_1 - \varphi_2) = i(\varphi_2 - \varphi_1)$; el cual es positivo o negativo, o sea un trabajo producido por el sistema, o suministrado del exterior del sistema, según que φ_2 es mayor que φ_1 o según que la energía del sistema disminuya o aumente. Si en el sistema se encuentran porciones móviles, éstas, en virtud de las fuerzas que sobre ellas obran, se desalojan de manera de producir un trabajo positivo, o sea, de modo de disminuir la energía del sistema. Así, es posición de equilibrio estable aquella en la cual el flujo φ tiene el valor máximo. Así, por ejemplo, si en un campo magnético uniforme se tiene una corriente circular (figura 16) que pueda girar libremente en torno de un eje normal a la dirección del campo, el circular



to gira hasta ponerse en un plano perpendicular a las líneas de fuerza, de modo que éstas lo atraviesen en la dirección positiva; como se indica en la figura, en la cual se supone que las líneas de fuerza magnética van de adelante hacia atrás del plano de la figura. En este ejemplo la posición del circuito que corresponde a un ángulo de 180° con la anterior es aquella para la cual φ es mínimo, y es posición de equilibrio inestable.

Veamos lo que ocurre en un circuito deformable, calculando la fuerza que un campo magnético ejerce sobre una porción dada de corriente, imaginando en un campo uniforme, un circuito fijo e invariable, con una porción de él, rectilínea móvil.

Sean dos conductores paralelos α y β sobre los cuales se puede deslizar un conductor rectilíneo γ . Una pila *P* de fuerza electromotriz *E* mantiene en este circuito una corriente de intensidad *i* constante, en la dirección de la flecha. Para mayor generalidad supongamos que el plano del circuito no sea normal al campo (figura 17) es decir, supongamos que las líneas de fuerza magnética *H* normales al plano de la figura, de adelante hacia atrás, hagan un ángulo θ con la dirección del conductor móvil. Para una posición del conductor γ corresponde un flujo φ concatenado con el circuito. La energía del sistema es: $W = -i\varphi$. Si con un desalojamiento del conductor γ se produce una variación del flujo, se desarrolla o se gasta un trabajo, por este motivo: el campo ejerce, pues, sobre el conductor fuerzas a las cuales se debe este trabajo. Si el hilo γ permaneciendo en contacto con los conductores α y β gira alrededor del punto medio *O* de la porción *AB* no varía el número de líneas de fuerza concatenadas γ , por consiguiente, ni se produce ni se consume trabajo; las fuerzas que el campo ejerce sobre el conductor γ admiten, pues, una resultante *F* aplicada en el punto *O*. El trabajo se conserva nulo si manteniendo siempre el contacto eléctrico con α y β se desliza el conductor γ en la dirección de las líneas de fuerza o paralelamente a ellas; la fuerza es, pues, normal al plano *iH* determinado por la dirección de la corriente y la dirección del campo.



Si se da al conductor γ un desalojamiento z paralelamente a sí mismo en la dirección *F* normal al plano *iH* de la posición *AB* a la posición *A'B'* el flujo concatenado crece del valor φ_1 al valor φ_2 y se produce un trabajo positivo $Fz = (\varphi_2 - \varphi_1)i$. Por tanto, la dirección y el sentido de la fuerza son los indicados por la flecha *F*. Calculemos su intensidad.

La variación del flujo corresponde al producto de la intensidad *H* del campo por la proyección *A'B'AB* del área engendrada, sobre el plano normal a *H*. Por consiguiente, llamando *l* la longitud efectiva del conductor γ comprendida entre los puntos α y β de contacto, se tiene: $(\varphi_2 - \varphi_1) = Hlz \sin \theta$.

Sustituyendo en la ecuación presente sacamos: $F = iH \sin \theta$. Por tanto la fuerza sobre la unidad de longitud del conductor es: $f = iH \sin \theta$. De esto deducimos: -Un campo magnético uniforme (figura 18) ejerce sobre un conductor rectilíneo, recorrido por una corriente, fuerzas normales a la dirección del campo y a la dirección de la corriente. Si imaginamos el sacacorchos de Maxwell colocado en *O* la dirección de la fuerza es aquella en la cual avanza el sacacorchos, cuando el mango se hace girar de manera que *i* se aproxima a *H* como se indica en la figura-.

Cuando la corriente no es rectilínea o cuando el campo no es uniforme, se puede por medio de la relación $f = iH \operatorname{sen} \theta$ calcular la fuerza que sobre la corriente ejerce dividiéndola en las porciones suficientes para que se cumplan las condiciones dichas; cosa que se puede extender a las corrientes elementales. Si se considera un elemento dl en un circuito recorrido por una corriente i podemos admitir que en la

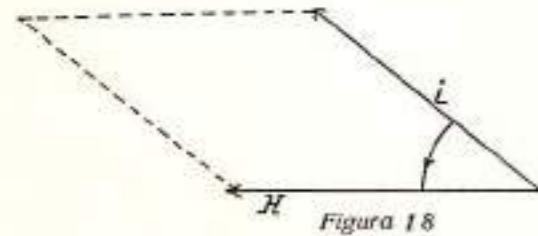


Figura 18

región infinitésima en donde está situado el elemento, la intensidad H del campo es uniforme; por consiguiente la fuerza df que el campo ejerce sobre el elemento de corriente es: $df = iHdl \operatorname{sen} \theta$. Como se ve, con esta relación, en todo caso, se reduce el problema a una simple integración.

Consideremos el caso del campo producido por una sola masa magnética. Sea un elemento AB de corriente, de longitud dl y situado a una distancia r del punto M en donde se encuentra la masa $+m$ que produce el campo. La intensidad H donde se encuentra el elemento dl es: $H = \frac{m}{r^2}$. La fuerza que se ejerce sobre

ese elemento es, pues: $df = \frac{mi dl}{r^2} \operatorname{sen} \theta$ Expresión que no es otra distinta de la (a) de la página 108.

Nota.—En (a) hicimos también a K' igual a la unidad por ser un coeficiente numérico independiente de las circunstancias físicas del fenómeno.

La fuerza df se ejerce normalmente al plano MAB . Si $\theta = 90^\circ$ la fuerza tiene el valor máximo $df = \frac{mi dl}{r^2}$

En el caso particular en que consideramos una masa $+m$ (figura 19) colocada en el centro de una corriente circular i con la dirección indicada en la figura, se tiene para cada elemento l $\theta = 90^\circ$; por consiguiente, la fuerza que el campo ejerce sobre una porción de circuito de longitud l es: $F = \frac{mi l}{r^2}$ y está dirigida de atrás hacia adelante del plano de la figura. La fuerza que la porción l de circuito ejerce sobre la masa m es igual y opuesta, naturalmente, a la que la masa ejerce sobre la corriente, y está dirigida a la izquierda de un observador que mire hacia la masa m . Si consideramos la circunferencia entera la fuerza tiene el valor $F = 2\pi \frac{mi}{r}$.

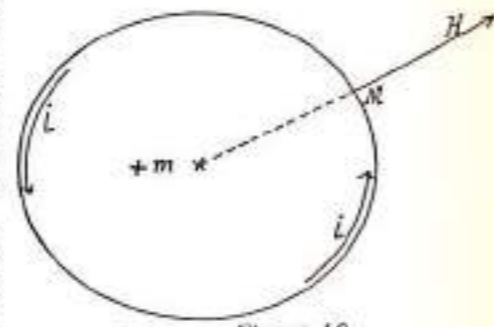


Figura 19

Según lo acabamos de ver, una corriente colocada en un campo magnético representa una energía, de donde pensamos que una variación cualquiera de ese sistema produce una variación de energía, deduciendo así un nuevo procedimiento para producir o gastar trabajo por medio de una corriente. Del principio general que aplicamos en la página 109 para deducir la (4), podemos concluir que de la definición de potencial y como una consecuencia de la ley de Ohm, se puede prever que siempre que se presenta un trabajo con una variación cualquiera en el sistema de un campo magnético y de una corriente eléctrica, el circuito de la corriente deberá ser sitio de una fuerza electromotriz.

Volvamos al sistema de la figura 17, constituido por un campo magnético uniforme y por un circuito con una porción móvil rectilínea γ . Si gastando un trabajo obligamos al hilo a moverse en el sentido u opuesto al de la fuerza F que sobre la corriente ejerce el campo, el hilo γ deberá ser asiento de una $f.e.m.$ dirigida en el sentido de la corriente i . Será, por el contrario, asiento de una $f.e.m.$ opuesta si dejamos al hilo en libertad de moverse en el sentido de la fuerza F . Siendo de notar que estos hechos se comprueban experimentalmente de la manera más rigurosa, porque la lógica nos obliga a razonar de esa manera y en el encadenamiento de los hechos físicos existe siempre la lógica que liga, en los fenómenos, la causa con el efecto.

Entre el trabajo W suministrado del exterior en la unidad de tiempo, la unidad i de la corriente y la $f.e.m.$ producida e (tomada como positiva en la dirección de i), existe la relación ya conocida: $W = ei$. Pero en el caso que estudiamos, la energía del sistema es $W = -i\varphi$. Ahora, si en el tiempo t el flujo sufre un incremento φ el trabajo ejecutado es $-i d\varphi$ (en el tiempo dt). Por consiguiente, en la unidad de tiempo, este trabajo suministrado de fuera, es: $W = -i \frac{d\varphi}{dt}$. Pero como $e = \frac{W}{i}$ se deduce que $e = -\frac{d\varphi}{dt}$. Esto quiere decir que la $f.e.m.$ considerada como positiva en la dirección de la corriente, es igual a la disminución que sufre, en la unidad de tiempo, el número de líneas de flujo magnético concatenadas con el circuito, de acuerdo con el concepto geométrico que nos permitió deducir lo mismo anteriormente, por otro camino más directo.

Por la importante expresión: $e = -\frac{d\varphi}{dt}$ (1) se ve que la $f.e.m.$ inducida es independiente de la intensidad de la corriente primaria, y debe, por tanto, ser la misma cualquiera que sea el valor de la corriente en el circuito. Si esto es cierto, es decir, si los hechos están de acuerdo con la lógica a que aludimos atrás, se deberá desarrollar una $f.e.m.$ siempre que exista una variación del flujo concatenado, aunque no haya corriente en el circuito.

La relación (1) que rige los fenómenos de inducción electromagnética y que se ha deducido teóricamente, se comprueba por la experiencia de modo exacto, pudiéndose sacar de la figura 17 la regla práctica conocida, para hallar la dirección de la fuerza electromotriz inducida cuando se conoce la dirección del campo en el sentido en que el flujo magnético concatenado disminuye.

En el caso sencillo que hemos visto, de un conductor γ rectilíneo, el campo magnético uniforme ejerce fuerzas que tienen la dirección F o la dirección u opuesta (figura 17) según que la corriente que lo recorre tiene la dirección i o la dirección opuesta; ahora, si el conductor se mueve en el sentido de F la corriente inducida tiene la dirección opuesta a i . Tiene, por el contrario, la dirección de i cuando se hace mover el conductor en el sentido de u . En ambos casos el campo magnético ejer-

ce sobre la corriente inducida fuerzas que se oponen al movimiento que la produce. La ley de Lenz, basada sobre el principio de la conservación de la energía, dice: "Sobre la corriente que en un circuito cerrado se desarrolla, mediante el movimiento de cualquiera de sus partes, el campo inductor ejerce fuerzas que se oponen al mismo movimiento".

Evidentemente, en las deducciones hechas se encuentra un espíritu lógico con la inapreciable ventaja de que para hacerlas no se ha recurrido a ninguna hipótesis referente a la naturaleza íntima de la electricidad o del magnetismo. En este caso, en el establecimiento de las relaciones entre las variaciones del desalojamiento magnético y la $f.e.m.$ inducida y el desalojamiento eléctrico y el campo magnético producido, la Física experimental se encuentra ante un procedimiento tan lógico como el que condujo al establecimiento de los fundamentos de la Termodinámica.

Hay que observar, para confirmación de estos puntos de vista, que la relación $e = -\frac{d\varphi}{dt}$ es general y que la $f.e.m.$ inducida depende exclusivamente de las variaciones del flujo magnético concatenado con el circuito, y no de la manera como esa variación se produce. Las variaciones del flujo se pueden obtener con el movimiento del circuito eléctrico, con desplazamiento del campo magnético, con una variación de la permeabilidad magnética del medio en el cual existe el campo, o, en fin, con una variación de la causa que produce este campo; y de cualquier manera como se produzca la variación del flujo φ , por consiguiente, del desalojamiento magnético concatenado con el circuito, se engendra en éste una $f.e.m.$ inducida $e = -\frac{d\varphi}{dt}$ siendo $\varphi = f(t)$.

De todo lo dicho deducimos que en electromagnetismo tenemos que considerar dos categorías de fenómenos: un desalojamiento magnético (*) producido por medio de una variación del desalojamiento eléctrico, y un desalojamiento eléctrico producido por medio de una variación del desalojamiento magnético. Para la primera categoría hallamos la relación:

$$\int H_i dl = 4\pi \sum Ni \quad \text{y para la segunda:} \quad e = -\frac{d\varphi}{dt}$$

Corrientes inducidas por variaciones de corrientes y corriente variable en un circuito con capacidad e inductancia conocidas.

Evidentemente, un caso que merece especial estudio es aquel en que el campo magnético inductor es producido por una corriente eléctrica; una variación de esta corriente produce una variación en la intensidad del campo y en el flujo concatenado con el circuito inducido, y, por consiguiente, desarrolla en éste una $f.e.m.$ de inducción. Consideremos el caso sencillo de la figura 20. Sean dos circuitos cerrados A y B colocados en un medio de permeabilidad constante. Si en el circuito A circula una corriente i_a en el sentido de la flecha, dentro de él pasará cierto número de líneas de inducción, en la dirección φ_a y que se cierran al exterior del circuito. De estas líneas algunas pasarán por el circuito B . El valor del flujo φ_b que la corriente i_a produce dentro del circuito B depende únicamente de la intensidad de la corriente i_a y de la posición y dimensiones de los circuitos (supuesta constante la permeabilidad del medio); podemos, pues, poner: $\varphi_b = Mi_a$. En donde M es una constante que sólo depende de las condiciones geométricas del sistema considerado.

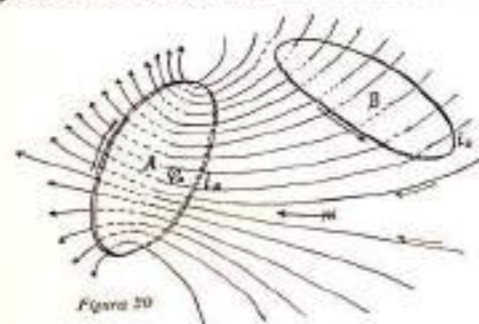


Figura 20

Análogamente, una corriente i_b en el circuito B produce un flujo magnético, del cual una porción φ_a pasa por entre el circuito A . Si M' es una constante que igualmente sólo dependa de las condiciones geométricas del sistema, podemos poner también: $\varphi_a = M'i_b$.

Ahora, supongamos que las corrientes i_a e i_b coexisten en los dos circuitos. Este sistema representa una cierta energía, cuyo valor podemos encontrar considerando la corriente i_a como colocada en el campo engendrado por la corriente i_b o, también, la corriente i_b colocada en el campo engendrado por la corriente i_a . En el primer caso la energía es: $W = -\varphi_a i_a = M' i_b i_a$. En el segundo: $W = -\varphi_b i_b = -M i_a i_b$. Igualando las dos expresiones de la energía del sistema se saca: $M = M'$ y, por consiguiente,

$$\varphi_a = Mi_b \quad \therefore \quad \varphi_b = Mi_a$$

Consideremos el circuito A como inductor y el circuito B como inducido; si se produce una variación en la corriente i_a varía el flujo φ_b y se engendra en el circuito B una $f.e.m.$

$$e_b = -\frac{d\varphi_b}{dt} = -M \frac{di_a}{dt}$$

De modo análogo si consideramos el circuito B como inductor y el circuito A como inducido, a causa de una variación en la corriente i_b se produce en A una $f.e.m.$

$$e_a = -\frac{d\varphi_a}{dt} = -M \frac{di_b}{dt}$$

Resulta, pues, que cuando se tiene un medio de permeabilidad constante, la $f.e.m.$ inducida en el circuito considerado depende sólo de la variación de la intensidad de la corriente en el otro circuito. El factor M que es una constante para los dos circuitos dados, es el mismo, cualquiera que sea el de los dos el que se toma como inducido o como inductor, y se llama "coeficiente de inducción mutua de los dos circuitos".

Del coeficiente de inducción mutua se pueden dar dos definiciones. Podemos definir a M partiendo de la consideración de los flujos, o mejor, de la $f.e.m.$ inducida. Si en $\varphi_b = Mi_a$ \therefore $\varphi_a = Mi_b$ hacemos $i_b = 1$ \therefore $i_a = 1$ se saca $\varphi_a = M$ \therefore $\varphi_b = M$. Se puede, por tanto, decir: El coeficiente de inducción

(*) Damos a la palabra desalojamiento el alcance y el significado que quiso darle Maxwell en su teoría electromagnética de la luz.

mutua de los circuitos es en valor absoluto igual a la *f.e.m.* de inducción que se produce en uno cualquiera de ellos cuando en el otro la intensidad de la corriente varía en una unidad en la unidad de tiempo. El valor de *M* varía al variar la forma y la posición respectiva de los dos circuitos.

Mantengamos fijo e invariable uno de ellos, por ejemplo *A*, y hagamos variables y de una manera continua, la forma y la posición de *B*. Entonces, *M* varía de un modo continuo, porque varía continuamente el flujo a través de *B* producido por la corriente en *A*. Si en todas las variaciones posibles y sucesivas *B* tiende a aproximarse a la forma y a la posición de *A* para coincidir con ese circuito al fin, *M* toma una serie de valores bien determinados, y, en el límite, tiende hacia un valor definido dependiente sólo de la forma y posición del circuito *A*.

Este valor límite que llamamos *L_s* es el «coeficiente de inducción del circuito sobre sí mismo», o mejor, «el coeficiente de inducción propia o autoinducción» y se llama *inductancia*.

Haciendo uso de tal coeficiente, el flujo de inducción que una corriente *i* produce en su propio circuito, es: $\varphi = L_s i$. Si la corriente *i* varía, varía el flujo φ y entonces se produce en el circuito una *f.e.m.* que tiene la misma dirección de la corriente si su intensidad disminuye, y tiene dirección opuesta si la intensidad crece.

Estos hechos, que se deducen por simple lógica, de consideraciones geométricas elementales y teniendo sólo en cuenta principios generales de la Mecánica, se comprueban a diario por la experiencia en todas las aplicaciones industriales que se hace de ellos, para demostrar un proceso que está de acuerdo con los fenómenos sin introducirse en la naturaleza íntima de los tales, mediante hipótesis, más o menos discutibles.

Naturalmente, lo dicho hasta aquí se refiere al caso en que la permeabilidad del medio (aire, por ejemplo) sea: $\mu = 1$. Cuando la permeabilidad es variable los coeficientes de inducción no sólo dependen de magnitudes geométricas, sino de la intensidad de la corriente inductriz; así, si el medio presenta histéresis ellos dependen no sólo de los valores actuales de la corriente sino de sus valores precedentes. Así, en la definición del coeficiente de *selfinducción*, se sobreentiende que *M* y *L_s* son magnitudes variables, por las cuales se debe multiplicar la variación de la corriente inductiva, referida a la unidad de tiempo, para obtener la *f.e.m.* de inducción, en el caso de que la permeabilidad del medio no sea constante.

Las anteriores consideraciones fueron las que nos permitieron escribir en la página 110, al definir el flujo de inducción de un circuito sobre sí mismo, debido a la corriente *i*: $\Phi_i = L_s i$. Indicando con *L_s* el coeficiente de *selfinducción* que acabamos de definir.

Ahora, para completar las ideas expuestas en la página 111, con el propósito de establecer brevemente la condición de resonancia para un circuito recorrido por una corriente periódica, introduzcamos en este circuito, de resistencia óhmica *R* una capacidad, en serie *C*.

Consideremos ese circuito en el cual se intercala un condensador *AB* de capacidad *C*. Tenemos en él:

$$e_{AB} + V_A - V_B = RI \quad \text{Pero como} \quad e_{AB} = E_0 \text{ sen } \omega t \quad \text{y} \quad V_A - V_B = -e \quad \text{ó} \quad e = V_B - V_A$$

se tendrá: $E \text{ sen } \omega t = e + RI$.

Si la intensidad *I* de la corriente fuera constante la cantidad de electricidad que se acumularía, por decirlo así, en el condensador dicho, en la unidad de tiempo sería *I* y en *dt* esta cantidad sería $dQ = I dt$. Ahora, bien, el aumento de la diferencia de potencial $V_B - V_A$ por esta causa será: $d(V_B - V_A) = \frac{dQ}{C}$

y, por tanto: $dQ = C d(V_B - V_A) = C de$ lo que da: $C \frac{de}{dt} = I \quad e = \frac{1}{C} \int I dt$.

Por tanto: $E \text{ sen } \omega t = \frac{1}{C} \int I dt + RI$.

Pongamos

$$RI = E_0 \text{ sen } (\omega t - \alpha') \quad \therefore \quad I = \frac{E_0}{R} \text{ sen } (\omega t - \alpha') \quad \therefore \quad \int I dt = + \frac{E_0}{R} \int \text{sen } (\omega t - \alpha') dt = - \frac{E_0}{\omega R} \cos (\omega t - \alpha')$$

Por tanto: $E \text{ sen } \omega t = E_0 \text{ sen } (\omega t - \alpha') - \frac{E_0}{C\omega R} \cos (\omega t - \alpha') \quad (A)$

$$E \text{ sen } \omega t = E_0 \left[\text{sen } \omega t \cos \alpha' - \cos \omega t \text{ sen } \alpha' - \frac{1}{C\omega R} \cos \omega t \cos \alpha' - \frac{1}{C\omega R} \text{sen } \omega t \text{ sen } \alpha' \right]$$

o sea: $E \text{ sen } \omega t = E_0 \left[\left(\cos \alpha' - \frac{1}{C\omega R} \text{sen } \alpha' \right) \text{sen } \omega t - \left(\text{sen } \alpha' + \frac{1}{C\omega R} \cos \alpha' \right) \cos \omega t \right]$

Para que esta ecuación se verifique cuando $t = 0$ se deberá tener:

$$\text{sen } \alpha' + \frac{1}{C\omega R} \cos \alpha' = 0 \quad \text{De donde:} \quad \text{tang } \alpha' = \frac{1}{C\omega R}$$

Luego $E \text{ sen } \omega t = E_0 \cos \alpha' \left[1 + \left(\frac{1}{C\omega R} \right)^2 \right] \text{sen } \omega t$

Análogamente a como se hizo en la página 111, podría concluirse que en la expresión de la reactancia a causa de la capacidad *C* se introduce un término $\frac{1}{C\omega}$ de signo contrario al término *L ω* debido a la inductancia.

Tratando el asunto vectorialmente (método de Ferraris) se vería que tanto la inductancia como la capacidad, introducen en el circuito una reactancia, pero en tanto que la inductancia produce un retardo de faz de la intensidad de la corriente respecto de la *f.e.m.*, la capacidad produce una precedencia de faz, y su efecto se opone al efecto de la inductancia. La reactancia de un circuito coincide con la resistencia inductiva o impedancia, sólo cuando $C = \infty$; es decir, sólo cuando en el condensador *AB* considerado atrás, se puede producir un desalojamiento continuo con una diferencia de potencial finita, y este es el caso de un circuito metálico cerrado.

Según sean los valores de la capacidad y de la inductancia de un circuito recorrido por una corriente periódica alterna, se pueden presentar tres casos:

$$1.^\circ: \frac{1}{C\omega} < L\omega \quad \therefore \quad 2.^\circ: \frac{1}{C\omega} > L\omega \quad \therefore \quad 3.^\circ: \frac{1}{C\omega} = L\omega \quad \text{o sea} \quad LC\omega^2 = 1 \quad (a)$$

En este último caso, como se demuestra vectorialmente, no se presenta diferencia entre la *f.e.m.* y la corriente; la resistencia aparente tiene el valor mínimo posible, y, por tanto, la intensidad de la corriente tiene un valor máximo para una *f.e.m.* dada, o, lo que es lo mismo, la *f.e.m.* es mínima para una intensidad dada de corriente. El mismo efecto se obtendría en un circuito que tuviese la misma resistencia óhmica, pero falta de reactancia; pues en este caso los efectos de la inductancia y de la capacidad se neutralizan.

En un circuito dado, cualquiera que sean los valores de *L* y de *C* se podrá siempre obtener los efectos que acabamos de considerar, con tal que la frecuencia *n* de la corriente $\left[n = \frac{\omega}{2\pi} \right]$ sea tal que se satisfaga la ecuación (a): $4\pi^2 n^2 LC = 1$ o sea que se tenga:

$$n = \frac{1}{2\pi} \times \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \text{o también, siendo } T \text{ el período:} \quad T = 2\pi \sqrt{LC} \quad (b)$$

Desde luego se ve que un circuito que presenta una resistencia óhmica pequeñísima, recorrido por una corriente alternativa, si satisface a la relación (b) puede ser recorrido por esa corriente de gran intensidad, aunque sea muy pequeña la *f.e.m.* que obra sobre él. Es ésta la condición de resonancia, fundamental en el estudio de las oscilaciones eléctricas y en su propagación, de acuerdo con las ecuaciones de Maxwell, en donde se prescinde de toda consideración íntima de los fenómenos electromagnéticos para llegar a la teoría electromagnética de la propagación de la luz.

Objeciones a la teoría electrónica.

Con la demostración de que la descarga de un condensador es una corriente oscilante de enorme frecuencia, cuyo período se determina por la relación: $T = 2\pi \sqrt{LC}$ en donde *C* es la capacidad del condensador y *L* la *selfinducción* del hilo que conecta las dos armaduras del mismo, pudo llegarse, con Hertz, al establecimiento experimental de las ondas electromagnéticas que comprobaron, hasta cierto punto, la teoría electromagnética de la propagación de la luz, expresión última de la escuela energética. Es por eso que en esta exposición, brevemente hemos desarrollado el proceso mecánico que desde el establecimiento que en esta exposición, brevemente hemos desarrollado el proceso mecánico que desde el establecimiento que en esta exposición, brevemente hemos desarrollado el proceso mecánico que desde el establecimiento hasta el posible establecimiento de la técnica moderna en las ondas hertzianas. Y para hacer más general esta conclusión hemos hecho uso de dos caminos que conducen al mismo fin, por vía de ejemplo: la demostración geométrica de Ferraris y la deducción directa; siendo claro que los procedimientos para llegar a este resultado, pueden ser múltiples, sin presentar originalidad alguna, por cuanto el tema está ya completamente agotado.

Mas, al insistir en que en el principio de equivalencia reside el fundamento de las discrepancias y contradicciones posteriores, en que ha caído la escuela electrónica al abandonar las antiguas ideas de Maxwell, se pretende insinuar tímidamente que ningún hecho experimental directo ha permitido, hasta ahora, demostrar que una masa eléctrica en movimiento equivalga a un elemento de corriente y produzca un campo magnético.

Porque la experiencia de H. A. Rowland, por la cual se pretendió probar que una carga electrostática en movimiento produce un campo magnético, como lo hace una corriente eléctrica en un conductor, merece una crítica severa. En efecto, en esta experiencia en la cual dos discos paralelos forman un condensador (con cargas + y -), se hacía girar uno de estos discos a gran velocidad, permaneciendo el otro en reposo. Rowland y posteriormente Hutchinson, Pender, Eichenwald y Adams han creído que se producía un campo magnético debido al disco giratorio, campo cuya acción se media por medio de una aguja magnética suspendida en su vecindad; pero nunca se ha parado mientes en la circunstancia de que la aguja dicha crea, en primer término, un campo magnético, que bien pudiera ser capaz de engendrar en el disco en movimiento corrientes de Foucault. ¿No pudieran ser estas corrientes la causa del campo magnético que influencia, recíprocamente, a la aguja de la experiencia de Rowland?

Además, esta experiencia constituiría una contradicción flagrante con la del condensador desarmable, que es clásica y se puede verificar por cualquiera, en cualquier momento, por cuanto la carga eléctrica en ese condensador de una armadura giratoria, constituye un estado especial que reside en el dieléctrico que separa las armaduras y que se encuentra en reposo, con respecto a la aguja magnética dicha.

En los principios mecánicos puestos en juego para establecer toda la teoría energética la técnica se ha bastado, hasta ahora, para el cálculo de todos los aparatos de la industria que se basan en dichos principios y en las leyes fundamentales de Ampère, de suerte que las consideraciones posteriores que han dado lugar al establecimiento de la teoría electrónica no pueden hechar por tierra esos fundamentos, de modo definitivo, sino cuando haya una cantidad de hechos experimentales comprobados y enlazados con una teoría satisfactoria que sustituya, sin contradicciones, al andamiaje de admirable unidad de la escuela energética.

Para explicar los fenómenos que se estudiaron por Thomson en los tubos de Crookes, en la página 116 de este estudio hemos dado una hipótesis cualquiera, que puede no tener fundamento, pero que no repugna al espíritu con contradicciones ni peticiones de principio, porque es propósito de quienes piden una

tregua en la lluvia de hipótesis y teorías con que actualmente se asaltan por todas partes los dominios de la Física, demostrar que en idear hipótesis hay facilidad relativa, pero que ello es inútil, si la imaginación no se respalda con hechos lógicos y universalmente concadenados.

Y no se pretenda que una teoría científica ha de ser verdadera porque ella explique hechos determinados, dejando en la oscuridad fenómenos tal vez de mayor importancia, por cuanto lo que hoy demanda la Física es el establecimiento del vínculo definitivo y universal que ligue de modo absoluto los fenómenos todos del magnetismo y de la electricidad.

Hoy día fuera de la teoría electrónica aún se encuentran los siguientes hechos:

1.º El fenómeno descubierto por Hall y que consiste en que si se coloca un conductor atravesado por una corriente en un campo magnético perpendicular a ese corriente se produce una *f. e. m.* en el conductor en el sentido perpendicular al campo magnético y a la corriente;

2.º El efecto Ettinghausen que acompaña al fenómeno anotado, con su secuencia inmediata de que un campo magnético altera la resistencia óhmica de un conductor metálico, proporcionalmente al cuadrado de la intensidad del campo;

3.º El efecto llamado de Nernst por el cual se produce una *f. e. m.* en un conductor colocado transversalmente en un campo magnético, cuando una corriente térmica se propaga a lo largo de ese conductor;

4.º El hecho capital de que la carga de un condensador reside en el dieléctrico que separa las armaduras, y que éstas, al separarse, no llevan consigo manifestación alguna de masas eléctricas;

5.º La verificación de la descarga residual en un condensador, juntamente con el proceso experimental que conduce a la determinación de los poderes inductores específicos;

6.º Los fenómenos debidos a la piroelectricidad que Kelvin explicó suponiendo que las moléculas de los cristales piezoeléctricos contienen cargas eléctricas positivas y negativas iguales, que no se neutralizan, y así esas moléculas forman dobletes eléctricos;

7.º Los fenómenos piezoeléctricos que tan importantes aplicaciones tienen en la medida de presiones muy pequeñas alternativas, y que se presentan en ciertos cristales cuando están sujetos a presiones o a tensiones en la dirección de la polarización;

8.º La polarización permanente de ciertos dieléctricos, como la cera, que se deja solidificar en un campo electrostático muy intenso y conserva esa polarización por varios años. Este notable fenómeno por el cual se produce en una tablilla de cera la misma orientación molecular que sirve para explicar los imanes permanentes, se pone de manifiesto conservando las dos caras opuestas de esa tablilla cargas + y - casi indefinidamente;

9.º La descarga oscilante de un condensador, tan análoga a los fenómenos periódicos que se estudian en la elasticidad, y

10.º El fenómeno llamado "skin effect" que se presenta en las corrientes oscilantes de alta frecuencia. Otros muchos hechos que omitimos, por brevedad, no encuentran plausible explicación en la teoría electrónica, teoría que ha servido especialmente para explicar los fenómenos debidos a los rayos catódicos en los tubos de Crookes, y a los cuales nos referimos en la página 116.

Pero sucede que al estudiar el movimiento de los electrones en los tubos de Crookes en la forma como lo hace Garavito en su estudio: la "Dinámica de los electrones" (que se publica en esta misma edición de la Revista, página 13), es decir, estableciendo las ecuaciones de movimiento según los principios de la Mecánica clásica, se presenta la contradicción definitiva de que la masa, como coeficiente de inercia, varía con la velocidad, haciéndose esta masa infinita cuando esa velocidad es igual a la de la luz.

Y esto ocurre porque en el movimiento de los electrones es imposible que esos elementos de masa mecánica *m* y de carga eléctrica o masa eléctrica *e* moviéndose con una gran velocidad *v* estén sujetos simultáneamente a un campo electrostático y a otro magnético, como lo sospechaba el mismo Thomson —juzgado por muchos como el verdadero autor de la teoría electrónica— al decir en una comunicación del 30 de abril de 1907, a "The Royal Institution of Great Britain": "Una objeción generalmente hecha contra el punto de vista de que los rayos catódicos consisten en partículas o corpúsculos cargados con cargas eléctricas, es la de que no están deflexados por ninguna fuerza eléctrica. Si, por ejemplo, hacemos, como lo hizo Hertz, que los rayos pasen por entre dos placas conectadas con una batería, de manera que una fuerza electrostática actúe entre esas placas, los rayos catódicos son capaces de pasar por entre esas placas sin ser deflexados en uno u otro sentido".

Si posteriormente a esta declaración, algunos físicos, entre ellos el mismo Thomson, declararon que la objeción no existía, lo hicieron artificialmente diciendo que por ionización del gas contenido en el tubo, este gas se vuelve conductor y hace el papel de pantalla eléctrica, siendo, por tanto, preciso colocar el campo electrostático muy cerca del cátodo, en el espacio oscuro de Crookes, donde no se presenta la ionización.

* * *

De lo expuesto hasta aquí se puede hacer el siguiente resumen:

1.º La hipótesis de las moléculas gaseosas en los tubos de Crookes manifestándose animadas de velocidades capaces de causar los fenómenos que allí se constatan, y que avanzamos sin compromisos y sólo para poner un ejemplo cualquiera, no tiene mayor valor ni pretende substituir con ventaja a la de los rayos catódicos integrados por electrones de carga negativa. Tal hipótesis, que tiene en su favor el fenómeno de los rayos canales, únicamente sirve para que, cotejándola con la de los electrones, no aparezca ésta como única y absoluta.

2.º La verdadera dificultad en la teoría electrónica y en la hipótesis que hemos hecho, siguiendo las primitivas ideas de Crookes, reside en aceptar que cargas discretas de agente eléctrico en movimiento, correspondan exactamente a la continuidad que se exige en los fenómenos electro-magnéticos, por causa de la corriente eléctrica. Efectivamente: la condición de distribución solenoidal en un campo electro-magnético, supone líneas de fuerza cerradas, en forma circuital, de suerte que el potencial magnético puede adquirir infinitud de valores, mientras se produce el desalojamiento eléctrico, siendo en cada vuelta: $V_1 - V_2 = \int H_1 dl = 4\pi i$.

Una carga discreta, por ejemplo, un punto con carga *e* moviéndose en el espacio, no puede producir dentro de estas ideas, tales líneas de fuerza magnética. Por eso se han discutido los fundamentos y los resultados de la experiencia de Rowland.

3.º Todos los fenómenos electromagnéticos suponen estas líneas de fuerza magnética cerradas y concadenadas con el desalojamiento eléctrico que las produce, aun con variaciones sumamente rápidas en la dirección e intensidad de la corriente, tal como sucede en la descarga oscilante de un condensador, en donde es

enorme la frecuencia de la corriente alterna. Así, la idea de la continuidad se impone aun en los límites más avanzados de la experiencia de corrientes eléctricas de duración sumamente corta, sin que en la práctica se haya presentado el caso de una corriente instantánea que engendre campo magnético. Esta corriente instantánea correspondería al caso de la carga eléctrica *e* que se mueve con velocidad *v* si se acepta que el producto *ev* equivale a un elemento de circuito.

4.º Aun en el caso de aceptar esto último, de acuerdo con las demostraciones de Thomson que parten del principio: "La fuerza magnética es perpendicular al eje del conductor e igual a 4π veces la intensidad de la corriente, o si σ es la densidad de la carga eléctrica y *v* la velocidad con que se mueve, la fuerza magnética es igual a $4\pi\sigma v$ " habría que observar que la fuerza magnética no puede tener este valor, pues siendo las líneas de fuerza magnética líneas de fuerza cerradas, $4\pi i$ es la integral a lo largo de una línea de fuerza y no el valor de la fuerza en cualquier punto.

5.º El caso de los electrones que parten del cátodo con carga negativa es distinto completamente del que se estudia en la corriente eléctrica. En la corriente eléctrica se supone la masa + moviéndose del potencial mayor al menor. Este desalojamiento eléctrico se concadena con líneas cerradas de fuerza magnética, de acuerdo con la ley de Ampère. La corriente de electrones que sale del cátodo corresponde según la dirección de las líneas de fuerza concadenadas, a una corriente eléctrica que va hacia el cátodo, y esto porque se dice que los electrones tienen carga -. Así, pues, hay que aceptar en la teoría electrónica dos flujos eléctricos de distinto signo, de modo real, cosa que está en desacuerdo con otros hechos experimentales, que trae el mismo Thomson.

6.º Aun aceptando que la carga *e* discreta, moviéndose con velocidad *v* engendre un campo magnético, cuyas líneas de fuerza son círculos con centro en la masa que se mueve y equivale, por tanto, a un circuito eléctrico *ev* se presenta la dificultad de que entonces esta masa eléctrica no queda sujeta a la acción del campo eléctrico. Efectivamente, no hay experiencia que manifieste que una corriente eléctrica pueda estar sujeta a un campo electrostático. O la carga *e* se mueve sin engendrar campo magnético, es decir, sin que goce de la propiedad esencial de la corriente eléctrica, o equivale en su movimiento al elemento de circuito *ev*. El primer caso corresponde al campo electrostático; el segundo especialmente al campo magnético, con exclusión absoluta del campo electrostático, como lo enseña la experiencia. Desde el momento en que se acepta que la carga *e* engendra un elemento de circuito *ev* sobre el cual obra el campo *H* magnético, según las leyes conocidas del electromagnetismo, para hacer que la trayectoria de la carga individual sea un círculo, es imposible aceptar la acción electrostática sobre esta carga.

7.º Si se acepta la discutida experiencia de Rowland para demostrar que una masa eléctrica individual en movimiento corresponde, por sus efectos magnéticos, a una corriente eléctrica, no se puede exhibir ninguna experiencia capaz de demostrar que esta masa o carga eléctrica quede sometida simultáneamente a los dos campos. La primera experiencia a este respecto sería la de los tubos de Crookes, para demostrar lo que precisamente se pide. Es esta una verdadera petición de principios.

8.º Ahora, si no se puede aceptar previamente la coexistencia de la acción magnética y de la acción electrostática, fuera de la propia experiencia de los tubos de Crookes, no es posible determinar con esta experiencia las cantidades *m* (masa mecánica del electrón) *e* (carga eléctrica del mismo) y *v* (velocidad).

9.º La determinación de *v* por la igualación de la energía eléctrica y de la energía mecánica, supone que los electrones son corpúsculos desprovistos en absoluto de toda elasticidad, y que, por consiguiente, son absolutamente penetrables. Esto parece en desacuerdo con la teoría de la constitución atómica de la materia.

10.º La evaluación del desalojamiento de los rayos catódicos por efecto de un campo electrostático es muy difícil de comprobar, según los mismos experimentadores, quienes afirman que los tales rayos tienen la propiedad de volver conductores a los gases en cualquier estado, es decir, de ionizarlos, o de cambiar su estructura molecular. ¿Quién garantiza entonces que la desviación electrostática de los rayos catódicos se debe exclusivamente a la acción directa del campo eléctrico, como si se tratara de una masa o carga eléctrica que se mueva con pequeña velocidad, con masa mecánica, dentro de un campo eléctrico normal a la dirección del movimiento?

11.º La misma experiencia de Kauffman que da por resultado el que cuando *v* tiende hacia la velocidad de la luz, *m* tiende hacia el infinito, debiera demostrar, no que la masa de los cuerpos cambia con la velocidad, sino que no pueden coexistir los campos electrostático y magnético, como lo demuestra la experiencia y las relaciones fundamentales del electromagnetismo.

12.º Las demostraciones de Thomson relativas a la formación del campo magnético en contorno a la trayectoria de una masa eléctrica, se basan en el uso un poco avanzado de la representación abstracta, hasta el punto de suponer que los tubos de fuerza arrastran éter, y no demuestran, en forma alguna, que esta modificación corresponda a la permanencia del campo electrostático.

Para terminar el presente estudio, que más bien tiene el carácter de crítica informativa, que el de proceso de investigación, para el cual nos faltaran capacidades y conocimientos, copiamos a continuación las palabras con que introdujimos al lector en el ensayo titulado "El doctor Julio Garavito Armero y las teorías eléctricas modernas". Entonces dijimos:

"En las experiencias fundamentales de las hipótesis electrónicas Garavito acepta la veracidad de tales experiencias, y no se preocupa por averiguar las contradicciones que de los mismos hechos se deducen, cuando se hace uso, como lo verifican Thomson y su escuela, por una parte: de la Mecánica clásica, y por otra de interpretaciones con ella reñidas. Así, pues, se ve obligado a explicar la desviación electro-magnética de los rayos catódicos en los tubos de Crookes, acudiendo a una hipótesis nueva, semejante a la que se impone en la teoría cinética de los gases".

"Efectivamente, la discontinuidad de las fuerzas naturales, que él imagina, lo conduce a decir: "Es probable que las acciones eléctricas y magnéticas sean debidas a percusiones sucesivas provenientes del campo eléctrico y magnético, y cuya intensidad y frecuencia determinan el valor de la fuerza". Si esto admitió el doctor Garavito, lo hizo para explicar por qué, cuando la velocidad del electrón, provisto de masa material —no simple factor numérico— crece, crece también tal masa indefinidamente, según las experiencias. Por eso concluye su estudio sobre el movimiento de los electrones en un campo de fuerza eléctrica y en otro de fuerza magnética, diciendo: "Así, pues, basta la hipótesis de la discontinuidad de la fuerza, consecuencia directa de la discontinuidad de la materia, para explicar por qué razón la desviación de los rayos catódicos disminuye rápidamente cuando la velocidad se acerca a la de la luz".

"Tanto repugnaba a Garavito el desconocimiento de los principios de la Mecánica newtoniana, que no puede menos que citar al mencionado Profesor Righi con admiración, transcribiendo:

"Or, comme tout porte a croire que la charge est toujours la même pour tous les électrons, il est nécessaire de supposer que c'est leur masse qui n'est pas constante, et qu'elle croît rapidement avec leur vitesse, quand celle-ci est voisine de la vitesse de la lumière".

"Prolija y minuciosamente copia Garavito el párrafo anterior, para poderlo complementar: "Esta conclusión ha tenido gran favor entre las gentes que gozan con toda innovación; pero no ha sido bien acogida por los amantes de la

RELATIVIDAD Y ÉTER

ING. DR. GAETANO IVALDI

Colaborador de "El Politécnico" de Milán (Italia)

INTRODUCCION

Un problema entre los más importantes, y acaso el más importante de la Ciencia física de hoy, es establecer si existen, o no, relaciones o ligamentos entre la materia ponderable y el éter.

En efecto, los fenómenos más interesantes y de más útiles e importantes aplicaciones, son los eléctricos. Y a pesar de esto no se sabe aún qué es la Electricidad.

La teoría de la Electricidad que ha obtenido el mayor número de confirmaciones de la experiencia y de la realidad, es la llamada etérea, que remonta a Benjamín Franklin. Fue Franklin conducido a este punto por deducción del principio de las puntas en la invención del pararrayo; también sirvió ella de guía a Ampère en sus investigaciones y descubrimientos.

Pero muchos no admiten esta teoría.

En otras teorías se deduce o, por lo menos, se afirma, que la materia ponderable nace de condensaciones de electricidad. En otros términos, que la materia ponderable es electricidad condensada. Y como, según la teoría etérea de la electricidad, las partículas eléctricas serían partículas etéreas, así la materia se produciría por condensaciones del éter.

Sobre estas teorías y con respecto al problema de saber qué es la electricidad, qué cosa es la materia y cómo se forma la materia, se presenta la siguiente pregunta:

Existen, primeramente, ligamentos entre la materia ponderable y el éter que la rodea?

Si esto es así, se puede admitir que el éter moviéndose, o de otro modo, obra sobre la materia, o recíprocamente que la materia actúa sobre el éter y que por estas acciones se producen los fenómenos llamados eléctricos y magnéticos. Análogamente se admite que el éter se condensa, uniéndose a las partículas ponderables que lo rodea, y así aumenta el número de partículas etéreas ligadas a los átomos, a las moléculas, etc., y se forma materia ponderable para los sentidos del hombre, es decir, se obtiene una integración de materia, con consiguiente aumento de peso atómico.

Pero si no existe ningún ligamento comprobado entre la materia ponderable y el éter que la rodea, las supuestas teorías son, sin más, inadmisibles y deben abandonarse.

De aquí la importancia de establecer, ante todo, si existe un ligamento entre materia ponderable y éter.

Este es el problema que se propuso resolver el físico Fizeau, en 1850, con sus experimentos sobre la transmisión de la luz en el agua, ya en movimiento, ya en reposo.

El resultado experimental obtenido por Fizeau no ha sido aún explicado satisfactoriamente. Por tal motivo, el problema que Fizeau se propuso resolver se ha quedado insoluble para muchos estudiosos.

Posteriormente otros físicos, y principalmente Michelson y Morley, se han propuesto resolver experimentalmente el problema estudiado por Fizeau. Un matemático, Lorentz, quiso demostrar y deducir teóricamente el resultado experimental de Michelson y de Morley. Sus deducciones están compendiadas en las ecuaciones llamadas de Lorentz.

Estas ecuaciones han sido luego tomadas por Einstein como ecuaciones fundamentales para su teoría y de esta manera nació la famosa teoría de la relatividad de Einstein.

El Ingeniero italiano Gaetano Ivaldi (1), en una reciente publicación, titulada "La ciencia en relación con la experiencia. Preliminares, o sea la matemática relacionada con la experimentación", ha afirmado que la deducción de las ecuaciones de Lorentz es errónea, y que el resultado experimental obtenido por Fizeau basta para resolver el problema de la relación que existe entre la materia ponderable y el éter; y que para resolver este problema basta aplicar el principio de la energía de movimiento, llamado también principio de la fuerza viva.

En cuanto a la deducción teórica del resultado experimental de Fizeau por medio del principio de la energía de movimiento, el Ingeniero Ivaldi se ha limitado a decir que se halla expuesta en su memoria titulada "Sobre la teoría de la relatividad en sus relaciones con la Mecánica", publicada en la revista italiana "El Politécnico", No. 9, de 1924.

Algunos colegas de Ivaldi estuvieron de acuerdo con él en lo que se refiere a la Mecánica relacionada con la experiencia, pero en cuanto a los resultados experimentales de Fizeau, Michelson y Morley, deseaban más explicaciones, dada la importancia del

(1) Véase en la Sección Editorial del presente número la carta dirigida por este notable científico italiano a la Dirección de esta Revista.

Mecánica, y esto sin que se les pueda tachar de espíritus rutinarios ni retrógrados. El Profesor H. Poincaré ha hecho ver, en efecto, "que aunque la Mecánica ha nacido de la experiencia, no puede, sin embargo, ser contradicha por ésta".

"Para llevar al ánimo del lector la convicción de Garavito y aclarar los puntos que él dejó oscuros, conviene una explicación elemental, que damos a título de información, para quien no se encuentre familiarizado con esta clase de estudios".

"Cuando se hace actuar una diferencia de potencial eléctrico entre los electrodos de un tubo de Crookes, éste se energiza, mostrando propiedades muy notables atribuidas a los rayos catódicos (que emanan del cátodo). Estos rayos poseen propiedades mecánicas tales como la de mover un molinete colocado en el interior del tubo, al incidir sobre las aspas de éste, o de calentar los cuerpos contra los cuales chocan. Además de estos hechos notables, los rayos catódicos se desvían por acción de un campo magnético, moviéndose en línea recta cuando tal desviación no existe. En la hipótesis electrónica los rayos catódicos se determinan por cargas eléctricas individuales llamadas electrones".

"Para la mayoría de los lectores es perfectamente comprensible que si se asimila el electrón cargado con una determinada carga eléctrica individual, moviéndose en línea recta con gran velocidad, en virtud de la diferencia de potencial que representa energía de posición, a un corpúsculo material de masa mecánica definida, se puede aplicar al electrón en movimiento dentro del tubo y partiendo del cátodo o electrodo negativo, las mismas consideraciones que se emplean para determinar la caída de un cuerpo pesado sujeto a la acción de la gravedad y animado, en una dirección distinta de la del campo de fuerza, de cierta velocidad inicial. Las fórmulas de la balística permiten estudiar el movimiento del proyectil que sale del cañón con cierta velocidad en la dirección del ángulo de tiro, y que describe una trayectoria parabólica, para caer, después de haber descendido en una cantidad perfectamente conocida".

"Supongamos la dirección del cañón normal a la de la gravedad y midamos a cierta distancia horizontal, la desviación vertical del proyectil, es decir, la cantidad de caída vertical. Si hacemos abstracción de la resistencia del aire podemos fácilmente determinar la velocidad inicial del proyectil conociendo la masa de éste y la intensidad de la gravedad, siendo el peso la acción del campo de fuerza de la gravedad sobre la masa del cuerpo móvil que, en este caso, es la misma masa mecánica, que se mide por los fenómenos de inercia. La desviación vertical sufrida por el proyectil en virtud de la acción constante de la gravedad sobre éste da, pues, el método directo para medir la velocidad inicial".

"Aplicando igual raciocinio al electrón cargado con cierta carga eléctrica, que suponemos conocida, se podría hacer actuar sobre esta cantidad de electricidad un campo de fuerza eléctrica de intensidad conocida. La fuerza eléctrica sobre el electrón sería el producto de la carga por la intensidad del campo. Para mayor claridad se supone que el campo eléctrico es normal a la dirección inicial del movimiento".

"El electrón tiene cierta masa mecánica y presenta los fenómenos de inercia, animándose de cierta fuerza viva a determinada velocidad. Es claro, pues, que en este caso estaríamos en el mismo ejemplo del proyectil, prestándose la desviación sufrida por el electrón en virtud de la acción del campo eléctrico, para medir la velocidad inicial del mismo. Esto sería posible si se conociera la carga eléctrica del electrón y si fuera rigurosamente cierto que estuviera sujeto a la acción del campo de fuerza eléctrica, cosa muy difícil de comprobar, pues Hertz no pudo hallar primitivamente ninguna desviación en un campo eléctrico de los rayos catódicos—que están determinados por los electrones en movimiento de acuerdo con la teoría que discutimos—y, si posteriormente Thomson y los demás experimentadores la han constatado, han tenido que acudir a dispositivos especiales".

"Además, y en esto está la laguna que olvidó llenar el doctor Garavito, los rayos catódicos se comportan semejantemente a una corriente eléctrica colocada en un campo de fuerza magnética. Son elementos de circuito, sujetos a una acción normal a la dirección del elemento y al campo de fuerza magnética, y así se deben considerar para explicar la desviación muy sensible y constatada por la experiencia, que sufren los rayos catódicos cuando se someten a acciones magnéticas".

"Ahora bien, la experiencia fundamental de Oesterd, comprobada por Ampère y verificada rigurosamente de modo universal en todos los fenómenos del electro-magnetismo, dice clara y terminantemente que un elemento de corriente eléctrica no está sujeto, en forma alguna, a la acción de un campo de fuerza eléctrica. Hay, pues, incompatibilidad en el caso de un corpúsculo cargado con cierta carga eléctrica y que se moviera con cierta velocidad para determinar un campo magnético concadenado con su trayectoria, entre las acciones eléctricas y magnéticas a que estuviera sujeto. O el corpúsculo en movimiento equivale a una corriente eléctrica, y entonces queda sujeto a la acción de un campo magnético, mas no a la de un campo eléctrico, o conserva su carga eléctrica individual como si estuviera en reposo, y entonces no puede ser actuado por ninguna acción magnética. El caso de los electrones sería único en la Física".

"La desviación magnética de los rayos catódicos si se comprueba notablemente por la experiencia, pero en forma particular si se atiende al signo que los autores de la teoría electrónica atribuyen a las cargas eléctricas que llevan los electrones. En efecto, la corriente de electrones cargados negativamente, que determinan el haz de rayos que se considera, se maneja en un campo magnético como una corriente eléctrica que fuera hacia el cátodo, cuando los electrones emanan de éste. Hay, pues, necesidad de entrar en la flección de que el signo de la masa eléctrica que se mueve determina la dirección de la corriente eléctrica, cosa nunca probada en todo el curso de la Física, pues toda corriente eléctrica se establece del potencial mayor al menor, con acarreos de electricidad positiva, si aceptamos una convención, como lo es la masa eléctrica o entidad de electricidad que se acepta en el estado de los fenómenos eléctricos, para calcular simplemente un efecto mecánico en la transformación de la energía de posición en energía cinética, cuando pasa la corriente eléctrica por un conductor, en virtud de una diferencia de potencial".

"La primera objeción no fue tenida en cuenta por Garavito cuando calculó la trayectoria del electrón en un campo de fuerza magnética, aceptando la manera de proceder de Thomson, y suponiendo que realmente el corpúsculo con fenómenos del electro-magnetismo, pues la experiencia de Rowland no es concluyente".

"Dado por sentado que esta experiencia fuera sospechable, resulta siempre que el elemento de circuito, al cual equivaldría a cada instante el corpúsculo en su movimiento, no puede, siendo corriente eléctrica, estar sujeto a una acción electrostática".

"Esta conclusión es grave para la determinación de la velocidad y de las masas mecánica y eléctrica de los electrones, pues volviendo al ejemplo del proyectil: con la desviación y la intensidad del campo de la gravitación como únicos datos, no se pueden determinar las dos incógnitas, que son la masa del mismo y su velocidad, dado que no se dispone sino de una sola ecuación".

"En el caso del electrón nos son totalmente desconocidas su masa mecánica y su carga eléctrica: sólo se dispone de las intensidades de los campos perturbadores y de las desviaciones que éstos producen. Así, pues, es forzoso disponer la experiencia de modo que actúen simultáneamente sobre el electrón un campo eléctrico que suponemos uniforme, de líneas de fuerza paralelas, colocada la trayectoria en el plano de estas líneas de fuerza, y un campo magnético, también uniforme, de modo que sus líneas de fuerza sean normales al primer plano. Si se lograra que los dos campos actúen de modo de anularse, es decir, que no haya desviación, en el plano dicho, se tendría un sistema de dos ecuaciones para determinar las dos incógnitas: carga eléctrica y masa mecánica, pues se conocerían a priori las intensidades del campo eléctrico y del campo magnético".

"Mas desgraciadamente esto no es posible, sino aceptando que el electrón en movimiento engendra un campo magnético, como si fuera una corriente eléctrica, que esta corriente se determine en su dirección por el signo de la carga del electrón, y que sea posible que una corriente eléctrica esté sujeta a la acción de un campo electrostático. Todo esto fue aceptado por el doctor Garavito, quien no lo expuso como objeción fundamental para demostrar que mal pueden aceptarse la Mecánica y la Física para las deducciones que conviene, y rechazarse para aquello que no sirve a la teoría preconizada".

"Porque evidentemente estamos en libertad de suponer cuanto queramos para explicar los fenómenos, y aún de hacer de la Mecánica clásica el uso necesario para llegar a las conclusiones que se deseen, mas no lo estamos para contradecir a la Mecánica con los resultados de tales conclusiones, pues según el Profesor Poincaré, transcrito por Garavito: "aunque la Mecánica ha nacido de la experiencia, no puede, sin embargo, ser contradicha por ésta".

ERRATAS—En la página 110, donde dice: $L_0 \frac{du}{dt}$ léase $L_0 \frac{du}{u}$

En la figura 12 inviertanse las letras B A, poniendo A B.



tema tratado en "El Politécnico", para llenar una laguna de ese escrito. Para satisfacer el deseo de sus distinguidos colegas italianos, el ingeniero Ivaldi escribió el siguiente trabajo.

EXPOSICION

Como se sabe, muchos fenómenos y hechos naturales llevan a admitir la existencia del éter, llamado físico o cósmico, cuando se interpone entre las moléculas de los cuerpos, en los cuerpos ordinarios y entre los cuerpos celestes en los espacios siderales. Estos fenómenos son bien conocidos.

Supuesto esto, se presenta un problema.

Consideremos un cuerpo cualquiera, el agua, el aire, etc., que corresponde a un sistema de partículas ponderables, llamadas moléculas, entre las cuales se interponen partículas imponderables o casi imponderables, llamadas etéreas. En los sólidos, las partículas ponderables pueden ser consideradas como esferoides o pequeñas esferas en contacto unas con otras, y tan fuertemente comprimidas, que se deforman y no se mueven casi, de manera que no pueden deslizarse unas sobre otras. En los líquidos estas esferitas o moléculas se hallan en contacto, pero sólo en un punto, y pueden deslizarse unas sobre otras. En los gases las moléculas no se tocan de una manera permanente y están separadas unas de otras, de tal manera que pueden moverse libremente unas respecto de las otras.

En todos los estados: sólido, líquido y gaseoso, siempre se tiene que entre las moléculas o partículas ponderables de un cuerpo se interponen partículas de éter. En el estado sólido las moléculas están más juntas, que en el líquido; en éste más que en el gaseoso. De donde resulta que las partículas ponderables ejercen cierta acción sobre las partículas de éter y esta acción es mayor para el sólido, es decir, más fuerte que en el líquido; y en el estado líquido mayor que en el gaseoso.

En cambio en el estado líquido debe ser mayor para la sustancia que tiene partículas ponderables de mayor masa, a la que corresponde mayor peso molecular, por tanto, mayor densidad.

Pero, existe, en verdad, esta acción? En otras palabras, entre las moléculas o partículas ponderables de los cuerpos y las partículas de éter que las rodea, se ejerce cierto ligamento o vínculo de manera que al moverse una partícula ponderable debe moverse la partícula de éter que la rodea y, recíprocamente, al moverse, desalojándose, la partícula de éter debe también moverse, desalojándose, la partícula ponderable con ella ligada? O, por el contrario, las partículas son libres, de manera que el movimiento de una de ellas no tiene ninguna influencia, ninguna acción sobre otra?

Este es el famoso problema que Fizeau se propuso resolver con sus conocidas experiencias, que consisten en una primera serie hecha en un tubo que contiene aire, midiendo la velocidad de transmisión de la luz de un extremo al otro, cuando el aire está quieto o en movimiento. Fizeau halló que la veloci-

dad no variaba, por tanto, era independiente del hecho de que el aire, al atravesar el tubo, estuviera en reposo o se moviera con velocidad v . En la segunda serie de experiencias, Fizeau substituyó el aire por agua, y halló, con los siguientes datos:

w velocidad de la luz a través del agua en reposo y quieta respecto a la tierra; W la velocidad cuando al agua se le da un impulso, y se obliga a moverse con velocidad v en la dirección de la luz; c velocidad de la luz en el éter o en el vacío, o casi vacío de materia ponderable; $n = \frac{c}{w}$ índice de refracción

de la sustancia que se considera (para el agua igual a $4/3$ aproximadamente); en el caso que la velocidad v impresa al agua tiene el mismo sentido y dirección de la luz, Fizeau dio la relación:

$$W = w + v \left[1 - \frac{1}{n^2} \right] \quad (1)$$

Cuando w y v tienen sentidos opuestos, es decir, en el caso en que el rayo luminoso vaya del extremo A al otro extremo B del tubo, y el agua se desaloje con una velocidad v de B hacia A, halló Fizeau:

$$W = w - v \left[1 - \frac{1}{n^2} \right]$$

Estas fórmulas se verificaron.

Suponiendo un ligamento entre las moléculas de los cuerpos y las partículas de éter que las rodean, se pueden sentar tres hipótesis, a saber:

1º Que no exista ningún ligamento. En este caso el movimiento o desalojamiento de las partículas de éter sería el mismo, independientemente de que estén cerca o no partículas ponderables. Lo mismo debería verificarse para un desalojamiento o movimiento de partículas ponderables; de donde, si la velocidad de la transmisión de la luz es igual a c (a 300.000 km. más o menos por segundo), debería también c ser igual a través de la materia ponderable de cualquier cuerpo. Este resultado no ha sido confirmado por las experiencias de Fizeau, luego la hipótesis se debe desechar.

2º El ligamento o vínculo si existe, y es total, en las relaciones de todas las partículas de éter que rodean una molécula de un cuerpo. Es decir, todas las partículas de éter están ligadas o vinculadas a la molécula, de tal modo que un movimiento o desalojamiento de ésta, debería transmitirse, comunicarse a todas las partículas de éter que la rodean. Por tanto, si a la molécula o partícula ponderable, se imprime una velocidad v en la dirección de w esta velocidad deberá transmitirse a todo el éter circundante. Luego, si primeramente el éter se desalojaba o movía con velocidad w debería adquirir, por la total transmisión de la velocidad v (en la dirección de w) por parte de la materia ponderable, una velocidad resultante $W = w + v$

Tampoco este resultado se confirma por las experiencias de Fizeau sobre el agua en movimiento. Luego la hipótesis también debe descartarse. Queda entonces tan sólo la siguiente:

3º El ligamento entre la materia ponderable y el éter que la rodea existe, pero es parcial y no total. Es decir, que cierto número de partículas de éter que están alrededor de una molécula está vinculado a la molécula, pero las otras no, de manera que un movimiento o desalojamiento impreso a la molécula se transmite a cierto número de partículas de éter, pero no a las otras. Teniendo lugar, cuando se imprime a la molécula una velocidad v un fenómeno análogo al que se observa cuando se dispara un tiro de fusil, y la bala es lanzada con velocidad w (velocidad de la luz a través del agua en reposo, de la experiencia de Fizeau) a través del aire o medio en movimiento, y que se desaloja con velocidad v . La velocidad v del aire o del viento vendría a tener por correlativa la velocidad, también v del agua o medio a través del cual se desaloja el impulso luminoso en la experiencia de Fizeau.

En el caso de la bala lanzada en el aire en movimiento, se sabe que la velocidad v de la bala aumenta si el viento tiene la misma dirección que ella, y disminuye si el viento es de sentido contrario. Pero este aumento o esta disminución nunca son iguales a $+v$ o a $-v$ siendo, uno u otra, siempre menores que v . Y menores que v porque no todas las moléculas o partículas ponderables del aire, sino una sola parte de ellas, chocan contra la bala, acelerando su movimiento o retardándolo.

Un fenómeno algo semejante debería verificarse en un impulso luminoso que se propague o desaloje en un fluido en movimiento. Este es el resultado de la experiencia de Fizeau en el agua que se mueve con velocidad v concluyéndose que existe un ligamento entre la materia ponderable y el éter, y que el ligamento es parcial.

Ahora me propongo deducir teóricamente el resultado experimental de Fizeau sobre el agua en movimiento.

Indico con m una masa de éter, cuando la luz se mueve en el éter puro o casi puro, con la velocidad de 300.000 km. por segundo. Su energía de movimiento o fuerza viva es $\frac{mc^2}{2}$

A cierto momento la masa m halla agua en movimiento. Por el ligamento o vínculo, aun parcial, del éter que rodea las moléculas del agua, y que deberá transmitir el impulso luminoso, será como si la masa m aumentara y se volviera $m + \Delta m$ siendo Δm el aumento de masa por causa del ligamento.

Para entender bien esto es necesario conocer los principios de la Mecánica, que se están publicando por entregas mensuales en la revista "L'Industria" de Milán, desde el mes de marzo de este año. Concepto fundamental e informador de esta Mecánica es que la verdad no es absoluta, que no admite excepciones, etc., como se ha supuesto hasta ahora, sino relativa y subordinada a los resultados de la realidad y de la experiencia, relativa y subordinada a los casos que se consideran, y que se presentan. Así, si examinamos el caso de una masa libre, hallo que la inercia es

proporcional a la masa. Se debe de esto concluir que el principio de proporcionalidad entre inercia y masa es verdadero? Sí, pero no en general, sino relativamente al caso de una masa libre.

En el caso de una masa ligada se halla que la inercia depende también del ligamento; sucede como si la masa variara dependiendo de las variaciones del ligamento. Para fijar las ideas, imaginemos que una masa m está vinculada a un centro o eje de rotación rígido y fijo. Se halla en este caso, como lo muestran resultados bien claros y netos de la experiencia, que la inercia es proporcional no sólo a la masa m , sino al producto mr de la masa m por su radio de inercia r respecto al eje de rotación (distancia entre este eje y el centro de la masa m). Luego variando a r es decir, variando el ligamento, varía la inercia. Y variando la inercia parece como si variara la masa inerte. De todas maneras, volviendo al caso de la experiencia de Fizeau, yo supongo que a causa del paso de un espacio ocupado por éter puro (o casi puro) a un espacio ocupado por agua, el impulso de una masa m se transmite a una masa $m + \Delta m$; representando m una masa libre respecto de las moléculas del agua y Δm una masa ligada. O mejor, un aumento de masa debido al ligamento.

Sea ahora c la velocidad de la transmisión de la luz en el éter y w la de la luz que atraviesa el agua en reposo. Por la perfecta elasticidad del éter debo admitir que la transmisión se verifica según las leyes del choque entre cuerpos elásticos. Puedo entonces decir que no teniendo lugar desarrollo de trabajo, debe resultar, por el principio de la conservación de la energía de movimiento o fuerza viva:

fuerza viva $\frac{mc^2}{2}$ que se tiene antes del choque igual a fuerza viva $\frac{(m + \Delta m)w^2}{2}$ después del choque.

O sea $mc^2 = (m + \Delta m)w^2$. Y recordando que $\frac{c}{w} = n$ igual al índice refracción: $\frac{m + \Delta m}{m} = \frac{c^2}{w^2} = n^2$

Para el éter se tiene $\Delta m = 0$. Y por tanto $n = 1$ como debe ser.

Para los gases el valor de la masa de éter Δm ligada a las moléculas debe ser tanto mayor cuanto mayor es la masa de las moléculas, porque aumentando la masa aumenta el valor de su acción sobre las partículas de éter que la rodean. Luego el valor de n tiene que ir aumentando con el peso molecular, es decir con la densidad. Y la experiencia nos lo comprueba. Así, si consideramos gases de pesos moleculares de densidades crecientes, se halla que también los valores de n aumentan. La misma ley se observa generalmente para los líquidos. En las relaciones para la determinación de los índices de refracción la experiencia nos muestra que el índice de refracción de un líquido aumenta con su densidad.

Para mejor convencernos de que el razonamiento hecho y la fórmula deducida, responden a la verdad,

consideremos el caso de un rayo luminoso transmitido a través del agua en movimiento. Sean: v la velocidad, que suponemos obrar en la misma dirección y sentido de la transmisión de la luz; w la velocidad de la transmisión de la luz en el agua en reposo y W la velocidad en el agua en movimiento.

En el primer instante la velocidad v impresa a una molécula de agua no deberá transmitirse a toda la masa de éter que la rodea y que le corresponde, sino sólo a la masa Δm que está ligada a la molécula. La masa de éter que está libre respecto de la molécula deberá moverse con la misma velocidad que la primera. Luego la masa de éter Δm adquirirá la velocidad $w+v$ y la masa m conservará la velocidad w ; así, la energía de movimiento correspondiente a toda la masa $m+\Delta m$ será:

$$\frac{mw^2}{2} + \frac{\Delta m(w+v)^2}{2}$$

Supongamos que por ser diferentes las velocidades de las masas m y Δm libre la primera respecto de la molécula y ligada la segunda, se verifique un choque, o especie de choque, entre las dos masas, de manera que adquieran una velocidad común, o casi común W . La velocidad W será la de la transmisión de un impulso de éter o efecto luminoso a través y a lo largo del agua animada con la velocidad v .

Como se sabe, el éter debe considerarse como un medio perfectamente elástico: luego por el principio de la conservación de la energía de movimiento o fuerza viva, deberá resultar: energía de movimiento antes del choque $\frac{mw^2}{2} + \frac{\Delta m(w+v)^2}{2}$ igual a la energía del movimiento después del choque $\frac{(m+\Delta m)W^2}{2}$

Es decir:

$$\frac{mw^2}{2} + \frac{\Delta m(w+v)^2}{2} = \frac{(m+\Delta m)W^2}{2}$$

o sea:

$$mw^2 + \Delta m(w+v)^2 = (m+\Delta m)W^2$$

Los valores de w dados por la experiencia y para el agua, son de unos 225.000 km. por segundo; y la velocidad v impresa al agua en el experimento de Fizeau es de pocas decenas de kilómetros por hora. Supongamos que fuera de 100 km. por hora, es decir, de $\frac{100}{3600} = 0.0277 = v$ por segundo. Pongamos

$W-w = \epsilon$. Como $W = w + v$ a lo más, o sea $W-w = v$ deberá resultar $\epsilon \leq v$. Es decir $\epsilon \leq 0.0277$.

Estos valores de $v = 0.0277$ y de $\epsilon \leq 0.0277$ en el caso que se dé al agua una velocidad de 100 km. por hora, son pequeños y despreciables prácticamente comparados con el valor $w = 225.000$ km. Con mayor razón son prácticamente despreciables los valores de ϵ^2 y de v^2 respecto de w^2 ; y así lo aceptamos porque si se tuvieran en cuenta éstos no variaría el resultado que se quiere obtener, que es lo impor-

ante, y en cambio los cálculos serían muy complicados y más complejas las fórmulas; y por ende mayor la dificultad de obtener una ley, que se acerque a la verdad.

Tenemos, pues:

$$(w+v)^2 = w^2 + 2vw + v^2 = w^2 + 2vw \\ W^2 = [w + (W-w)]^2 = (w+\epsilon)^2 = \\ = w^2 + 2\epsilon w + \epsilon^2 = w^2 + 2\epsilon w.$$

Por tanto la igualdad

$$mw^2 + \Delta m(w+v)^2 = (m+\Delta m)W^2$$

se simplifica por la

$$mw^2 + \Delta m(w^2 + 2vw) = (m+\Delta m)(w^2 + 2\epsilon w)$$

O sea, dividiendo por w y simplificando:

$$mw + \Delta m(w + 2v) = (m+\Delta m)(w + 2\epsilon)$$

$$2\Delta mv = 2\epsilon(m+\Delta m) \quad \epsilon = \frac{\Delta m}{m+\Delta m}v$$

La relación

$$\frac{m+\Delta m}{m} = \frac{c^2}{w^2} = n^2$$

nós da:

$$m+\Delta m = mn^2 \quad \Delta m = mn^2 - m$$

de donde

$$\frac{\Delta m}{m+\Delta m} = \frac{mn^2 - m}{m \times n^2} = \frac{n^2 - 1}{n^2} = 1 - \frac{1}{n^2}$$

Sustituyendo y recordando que $\epsilon = W-w$

$$W-w = \left[1 - \frac{1}{n^2}\right]v \quad W = w + \left[1 - \frac{1}{n^2}\right]v$$

Lo que ha hallado Fizeau con sus experiencias sobre el agua en movimiento.

Estas experiencias demuestran que el éter no debe ser considerado ni libre del todo, ni vinculado completamente respecto a la materia ponderable que lo rodea, sino como ligado parcialmente; es decir, en parte vinculado y en parte libre.

Pero se ha objetado, cuando Fizeau practicó su experimento en 1851 con el aire en reposo y con el aire en movimiento, que se halla la misma velocidad en ambos casos. De donde se debiera deducir que el éter está libre en relación con la materia ponderable o menos libre en el caso del aire.

Ante todo, vamos ahora a ver si la relación $W = w + \left[1 - \frac{1}{n^2}\right]v$ obtenida por Fizeau para el agua satisface también para el aire.

En las relaciones ópticas para el aire la experiencia da el valor $n = 1.0002946$ (para la línea D del espectro y según Ketteler). Supongamos siempre que v sea igual a 100 km. por hora, o sea km. 0.0277 por segundo.

El coeficiente o expresión $1 - \frac{1}{n^2} = \frac{n^2 - 1}{n^2}$ que multiplica la velocidad v toma el valor:

$$\frac{1.0002946^2 - 1}{1.0002946^2} = 0.0005889.$$

Pero v es muy pequeño y despreciable comparado con w y si lo multiplicamos por 0.0005889 obtenemos

que el valor $0.0005889 \times v$ es absolutamente despreciable comparado con w que es para el aire 299.000 km. por segundo.

Tenemos $W = w + 0.0005889v$ y siendo el segundo término del segundo miembro despreciable, será $W = w$. Lo que halló Fizeau, experimentalmente.

* * *

Pero tampoco se puede decir que no se tienen en este caso ligamentos entre las partículas ponderables de aire y el éter. Si no fuera así la velocidad de transmisión de la luz en el éter debería ser la misma que en el aire.

Se ha hallado que en el éter es de cerca de 300.000 km. por segundo y en el aire de cerca de 299.000 con lo cual hay una diferencia de unos 1.000 km. por segundo; diferencia que no es pequeña, y sería grande aunque fuera de 100 km. por segundo.

Si no hubiera cierto ligamento entre las partículas del éter, que se interponen entre las moléculas del aire y dichas moléculas, tendríamos

$$\Delta m = 0 \quad c = w \quad \frac{c}{w} = 1$$

De donde $n = 1$. Pero la experiencia nos da para $n = 1.0002964$. Luego para el aire $c = 1.0002946w$ es decir w es muy próximamente menor que c . Esto está confirmado por la experiencia.

Mi concepto es que las partículas de éter ligadas a las ponderables o moléculas de los cuerpos, forman una especie de atmósfera que rodea y se adhiere o está ligada, en cierto modo, a la molécula.

Esta atmósfera puede compararse a la atmósfera gaseosa que rodea a la tierra, y, en general, a los cuerpos celestes; atmósfera que se mueve con estos cuerpos.

Decimos, pues, que el éter puede existir en el estado libre y en el estado ligado a la materia ponderable, como lo demuestra la experiencia de Fizeau en el agua en movimiento.

Si esto es verdad, como lo es, necesariamente se deduce que puede suceder que la molécula de un cuerpo, y un cuerpo en general, se puedan mover sin que se mueva el éter libre respecto a la molécula, es decir, el éter que se halla más allá de la atmósfera etérea adherente a la molécula o al cuerpo. Esto se puede comprobar con más facilidad cuanto más pequeña es la cantidad de éter ligado a la molécula respecto del éter libre. Así tanto más en la relación:

$$\frac{m+\Delta m}{m} = \frac{c^2}{w^2} = n^2$$

siendo el valor de Δm pequeño comparado con m . Y por tanto el valor de n se acerca a la unidad. De aquí que pueda verificarse para los gases, a los cuales corresponde un valor de n muy próximo a la unidad, y se verifica mayormente si el gas es enrarecido. Porque al enrarecerse un gas el valor de n tiende hacia la unidad.

Al verificar este hecho se obtiene que una molécula que se mueve, o un cuerpo, al moverse la materia ponderable (entendiendo por materia ponderable lo que se puede determinar, la ponderabilidad con los

sentidos del hombre, de un modo directo, por medio de pesadas, etc.) el éter se puede considerar como inmóvil, como fijo respecto a la materia, en cuanto no participa de los movimientos de la materia.

Sólo tratándose de éter libre puede verificarse un fenómeno como éste. Porque respecto al éter vinculado a las moléculas de un cuerpo, al moverse la molécula, o el cuerpo, debe moverse el éter de la respectiva atmósfera etérea.

Así como el aire, como la atmósfera que rodea a la tierra, debe moverse al moverse ésta, lo que se halla más allá de la atmósfera terrestre puede no participar del movimiento.

* * *

En lugar de razonar y hacer decir a la experiencia de Fizeau lo que en verdad dice, han pretendido Einstein y otros hacerle decir lo que querían y les convenía.

Primeramente, por el sólo hecho de que la verdad es relativa a los casos que se consideran o se presentan, se debe decir que la fórmula deducida experimentalmente por Fizeau debe considerarse como verdadera en el caso de esta experiencia de Fizeau sobre el agua en movimiento, o en un caso análogo. Pero no en general, para otros casos.

Por el contrario, Einstein ha pretendido que el caso de la experiencia de Fizeau sea el mismo de un viajero que se mueve con velocidad w a lo largo de un tren que a la vez se mueve con velocidad v en la misma dirección de w . El viajero sería comparable a un rayo luminoso, o partícula luminosa que se propaga a lo largo del agua en movimiento de la experiencia de Fizeau, siendo el tren el agua encerrada en el tubo.

Según la Mecánica clásica, dice Einstein, debería resultar $W = w + v$ y la experiencia de Fizeau demuestra lo contrario, entonces se debe concluir que la Mecánica llamada clásica no es exacta, ni de acuerdo con la verdad. Ahora, hay que decirlo, el autor de este escrito no es completamente partidario de la Mecánica de Galileo y de Newton: desde luego, la combate en algunos puntos. Pero no es justo ni honrado decir que es verdadero lo que uno cree que no lo es, como tampoco es justo decir que es falso lo que no lo es. En el caso de un viajero que se mueve con velocidad w a lo largo de un tren, que a la vez se desaloja con velocidad v en la dirección de w es verdad decir que la velocidad es dada por $W = w + v$ como lo enunció Galileo.

Lo que no es cierto, o, mejor dicho, no es completamente cierto, es decir, como Einstein, que el caso del viajero es semejante al de la partícula o radiación luminosa de la experiencia de Fizeau, lo que sí es cierto, y que el tren es semejante al agua móvil en el tubo, lo que no es cierto. En efecto, en el caso del tren de Einstein el tren tiene la función de transportar al viajero, y la velocidad v del tren la posee éste también en su totalidad: es, pues, común al tren y al viajero.

En la experiencia del agua en reposo, o en movimiento, de Fizeau, el agua es aparentemente el me-

dio a través del cual y a lo largo del cual, el impulso luminoso se transmite. Mas en el fondo no es así.

Aclaremos estas ideas con un ejemplo o caso análogo al de la experiencia de Fizeau. Para esto imaginemos en lugar del viajero del tren de Einstein, un proyectil disparado desde un punto A y que llega a B . En lugar del tren tenemos entonces el aire, o sea el medio que se interpone entre los puntos A y B . Este sí es un caso análogo al de la experiencia de Fizeau, correspondiendo el proyectil al rayo luminoso o partícula que se desaloja o propaga en el tubo de Fizeau y el aire al medio a través del cual se desaloja el rayo luminoso de Fizeau.

En una primera experiencia se dispara un tiro de cañón con el aire en reposo, y la bala va de A a B a través del aire estancado comprendido entre A y B . Si w es la velocidad de la bala—valor que se obtiene dividiendo la distancia $AB=d$ por el tiempo t empleado en recorrerla— se tendrá $w = \frac{d}{t}$ lo que corresponde a la w de la transmisión de la luz en el agua en reposo.

En una segunda experiencia se dispara el cañón de A a B pero el aire, interpuesto entre A y B se mueve y se desaloja con velocidad v también en la misma dirección de A a B es decir, existe viento. En este caso se sabe por la experiencia que W velocidad dada por la relación entre el espacio y el tiempo, es mayor que w . Hecho que se explica porque el viento sopla en la misma dirección del desalojamiento del proyectil. Pero la experiencia nos dice que este aumento nunca es igual al valor de la velocidad v del viento, sino menor que v es decir que $W = w + kv$ siendo k un coeficiente menor que la unidad.

Ahora bien, este resultado es análogo al obtenido por Fizeau con el agua en movimiento, y animada por la velocidad v . Expresando este resultado por la fórmula $W = w + \left[1 - \frac{1}{n^2}\right]v$ en la que $1 - \frac{1}{n^2} = k$ es menor que 1.

Si se supone ahora que la misma persona se coloca en B y dispara siempre el proyectil de B a A haciéndolo recorrer la misma distancia que en los otros experimentos, pero con el viento en sentido contrario, se halla que $W < w$. Hecho que se explica, porque el viento se opone al movimiento del proyectil, obstaculizando el movimiento o retardándolo. Pero esta disminución de la velocidad no es igual al valor de la velocidad del viento v sino menor; y se halla entonces que $W = w - kv$ en que $k < 1$. Resultado análogo al obtenido por Fizeau, cuando se imprimía al agua una velocidad v dirigida en sentido contrario a w . Análogamente a lo expresado por la fórmula $W = w - \left[1 - \frac{1}{n^2}\right]v$ Siendo $1 - \frac{1}{n^2} = k$.

Es necesario insistir en la diferencia sustancial que hay entre la Mecánica relativa a la experiencia citada, la Mecánica llamada de la relatividad, de

Einstein, y la Mecánica clásica o Mecánica de Galileo y de Newton.

Según estas dos últimas, y también según la Mecánica de Aristóteles, debería ser permitido considerar o imaginar un caso conveniente (caso del tren y del viajero para Einstein, caso de una masa libre, cuando la dirección de la fuerza coincide con la del desalojamiento del centro de masa, para la Mecánica de Galileo y de Newton...), y ver cuál es el resultado o fórmula que al caso corresponda, extendiendo la fórmula así deducida a casos diferentes.

Einstein, por ejemplo, del examen del caso de su tren y del viajero deduce que deben verificarse ciertas fórmulas fundamentales de su relatividad y pretende extender tales fórmulas del caso de la experiencia de Fizeau, al de las experiencias de Michelson y Morley.

Cuando se considera una experiencia y nos parece un poco complicada y de difícil comprensión, es mejor considerar un caso semejante, análogo, pero más sencillo, y hallar la verdad en este otro caso. Y esto no es lo que ocurre con la experiencia de Fizeau y el tren y el viajero de Einstein.

En cuanto a la experiencia de Michelson y Morley se puede decir: estos físicos se propusieron resolver experimentalmente el problema que se propuso resolver Fizeau y lanzaron un cohete luminoso de un punto A de la tierra a otro B perteneciente al paralelo terrestre que pasa por AB haciendo reflejar el rayo luminoso en B volver a A y midiendo o deduciendo el tiempo empleado t .

En el mismo instante en que el cohete luminoso era lanzado de A a B otro rayo venía lanzado de A a C —siendo C un punto del meridiano terrestre, que pasa por A — y, por tanto, siendo AC normal a AB . Además, se tenía $AB=AC$. Llegado a C el rayo luminoso se reflejaba y se devolvía a A empleando el tiempo t' en la ida y regreso; entonces se halló $t = t'$. De este resultado Michelson, Morley y otros físicos, como veremos, dedujeron que el éter debe ser considerado como libre en relación con la materia ponderable. Luego, cierto movimiento de la materia ponderable no debe extenderse, ni siquiera en parte, al éter que la rodea; así, pues, el éter puede considerarse como inmóvil respecto de la materia ponderable, de lo contrario, pensaron Michelson y Morley, y si existe un ligamento, debería haberse hallado en la experiencia que t difería de t' .

Pero la experiencia de Michelson y Morley no podía decir si existía, o no, un ligamento entre la materia ponderable y el éter, porque no era sino la experiencia de Fizeau en el aire, hecha en condiciones peores.

En efecto, en la experiencia de Fizeau, sobre el aire, se daba al aire la velocidad v que se transmitía luego, en parte, al éter que lo envolvía. Por el contrario, en la experiencia de Michelson y Morley la velocidad v era la de la tierra, velocidad que poseía también la fuente luminosa de donde era emitido el cohete luminoso solidario con la tierra, y que, por tanto, poseía la partícula luminosa emiti-

da por la fuente luminosa reflejada por un espejo y mandada hacia atrás... Por consiguiente, si era v la velocidad que ya poseía la fuente luminosa y w la de la transmisión de la luz en condiciones ordinarias, tenía que ser $w+v$ la velocidad resultante. Agréguese que si a la ida, cuando las velocidades w y v eran dirigidas en el mismo sentido, tenía que haber un aumento de la velocidad resultante W respecto a w y se debía tener, por el contrario, una disminución en la vuelta, cuando v estaba dirigida en sentido contrario a w .

La velocidad correspondiente a una ida y un regreso es dada por:

$$W = \frac{w+v+w-v}{2} = \frac{2w}{2} = w$$

Por tanto, si se miden o se deducen separadamente las velocidades y los tiempos de una sola ida o de una sola vuelta, como lo hizo Fizeau en sus experiencias sobre el aire, no se halla una diferencia apreciable entre W y w ; por eso había hallado, más o menos, que $W=w$. Con mayor razón se debía hallar este resultado en una ida y en una vuelta al punto A de partida.

Y se debe hallar un resultado semejante aun cuando se admita que indicando con W_1 la velocidad de ida, con W_2 la de regreso, con W la media de las dos velocidades, correspondientes (por lo menos con grande aproximación) a la velocidad de una ida con su respectivo regreso, en lugar de las relaciones $W_1 = w+v$ para la ida y $W_2 = w-v$ para el regreso, se verifiquen fórmulas análogas a las

$$W_1 = w + \left[1 - \frac{1}{n^2}\right]v$$

para la ida y

$$W_2 = w - \left[1 - \frac{1}{n^2}\right]v$$

para el regreso, halladas por Fizeau para el agua. Por tanto, se tendría:

$$W = \frac{W_1 + W_2}{2} = \dots = \frac{2w}{2} = w$$

Se puede decir entonces que en la experiencia de Michelson y Morley las velocidades de una ida con regreso, y regreso al punto de partida, debían ser iguales a w tanto por el rayo de venida lanzado a lo largo del paralelo, como para el enviado a lo largo del meridiano. Si las velocidades eran iguales y los espacios recorridos en una ida y vuelta respectiva eran iguales, era natural que, también, los tiempos resultaran iguales y que resultara $t = t'$ como lo hallaron Michelson y Morley.

Para simplificar las cosas, imagínese un caso más sencillo que el de la experiencia de Michelson y Morley, pero análogo. Consideremos el cohete luminoso que en esta experiencia eran lanzado de A hacia B según un paralelo terrestre, y hagámoslo devolver a A . Sea v la velocidad de la tierra en la dirección del paralelo que pasa por A . Se puede hacer corresponder esta velocidad a la de un tren. Y para

simplificar, y como lo hace Einstein, imaginemos que cuando el tren se mueve, se mueva con movimiento uniforme y rectilíneo.

La partícula luminosa que va de A a B y vuelve a A se puede asimilar a una bola de billar que sea lanzada con velocidad w desde una extremidad A del tren hasta llegar a la otra B ; y que rebote y vuelva hacia atrás.

Entonces: en la primera experiencia el tren está en reposo, inmóvil con respecto a la tierra. Llamemos A y B los puntos extremos del eje y sea $AB=d$. De A lanzo una bola elástica con velocidad w de A hacia B , imaginando que el movimiento sea rectilíneo y uniforme o que se suceda según la ley del movimiento uniforme. Indiquemos con t el tiempo que la bola emplea en ir de A a B . Entonces tendremos:

$$d = wt \quad t = \frac{d}{w}$$

En una segunda experiencia supongamos que el tren se mueve con movimiento rectilíneo y uniforme, con velocidad constante v . De A lancemos la bola elástica con velocidad w . De manera que cuando lanzamos la bola ésta posee la velocidad v que tiene el tren, porque se mueve sobre el tren. Por tanto, si le imprimo otra velocidad w en el mismo sentido de v esta velocidad se agregará a w para sumarse con v . Si llamamos W la velocidad resultante, ésta será igual a $w+v$.

Sea t el tiempo que emplea la bola en ir hasta la extremidad del tren. Tratemos de no incurrir en el error de Lorentz al deducir las ecuaciones fundamentales de la relatividad de Einstein, consistentes en que el espacio que es recorrido por la bola en el tiempo t_1 entre el instante en que la bola es lanzada de A y el instante en que llega a la otra extremidad B del tren es igual a $d=AB$.

Lo que hay que decir es que durante el tiempo t_1 el eje AB del tren se desaloja pasando a $A'B'$; siendo $AA'=BB'=vt_1$ al cabo del tiempo t_1 y si con v indico la velocidad del tren. Después del tiempo t_1 la bola se halla, en el caso indicado, en la extremidad B' del tren, y el espacio recorrido por la bola será $AB' = AB + BB' = d + vt_1$. De manera que en el movimiento de ida de la bola de la extremidad izquierda a la derecha del tren, tendremos: tiempo = t_1 ; = espacio $d + vt_1$; velocidad = $w+v$. Luego, por la relación: espacio = velocidad \times tiempo, del movimiento uniforme:

$$d + vt_1 = (w + v)t_1 = wt_1 + vt_1; \quad d = wt_1; \quad t_1 = \frac{d}{w}$$

Hemos visto que $\frac{d}{w} = t$ es el tiempo que la bola emplea en recorrer la distancia $AB=d$ cuando el tren está parado; luego $t_1 = t$.

Cuando la bola ha llegado a B' extremidad del tren, la hacemos rebotar y volver atrás, entonces la velocidad de la bola, o sea w se invierte y pasa de $+w$ a $-w$ y la velocidad del tren, que es igual a la de la bola, se queda como era antes. De donde, la velocidad resultante de la bola al devolverse hacia la izquierda será $v - w$. Si el tiempo empleado

por la bola es t_2 . Lorentz dice erróneamente que d es el mismo. Por el contrario, lo que pasa es que al principio del intervalo de tiempo t_2 el eje del tren se halla en la posición $A'B'$ y durante el tiempo t_2 se desaloja pasando a $A''B''$ siendo $A'A''=B'B''=vt_2$. Así, pues, al cabo del tiempo t_2 el extremo izquierdo del tren se hallará en la posición A'' . Tomemos como positivo el sentido de izquierda a derecha y negativo el contrario; entonces se debe decir que el espacio recorrido por la bola en el tiempo t_2 es

$$B'A'' = B'A' - A'A'' = -d + vt_2$$

Tenemos: tiempo = t_2 ; velocidad = $v-w$; espacio recorrido = $-d + vt_2$; luego:

$$-d + vt_2 = (v-w)t_2 = vt_2 - wt_2$$

$$d = wt_2 \quad t_2 = \frac{d}{w}$$

Y como

$$\frac{d}{w} = t_1 = t \quad t_2 = t_1 = t$$

Es decir, el tiempo de ida es igual al de vuelta, e igual al tiempo que emplea la bola en recorrer la distancia d cuando el tren está parado.

Un razonamiento análogo se puede repetir para cualquiera otra dirección que tome el tren, pues se halla, como se ha visto en otra parte, que el tiempo de ida y de vuelta en la dirección del paralelo terrestre y en la dirección del meridiano de la experiencia de Michelson y Morley debe ser el mismo, que es lo que hallaron estos físicos.

Lorentz se propuso deducir teórica y matemáticamente el resultado experimental de Michelson y Morley.

En esta deducción Lorentz cayó en el error y en la ofuscación de considerar los espacios recorridos en una ida y un regreso del rayo luminoso a lo largo del paralelo, etc., como iguales a d y como igual a $2d$ la distancia recorrida en la ida y vuelta; lo que se debe decir es que los espacios son iguales a

$$d + vt_1 = d + vt$$

en la ida, y a

$$d - vt_2 = d - vt$$

en la vuelta; ahora

$$d + vt + d - vt = 2d$$

en la ida y la vuelta.

Este error hizo decir a Lorentz que si la velocidad de la luz en el aire se indica con c (siendo c por analogía la velocidad w), se deberían tener no ya las relaciones:

$$d + vt_1 = (c+v)t_1 \quad t_1 = \frac{d}{c} \quad d - vt_2 = (c-v)t_2$$

$$t_2 = \frac{d}{c} \quad t_1 + t_2 = \frac{2d}{c}$$

sino las

$$d = (c+v)t_1; \quad t_1 = \frac{d}{c+v}; \quad d = (c-v)t_2; \quad t_2 = \frac{d}{c+v}$$

e indicando con t el tiempo de la ida y de la vuelta

$$t_1 + t_2 = t = \frac{d}{c+v} + \frac{d}{c-v} = \frac{2dc}{c^2 - v^2} = \frac{2d}{c} \times \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (1)$$

Llamando t_3 y t_4 el tiempo de la ida y de la vuelta a lo largo del meridiano terrestre de la experiencia de Michelson y de Morley, y $t' = t_3 + t_4$ el de la ida y la vuelta y gracias a otro error, que se expuso en otro estudio, Lorentz halla el resultado:

$$t_3 + t_4 = t' = \frac{2d}{c} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (2)$$

Comparando entre sí la (1) con la (2) se ve que debería resultar, según Lorentz, t diferente de t' y la experiencia da $t = t'$.

En este desacuerdo entre un resultado teórico y otro experimental hay un hecho que tendrá que parecer fantástico a la posteridad, la cual pensará: "En los siglos XIX y XX muchos hombres llamados científicos pretendían seguir el método experimental con palabras, pero no con hechos"; y en realidad tendrá razón, porque el método experimental se admite si se admite que un principio o un razonamiento están conformes con el verdadero procedimiento de llegar a unos mismos resultados que dan la experiencia y la realidad. Luego si la experiencia da cierto resultado y nosotros con nuestras teorías y nuestros razonamientos, obtenemos un resultado diferente, necesariamente este resultado está errado. Y por el hecho de que un resultado errado se obtiene por incurrir en algún error, este error debe buscarse y hallarse.

Habiérase debido decir que si la experiencia de Michelson y Morley daba el resultado $t = t'$ y las fórmulas (1) y (2) deducidas por Lorentz llevaban al resultado $t \neq t'$ Lorentz debía necesariamente haberse equivocado en algún punto. (El punto, o, mejor dicho, los puntos y las causas del error las demostramos en otro escrito). Solamente un error hemos considerado ahora. Algunos, con Lorentz, han pensado que las matemáticas no pueden equivocarse y que por eso no se discuten; y como Lorentz no sólo es un matemático sino un gran matemático, y, por tanto infalible, han pensado, con Lorentz, que las relaciones (1) y (2) que llevan al resultado $t \neq t'$. Y el hallado por Michelson y Morley también debe considerarse verdadero, porque es suministrado por la experiencia, se pensó así, o mejor dicho, se creyó en una transacción, en una especie de juego de prestidigitación, y se dijo por Lorentz, Fitzgerald y otros lo siguiente:

Se admite la hipótesis de que un cuerpo en movimiento sufre por efecto del movimiento y en su dirección, una contracción en su longitud según el coeficiente

$$\alpha = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Con esta hipótesis en la (1), es decir, en la relación

$$t = \frac{2d}{c} \cdot \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

relativa al rayo luminoso lanzado a lo largo del paralelo terrestre, deberemos poner en lugar de d el valor $d = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ y entonces la (1) coincidiría con la (2), es decir con

$$t = \frac{2d}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

y, por tanto, se obtendría:

$$t = \frac{2d\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{c} \times \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{2d}{c} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = t'$$

Pero para probar que esta deducción es no sólo irracional sino impropia de matemáticos, basta la siguiente simple consideración. Es evidente que cuando se hace una hipótesis, la podemos admitir como verdadera cuando nos conviene, y no la aceptamos cuando no nos conviene; entonces si se admite la hipótesis de que un cuerpo al moverse sufre una contracción en la dirección del movimiento según el coeficiente

$$\alpha = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

y admitimos esa hipótesis, en la experiencia de Michelson y de Morley, para el rayo luminoso que se desaloja a lo largo de un paralelo terrestre, también tenemos que admitirla para el rayo que se mueve a lo largo de un meridiano.

Algunos, entre los matemáticos, han pretendido que las ecuaciones de Lorentz deben considerarse como absoluta e indiscutiblemente verdaderas, y "como rigurosísimas y exactísimas", como lo ha escrito el Profesor Guido Fubini, de la R. Universidad de Turin, al autor de esta memoria; porque se ha dicho, un matemático como Lorentz no se discute, porque las matemáticas no son una simple opinión.

Pero, en verdad, como lo he probado en otro escrito con claros ejemplos, en matemáticas puede suceder que se obtengan resultados absurdos e inadmisibles, aun cuando se apliquen fórmulas entre las más admitidas por todos, como lo es la fórmula del binomio de Newton. Y yo, siendo también matemático, digo que los que creen que las matemáticas no son una simple opinión, que no se pueden discutir, sino que se deben aceptar siempre por verdaderas y a ojos cerrados, digo, pueden ser tan inteligentes como el que dijera que se debe aceptar como verdadero, "a priori" sin ningún examen, lo que dice un prestidigitador. Porque ciertas matemáticas, como lo hemos visto, sobre todo las llamadas "altas mate-

temáticas", pueden a veces convertirse en arte de prestidigitación.

Tanto es esto así, que el gran matemático Einstein ha pensado que a él también le podían salir bien ciertos juegos de Lorentz. Ha pensado que si se admite, en general la hipótesis de la contracción de Lorentz, se forma una Mecánica diferente de la de Galileo y de Newton, respecto no sólo al espacio sino también al tiempo. Ha desarrollado y lanzado una Mecánica nueva, ha deducido, por medio de pruebas y de razonamientos erróneos, las ecuaciones de Lorentz, y los ha tomado como ecuaciones fundamentales de su teoría.

Se dijo entonces:

1º *La experiencia de Michelson y Morley es una confirmación de la teoría de la relatividad de Einstein*, porque esta teoría lleva a las ecuaciones de Lorentz y estas ecuaciones dan el mismo resultado obtenido por Michelson y por Morley. Mas, como hemos visto, lo que se debía haber dicho es que tales ecuaciones son erróneas, y, por tanto, es errónea e inadmisibles la teoría de Einstein. De todas maneras, el resultado experimental de Michelson y Morley se puede obtener con razonamientos sencillos y obvios, sin recurrir a la hipótesis de la contracción de Lorentz, o a otras análogas e igualmente arbitrarias.

2º *Las ecuaciones de la teoría de la relatividad están de acuerdo con el resultado de la experiencia de Fizeau obtenido sobre el agua*, es decir, con el resultado

$$W = w + \left[1 - \frac{1}{n^2}\right]v$$

con $n = \frac{c}{w}$ = índice de refracción del fluido. Porque, dice Einstein, en el caso de la experiencia de Fizeau esta ecuación da el resultado:

$$W = \frac{v+w}{1 + \frac{vw}{c^2}}$$

y si se desprecia el valor de $\frac{vw}{c^2}$ comparado con la unidad, la relación se transforma en

$$W = (w+v) \left[1 - \frac{vw}{c^2}\right]$$

o también, poniendo

$$\frac{v^2w}{c^2} = 0$$

en la

$$W = w + \left[1 - \frac{w^2}{c^2}\right]v = w + \left[1 - \frac{1}{n^2}\right]v$$

lo que halló Fizeau.

Pero esto no es obrar matemáticamente sino hacer arte de prestidigitación, porque no se hace más que rechazar, igualando a cero, las cantidades que nos incomodan, para hallar el resultado apetecido.

Admitamos, por hipótesis, todo lo que dice Einstein, es decir, que la fórmula:

$$W = \frac{v+w}{1 + \frac{vw}{c^2}}$$

dada por la teoría de la relatividad de Einstein, sea correcta y, por tanto, dé el mismo resultado, poco más o menos, que da la fórmula

$$W = w + \left[1 - \frac{1}{n^2} \right] v = w + \left[1 - \frac{w^2}{c^2} \right] v$$

hallada experimentalmente por Fizeau.

Si esto es cierto, deben los segundos miembros de dichas ecuaciones ser iguales. Entonces igualémoslos y si esta igualdad lleva a un resultado conforme al verdadero, tenemos que decir que la hipótesis es verdadera, y la teoría de la relatividad de Einstein es verdadera. Pero si el resultado es erróneo, necesariamente es falsa la teoría de Einstein.

Pues bien se halla:

$$\frac{v+w}{1 + \frac{vw}{c^2}} = w + \left[1 - \frac{w^2}{c^2} \right] v = w + v - \frac{vw^2}{c^2}$$

$$v+w - \left[1 + \frac{vw}{c^2} \right] \left[w + v - \frac{vw^2}{c^2} \right] = w + v - \frac{vw^2}{c^2} + \frac{vw^2}{c^2} + \frac{v^2w}{c^2} - \frac{v^2w^3}{c^4}$$

$$0 = \frac{v^2w}{c^2} - \frac{v^2w^3}{c^4}; \quad \frac{v^2w^3}{c^4} = \frac{v^2w^2}{c^2}; \quad \frac{w^2}{c^2} = 1; \quad w^2 = c^2$$

Pero si esto fuera cierto la fórmula de Fizeau

$$W = w + \left[1 - \frac{w^2}{c^2} \right] v$$

sería errónea, porque se simplificaría en $W = v$. Además, el índice de refracción de todos los cuerpos debería ser igual a 1, lo que no es cierto. De manera que no es posible aceptar la hipótesis de que sea exacta la teoría de Einstein.

De la misma manera se debe proceder para saber si la teoría de Einstein responde a la verdad en asuntos de Mecánica, en donde se debe considerar magnitudes o cantidades inmensamente grandes o infinitamente pequeñas, las cuales escapan, en cierto modo o a lo menos en parte, a los sentidos del hombre. De manera que se prestan a misticismos y trucos. Nosotros más bien debiéramos considerar algún principio que nos indique la experiencia, con numerosas confirmaciones, y que estuviera de acuerdo con la Mecánica de Einstein.

Si algún principio es cierto, porque esté confirmado por la experiencia de manera continua, es éste el llamado de la *energía de movimiento o fuerza viva*. La expresión del valor de la energía de movimiento de un cuerpo dada por la Mecánica de Galileo y de Newton, es $\frac{mv^2}{2}$ o sea es el semiproducto de la masa m de un cuerpo por el cuadrado v^2 de la velocidad. Ahora bien, si se iguala el valor de esta expresión con el que da la teoría de Einstein

se halla, como consecuencia, que si se consideran dos cuerpos cuyas velocidades v y v' son diferentes, deberá resultar $v = v'$

Este resultado es tan absurdo que basta por sí solo para decir que en cuanto a la Mecánica la teoría de Einstein es evidentemente errónea. Alguien podría objetar: *la teoría de Einstein nació de la interpretación de los resultados de las experiencias de Fizeau y de Michelson y de Morley relativas al éter y para establecer si existen o no ligamentos entre la materia ponderable y el éter que la rodea, y es así como la teoría debe considerarse.*

Pero, yo digo, que respecto al éter es que Lorentz primero y Einstein después, han cometido un grave error. En efecto, según Einstein (1) y también según Lorentz, las experiencias de Michelson y de Morley probarían que el éter luminoso (y el éter en general), debe ser considerado como inmóvil, porque las experiencias hechas probarían que el éter no participa en absoluto en los movimientos de la materia ponderable. De aquí se deduce que el fenómeno de la aberración de la luz es favorable a la hipótesis del éter inmóvil.

Pero hemos visto que esta interpretación de la experiencia de Fizeau es arbitraria y está en contradicción con la misma experiencia. En efecto, la hipótesis de la inmovilidad del éter respecto de la materia ponderable, es decir, la hipótesis de que el éter no tiene ninguna parte en los movimientos de la materia ponderable, equivale a la hipótesis de que entre la materia ponderable y el éter no existe ninguna relación. Pero si así fuera, si, como lo dice Einstein, cuando se imprime a la materia ponderable (como el agua de la experiencia de Fizeau) cierto movimiento, el éter no participara de ese movimiento, de manera de poderse considerar como inmóvil y como fijo respecto a la materia ponderable, resulta evidente que la velocidad de la transmisión de la luz en el tubo de Fizeau habría debido ser la misma independientemente del hecho de que el agua contenida en el tubo estuviera en reposo o en movimiento. Por tanto, las velocidades W y w deberían resultar iguales, es decir, la experiencia habría tenido que dar $W = w$ y Fizeau halló:

$$W = w + \left[1 - \frac{1}{n^2} \right] v$$

Y no se puede decir que el resultado $W = w$ fue el hallado por Fizeau para el aire, obteniéndose una confirmación de la hipótesis, porque, como hemos ya dicho, respecto al aire se obtiene que n es casi igual a 1 (igual a 1,0002946), y que, por consiguiente, el valor de $\left[1 - \frac{1}{n^2} \right] v$ resulta tan pequeño que escapa a los sentidos del hombre, es decir, que prácticamente es despreciable, como una magnitud lineal que fuera igual a cero hasta seis decimales y que no se pudiera observar sino hasta la quinta decimal; como se escaparían, en cierto modo, por ser prácticamente despreciables para un

(1) Véase "L'éther et la théorie de la Relativité", par Albert Einstein. Paris, Gauthier-Villars Ed., Paris, año 1921. Pág. 9.

contabilista, dos o tres milésimas o diez milésimas de franco, cuando hiciera sus cálculos, no pudiendo contar sino con la segunda decimal, es decir, llegando a las centésimas solamente.

Volviendo a la experiencia de Fizeau, las cosas cambian cuando se trata del agua, para la cual se tiene $n = \frac{4}{3}$ aproximadamente, luego

$$1 - \frac{1}{n^2} = 1 - \frac{1}{(\frac{4}{3})^2} = 1 - \frac{9}{16} = \frac{7}{16}$$

y no pequeñísimo como para el aire.

Por tanto, se debe decir que la experiencia de Fizeau sobre el agua es la que vale.

En cuanto al aire, se puede pensar que hay un ligamento entre sus partículas ponderables y el éter que se interpone entre ellas, pero que necesariamente es menor que para el agua. Mas no se puede decir que por ser muy pequeño no existe ningún ligamento. Porque si no existiera, si un movimiento de las partículas ponderables no tuviera ninguna influencia o acción sobre las partículas del éter, por el hecho de que la luz se transmite a través del éter y por medio del éter, debería resultar que la velocidad de la transmisión de la luz es la misma independientemente del hecho de que el éter esté más o menos mezclado a partículas ponderables. Porque estas partículas ponderables no deberían tener ninguna influencia sobre el éter, el cual debería ser inmóvil, independientemente del hecho de que la materia ponderable exista o no, se mueva o no. Debería resultar, por tanto, que la velocidad c de transmisión de la luz en el éter puro, o mejor, en el vacío de materia ponderable, es la misma que en el aire y que a través de cualquier gas; luego en la experiencia de Fizeau habría debido resultar $c = w$ $\frac{c}{w} = 1$ = al índice de refracción del aire. Este resultado no fue hallado por Fizeau en su experiencia sobre el aire, y es erróneo, porque el experimento dice que para el aire el índice de refracción es más o menos igual a 1,0002946, y no a la unidad.

Hay más. Lo que se ha dicho para el aire puede decirse para cualquiera otro gas, y para cualquiera otra sustancia. Se obtiene así que la velocidad de transmisión de la luz debería ser la misma, igual a c lo mismo para el éter, que para cualquier cuerpo; que en la relación $\frac{c}{w} = n$ = al índice de refracción, debería resultar $c = w$ y, por tanto, $n = 1$ es decir, el índice de refracción de la luz debería ser igual a 1 para cualquier cuerpo, lo que no es cierto.

Además, un rayo luminoso no debería jamás desviarse cuando pasa del éter a una materia ponderable cualquiera, o a un espacio ocupado por una sustancia cualquiera, porque las partículas luminosas y etéreas que transmiten la luz no deberían sufrir ninguna acción o influencia de parte de la materia ponderable. *Lo que tampoco es cierto.*

Además, un rayo luminoso no debería jamás desviarse cuando pasa del éter a una materia ponderable cualquiera, o a un espacio ocupado por una sustancia cualquiera, porque las partículas luminosas y etéreas que transmiten la luz no deberían sufrir ninguna acción o influencia de parte de la materia ponderable. *Lo que tampoco es cierto.*

Además, un rayo luminoso no debería jamás desviarse cuando pasa del éter a una materia ponderable cualquiera, o a un espacio ocupado por una sustancia cualquiera, porque las partículas luminosas y etéreas que transmiten la luz no deberían sufrir ninguna acción o influencia de parte de la materia ponderable. *Lo que tampoco es cierto.*

Ahora, veamos el fenómeno de la aberración de la luz estelar, que consiste en un desalojamiento

que sufre la luz a causa del movimiento terrestre. Este fenómeno es análogo al que presentan las gotas de agua lluvia observadas desde un vehículo en movimiento.

Como se sabe, Bradley, quien descubrió el fenómeno después de observaciones astronómicas, se sirvió de esto para determinar la velocidad de la luz, llegando a un número muy próximo al hallado experimentalmente por Römer. Así se tiene una confirmación experimental de las hipótesis y del razonamiento hechos por Bradley. Y como Bradley no sabía nada de la teoría de la relatividad de Einstein, así se puede decir que no es necesaria esta teoría para explicar el fenómeno de la aberración de la luz proveniente de las estrellas (1).

Por otra parte, este fenómeno se puede explicar con razonamientos y consideraciones muy sencillas. En efecto, las partículas de éter pueden sufrir una acción por parte de las partículas ponderables en cuanto se hallan en vecindad de estas partículas. Esta condición no se verifica a partir del instante en que un impulso etéreo-luminoso pasa fuera de la atmósfera gaseosa que rodea (generalmente) a los cuerpos celestes. De donde se puede decir, respecto a una impulsión proveniente de una estrella y enviada de la estrella a la tierra que a lo largo del espacio que se interpone entre la atmósfera gaseosa que rodea a la estrella y la que envuelve a la tierra la luz debe propagarse en línea recta, en cuanto se propaga en el éter puro o casi puro, en un medio al que corresponde un índice de refracción que no varía, y es igual a la unidad. Esto debe tener lugar independientemente del hecho de que la luz se propaga en línea recta con la velocidad de cerca de 300.000 km. por segundo, comoquiera que la estrella y la tierra se mueven, como si el medio etéreo que se interpone entre los dos cuerpos celestes estuviera inmóvil y fijo con respecto a los dos cuerpos.

En suma, se puede decir que respecto al espacio que se interpone entre la atmósfera gaseosa que envuelve una estrella y la que rodea a la tierra, es permitido considerar el éter como fijo e inmóvil relativamente a los dos cuerpos celestes, y como libre en las relaciones materiales de estos dos cuerpos.

Pero de ser cierto esto, en el caso particular de una estrella y de la tierra, separadas por una enorme distancia, no se sigue en absoluto que sea verdadero en general y siempre. Porque razonando así se viene a caer en el error enorme de pretender que lo que es verdadero en un caso particular deba considerarse siempre como verdad en todos los casos. Y que se trata de un error o de un pseudo-modo de razonar que conduce al error, es evidente, porque basta, para convencerse, observar que el caso de una estrella y de la tierra (el caso de dos cuerpos a enorme distancia), tiene por correlativo, respecto de los cuerpos que se hallan sobre la tierra, el caso de dos moléculas o partículas ponderables que

(1) Véase lo dicho al respecto por Galvato en los números anteriores de esta Revista.—Nota de la Redacción.

pertenecen a un gas extremadamente enrarecido. Porque también respecto de un gas extremadamente enrarecido la distancia media entre las moléculas o partículas ponderables es muy grande y hasta grandísima en comparación con las moléculas mismas, distancia que va aumentando con el aumento del enrarecimiento.

En un gas extremadamente enrarecido la masa Δm de éter ligado o vinculado a las moléculas, y que forma una especie de atmósfera alrededor de las moléculas, es pequeñísima, y despreciable en comparación con la masa m del éter que se interpone entre las moléculas. Por tanto en la relación:

$$\frac{m + \Delta m}{m} = \frac{c^2}{w^2} = n^2$$

en que n es el índice de refracción, se puede despreciar a Δm en comparación con m ; luego la relación se simplifica así:

$$\frac{m}{m} = 1 - n^2 = \frac{c^2}{w^2}$$

de donde

$$c^2 = w^2 \quad c = w \quad \frac{c}{w} = n = 1$$

En el caso, pues, de un gas extremadamente enrarecido, el índice de refracción debe ser igual a la unidad, y la velocidad de transmisión de la luz a través de ese gas debe ser igual a la velocidad a través del éter. Esto lo confirma la experiencia.

Lo dicho es verdad en el caso particular de un gas extremadamente enrarecido o sea en el caso de Δm despreciable en comparación de m ; pero no en general.

En efecto, intentemos condensar el gas, cuyo volumen V supongo se reduzca a la mitad, es decir a $\frac{1}{2}V$; hagámoslo disminuir todavía más hasta $\frac{1}{4}V$ y así sucesivamente. A un volumen mitad (permaneciendo invariable la cantidad o masa ponderable del gas) corresponderá una distancia media mitad entre sus moléculas, y una cantidad mitad, o próximamente, del éter que se interpone entre las moléculas, y que se puede considerar como libre respecto de ellas. Esto mientras que la cantidad Δm de éter vinculado a las moléculas permanece la misma, por el hecho de que el número de moléculas o partículas ponderables no varía. (Suponiendo que no varíe la temperatura del gas).

A un volumen $\frac{1}{4} \frac{1}{8} \frac{1}{16} \dots$ del inicial corresponde una distancia $\frac{1}{4} \frac{1}{8} \frac{1}{16} \dots$ de la relativa al gas enrarecido, y una cantidad $\frac{1}{4} \frac{1}{8} \frac{1}{16} \dots$ de éter libre, permaneciendo casi invariable la del éter sujeto a ligamento o que se puede considerar como tal.

De esta manera el valor de Δm que no varía, va haciéndose cada vez más grande en comparación de m que va disminuyendo con el progreso de la condensación; luego a partir de un cierto instante se tiene que en la relación $\frac{m + \Delta m}{m} = \frac{c^2}{w^2} = n^2$ el va-

lor de Δm cesa de ser despreciable comparado con m y el índice de refracción va aumentando a partir de 1. Se tendrá $\frac{c^2}{w^2} = n^2$ con $n > 1$; luego

$$c > w \quad \text{y} \quad w < c$$

Todo esto está confirmado por la experiencia.

Para fijar las ideas supongamos que el gas sea vapor de agua recalentado. Condensándolo, llegará un momento en que llega al punto de condensación máxima de vapor, en cuyo estado se dice que el vapor está saturado. A este estado de condensación máxima debe corresponder un valor máximo del índice de refracción; luego, en general, el índice de refracción de un vapor saturado debe ser mayor que el índice de refracción de la misma sustancia en el estado de vapor recalentado; y la experiencia lo comprueba. Si hacemos disminuir el volumen ocupado por el fluido, la sustancia pasará al estado líquido. Y como en este estado tiene mayor densidad que siendo vapor o gas, se podrá decir que el índice de refracción de una sustancia en el estado líquido debe ser mayor que en el estado de vapor o de gas. También esto se comprueba con la experiencia. Condensando más la sustancia, pasará al estado sólido y como a este estado corresponde, en general, mayor densidad, se podrá decir que el índice de refracción de una sustancia pura en el estado de sólido debe ser mayor que en el estado de líquido; lo que comprueba la experiencia.

El error de suponer que lo que es verdadero en un caso particular lo es en general, ha dado motivo a largas e inútiles discusiones en perjuicio de la ciencia.

Lo que ha sucedido respecto de la luz y de las teorías concebidas por los sabios para darse cuenta de los fenómenos luminosos, ya se considere la teoría de la emisión de la luz o de Newton, ya la ondulatoria o vibratoria de Huyghens y de Fresnel, ello es un ejemplo de la pérdida de tiempo en largas discusiones, para ver cuál de las dos teorías debe considerarse como verdadera; porque no se ha querido admitir que lo que es verdadero en un caso particular, puede no ser cierto en general y siempre. Los newtonianos han admitido la teoría de la emisión y sus consecuencias de un modo absoluto; lo mismo han hecho los partidarios de la teoría ondulatoria. Pero hechos muy sencillos dados por la experiencia bastan para dar la razón a ambos, y el error consiste en que ambas teorías tienen parte de razón, pero no toda. En efecto, cuando se habla, cuando un músico sopla en un instrumento emitiendo un sonido, cuando un gas, como el aire, el vapor de agua, etc., son emitidos con cierta violencia y chocan contra el aire que los rodea, como sucede con el pito de una locomotora, con la sirena de un puesto de alarma, etc., la causa del sonido es una emisión de partículas que proceden de la causa de la perturbación acústica. El movimiento engendrado por la emisión es en este caso oscilatorio, o vi-

bratorio. Y para convencerse de esto, basta escuchar el sonido emitido por la sirena de un puesto de alarma, cuando está para terminar la llamada y las oscilaciones disminuyen poco a poco de intensidad hasta extinguirse.

El que no quiera atender consideraciones u observaciones tan sencillas, podría determinar experimentalmente, con instrumentos especiales, la longitud de onda, el periodo de oscilación, etc., y después de esto concluir diciendo que la causa de la emisión de la luz de parte de un cuerpo puede buscarse en una emisión de partículas etéreas por el cuerpo, o ya que la luz se ha transmitido por ondas esféricas, lo que corresponde a un movimiento oscilatorio o vibratorio del éter.

Lo que no es cierto y no se debe decir, por ejemplo, es que lo que es verdadero en el caso de una serie de bolas elásticas de billar, colocadas en fila y golpeadas en uno de sus extremos de la serie, lo debe ser en el caso de la transmisión de la luz, como lo dicen los newtonianos.

También es verdad decir que el éter vibra, como lo sostiene Fresnel; pero no lo es decir, por lo menos en general, que vibra como un sólido, y, por tanto, que el éter deba considerarse como rígido y rígido como el acero; que es lo que dice Fresnel y admite Einstein.

Los ejemplos vistos del silbato de una locomotora, de la sirena de un puesto de alarma, de los instrumentos musicales, en los cuales la emisión de partículas ponderables es causa del sonido, dicen también que la razón principal está en contra de la teoría de la emisión de la luz, porque no hay fundamento para decir que si la teoría de la emisión fuera verdadera debería también agregarse el impulso de una partícula luminosa al impulso de otra partícula, obteniéndose siempre un impulso mayor; es decir, que la luz agregada a la luz debería dar mayor luz. Por consiguiente así no sería posible el fenómeno de la interferencia de la luz, fenómeno que consiste en que en ciertas condiciones agregando luz a luz se obtiene oscuridad; como en casos análogos agregando sonido a sonido se obtiene silencio (interferencia del sonido).

En efecto, si consideramos el sonido emitido por el silbato de una locomotora, la causa del sonido es, ciertamente, una emisión de partículas o moléculas de vapor de agua, pero a pesar de esto el sonido se transmite por ondas, que pueden interferir. Supuesto esto, es natural que puedan interferir y tengan que interferir las ondas luminosas, aunque sean producidas por partículas etéreas.

Un ejemplo clásico de los errores a que conduce el principio de la verdad absoluta y general lo suministra la teoría según la cual el éter debería considerarse como un sólido rígido, de una rigidez y solidez comparables a las del acero. Esta teoría ha

sido afirmada por Fresnel, desarrollada por Lord Kelvin y admitida por Einstein (1).

Fresnel explicó que las vibraciones u oscilaciones luminosas son casi siempre transversales, como las vibraciones de las barras y de las láminas metálicas. Ahora bien, como las vibraciones luminosas se transmiten por medio del éter, y a través del éter, así el éter vibra, según Fresnel, transversalmente, luego debe considerarse como un metal, y como un sólido, es decir, rígido. Lord Kelvin, partiendo de la misma hipótesis, ha hallado que la velocidad de transmisión de un movimiento vibratorio a través de un sólido metálico es tanto mayor cuanto mayor es la dureza y rigidez del metal. Y como la luz y el calor se transmiten a través del éter con la velocidad de 300.000 kms. por segundo y esta velocidad es mucho mayor que la de la transmisión del calor y del sonido a lo largo del más rígido y duro de los metales, se debe concluir como dice Lord Kelvin, que el éter se maneja como un metal durísimo, y sumamente rígido, más que el más duro de los aceros. Pero esto es absurdo, porque si el éter existe, debe ser atravesado por los cuerpos celestes y debe ser desalojado por éstos durante sus movimientos. Estos desalojamientos no serían posibles si el éter tuviera una dureza y una rigidez mayor que la del más duro y más rígido de los metales. No vale decir que la resistencia del éter, que sería grandísima, se puede considerar nula cuando se considera el movimiento de los cuerpos celestes.

Y como entre los cuerpos celestes, necesariamente se halla alrededor de nuestro cuerpo y cuando nos movemos tenemos que desalojarlo durante el movimiento. Si fuera cierto que tiene la rigidez del acero no podríamos evidentemente movernos a través de él. Naturalmente, esto es absurdo, y de ahí que algunos físicos se preguntan si existirá el éter.

Pero si el éter existe, es absurdo el razonamiento, o mejor, la hipótesis de Kelvin, de que el éter se maneja como un metal duro, como el más duro de los aceros.

¿Cuál es la causa del error de Fresnel y de Kelvin? Es la de haber pensado que si las vibraciones luminosas son transversales, el éter debe ser como un metal, cuyas vibraciones son transversales. Pero hubieran debido ver si solamente las vibraciones luminosas se transmiten por medio del éter, o si también las ondas eléctricas, y las sonoras, pueden transmitirse por medio del éter. Si hubieran tenido que concluir que sí, porque la realidad y la experiencia lo confirmaban, entonces habrían debido decir:

“Está bien; las vibraciones luminosas se transmiten por medio del éter y son transversales, como son transversales las vibraciones de los metales, y, por tanto, el éter obra como un metal, pero también es cierto que las demás vibraciones longitudinales pueden transmitirse por medio del éter, así los ga-

(1) "L'ether et la théorie de la Relativité" par Albert Einstein. Pág. 5.

ses vibran longitudinalmente, como sucede cuando un gas transmite un impulso sonoro, y el éter obra como un gas". Continuando en esta investigación, lo que haremos al estudiar la electricidad, tenemos que concluir que el éter debe ser considerado como un gas ultra enrarecido, y le corresponde una densidad extremadamente pequeña.

Por ahora, nos limitaremos a contestar la siguiente pregunta relativa a las ondulaciones u oscilaciones eléctricas. ¿Las oscilaciones son transversales como las luminosas o longitudinales, como las sonoras transmitidas por un gas?

De la teoría de Maxwell sobre la naturaleza eléctrica de la luz se ha deducido que si las ondulaciones luminosas son ondulaciones eléctricas, y las ondulaciones luminosas son transversales, deben ser transversales las ondulaciones eléctricas.

Pero en ciertos casos, como en las radiaciones Rontgen o rayos X, en algunas emitidas por sustancias radioactivas γ , especialmente, en las ondas hertzianas, siendo eléctricas, dan lugar a oscilaciones preferentemente longitudinales, como las del sonido. Y de aquí algunos han deducido que las ondulaciones eléctricas son longitudinales. Pero aquí se trata por ambos aspectos del tantas veces citado error de pretender que lo que es verdadero en casos particulares debe ser siempre verdadero en general. Las oscilaciones eléctricas son transversales y longitudinales, luego pueden tener razón, en parte, los que opinan en una u otra forma.

Para aclarar las ideas, consideremos el movimiento de la luna alrededor de la tierra, asimilando el movimiento de la luna respecto a la tierra al movimiento de una partícula etérea o eléctrica respecto de un núcleo molecular, y haciendo corresponder este núcleo o molécula a la tierra.

La luna da una vuelta alrededor de la tierra en 27 días y cerca de ocho horas, luego da aproximadamente 12 revoluciones alrededor de la tierra en un año, tiempo que la tierra emplea a dar una vuelta alrededor del sol. El movimiento de la luna es, pues, espiraliforme y el eje de la espiral está representado por la línea o trayectoria que la tierra describe alrededor del sol (órbita de la tierra).

En un mes, aproximadamente, (tiempo de una revolución de la luna alrededor de la tierra) la luna se mueve en planos casi normales al eje de la espiral. Este movimiento de la luna en planos normales al eje de la espiral es un movimiento transversal y oscilatorio, porque se repite periódicamente en sentidos opuestos, y el período de la oscilación es de veintisiete días y ocho horas. Pero la luna se mueve también a lo largo del eje de la espiral, a lo largo de la trayectoria que describe la tierra alrededor del sol, porque es arrastrada por la tierra en su movimiento, y el movimiento de la luna a lo largo del eje de la espiral es un movimiento longitudinal.

También este movimiento longitudinal es oscilatorio, porque la tierra da una revolución alrededor del sol en un año, moviéndose en un sentido duran-

te seis meses y en sentido contrario, aproximadamente, los otros seis meses, de manera que puede decirse que el período de las oscilaciones longitudinales de la luna, o tiempo de ida y de regreso es de un año, es decir, de doce meses. La tierra, y con ella la luna que arrastra la tierra en su movimiento alrededor del sol, describe, a su vez, una línea espiral, que tiene por eje la trayectoria que recorre el centro del sol en su movimiento en el espacio.

Por tanto, se puede decir que el movimiento de espiral de la luna es transversal respecto al eje de la espiral relativa, y también longitudinal: son movimientos oscilatorios uno y otro. El período de las oscilaciones transversales es de 27 días y ocho horas, y el de las oscilaciones longitudinales es de 12 meses, y, por tanto, doce veces más grande que el período transversal.

Sería un error deducir de la constancia de las oscilaciones transversales que existen sólo éstas, como lo sería decir que sólo existen las longitudinales porque algunas observaciones parciales así lo muestran.

Ahora bien, démonos cuenta del hecho de que las oscilaciones luminosas como lo prueban los fenómenos de polarización, son transversales, es decir, que las oscilaciones se verifican en planos más o menos normales a la línea de propagación de la luz, y de que en la transmisión del sonido a través de los gases, y por medio de los gases, las oscilaciones son casi siempre longitudinales, es decir, se verifican en la dirección de la propagación del rayo sonoro.

Consideremos una partícula de éter que forma parte de la atmósfera etérea ligada a una molécula de un gas, y obligada a seguir la molécula en sus movimientos: una partícula en estas circunstancias puede compararse a la luna, en relación con el movimiento de la tierra. En otros términos: como la luna está obligada a girar alrededor de la tierra y debe seguir a la tierra en sus movimientos, así la partícula de éter no puede moverse sino alrededor de la molécula entre los límites de la atmósfera de éter que le corresponde, que está ligada con ella, y está obligada a seguir la molécula en sus movimientos, correspondiendo el movimiento de la molécula al movimiento de la tierra. La tierra describe en un año cierta órbita alrededor del sol, órbita que se aproxima a la elipse; la luna, teniendo que seguir a la tierra en su rotación alrededor de ella, describe una espiral, una línea solenoidal, que tiene por eje la línea recorrida por la tierra. Y hace una oscilación alrededor de este eje en cerca de un mes; oscilaciones que suceden o se verifican en direcciones más o menos normales al eje de la espiral, a la línea según la cual se mueve la tierra.

Ahora bien, el movimiento de la tierra tiene por correlativo el de la molécula de un gas, cuando transmite una oscilación sonora. Por tanto, la oscilación de esta molécula debe verificarse en el sentido del movimiento, en el sentido del rayo sonoro, como enseña la experiencia.

Y el movimiento de la partícula etérea ligada a la molécula (electrón) debe ser espiroidal, como lo ha hallado experimentalmente William Crookes.

Tratemos ahora de las oscilaciones eléctricas. Propongámonos transmitir un impulso eléctrico en la dirección *AB*. Tomemos un resonador de Hertz, es decir, un anillo metálico abierto por dos puntos cercanos, y que por medio de las chispas que saltan entre dichos puntos, se revele la presencia de fuerzas eléctricas. En seguida dispongamos este anillo o resonador en planos normales a la línea de transmisión *AB*.

Experimentalmente se verán salir chispas en lugares fijos separados por un intervalo constante. Conociendo este intervalo, puedo saber cuál es la longitud de la onda y decir, además, que la oscilación es transversal. Se observa todavía algo más: desalojado el anillo a lo largo de la línea de transmisión, y manteniéndolo en planos paralelos (en lugar de normales) a esa dirección, como antes, se producen chispas, que tienen máximos y mínimos en lugares fijos separados por un intervalo constante, intervalo que es diferente al hallado anteriormente.

Conociendo este intervalo se puede sacar la longitud de onda y se puede, además, decir que la oscilación es longitudinal.

Componiendo las dos oscilaciones se obtiene la ondulación eléctrica resultante verdadera; de manera que se puede decir que la ondulación es transversal y longitudinal.

En algunos casos puede suceder que ciertas oscilaciones sean de preferencia transversales, y según el autor de esta memoria, tal es el caso de las ondulaciones luminosas. En otros casos, y es lo más general, deberán considerarse ellas como transversales y longitudinales, tal como aparece en las ondas eléctricas ordinarias o hertzianas.

Las ondas radiotelegráficas y radiotelefónicas, que son ondas hertzianas, eléctricas o etéreas, pueden tener una longitud tal que sea preciso decir que son longitudinales o que por lo menos, prevalecen en ellas las longitudinales. Por ejemplo, supongamos que de la estación radiotelefónica de Londres se transmite una ondulación o vibración sonora a la estación de Nueva York. Para fijar las ideas supongamos que vamos a experimentar con un diapason normal, que da el *la*, y ejecuta 435 oscilaciones por segundo. Se hace vibrar este diapason delante del transmisor de la estación radiotelefónica. Estas vibraciones que son transversales, se transmiten al aire que se interpone entre el diapason y la lámina o plaquita del transmisor, vibrando el aire longitudinalmente.

Estas vibraciones se transmiten luego del aire a la lámina, que vibra transversalmente, y transmite las vibraciones que recibe a un circuito eléctrico recorrido por una corriente, haciendo oscilar esa corriente. Las oscilaciones que son la causa de estas

variaciones, por cuanto se transmiten a lo largo del hilo metálico recorrido por la corriente, se pueden considerar como longitudinales. Las vibraciones pasan en seguida del circuito recorrido por la corriente eléctrica a la antena de la estación emisora; de esta antena son transmitidas por ondas esféricas al éter que las recibe en parte, con una velocidad igual a la de la transmisión de la luz en el aire, velocidad que resulta de 299.000 km. por segundo.

En la estación receptora los impulsos proceden en sentido contrario, de la antena a un circuito recorrido por la corriente (vibraciones longitudinales) de éste a la plaquita metálica dicha (vibraciones transversales) del receptor; de esta plaquita al aire que está detrás de ella y por el aire al tímpano del oído que escucha (vibraciones longitudinales). Del tímpano pasan en fin estas oscilaciones a las células del cerebro, determinando esa sensación que llamamos sonora.

Sabemos por experiencia que la altura del sonido percibido por quien escucha, en la estación receptora, resulta igual a la del sonido emitido por la estación transmisora. Luego, y en el caso que se haga vibrar un diapason normal, resulta en la estación receptora la del sonido al que correspondan 435 oscilaciones por segundo.

Para terminar, me propongo ver si el principio de analogía y el de subordinación a los casos que se consideran y presentan, entendido en el sentido en que se informa la nueva Mecánica, son tan difíciles para entender y tan extravagantes, como algunos pseudo-científicos han pretendido verlo. Está bien que en el estudio de ciertos casos pueda convenir examinar un fenómeno más simple y ver la verdad que le corresponde, pero yo agrego:

La verdad relativa a un caso más simple, debe ser considerada como una verdad parcial, y no total ni absoluta. En otros términos, es una parte de la verdad que se investiga y no toda la verdad. Esto debe decirse aún en el caso más simple análogo al caso más complejo.

De aquí se sigue que la verdad relativa al caso más simple no debe extenderse al más complejo, sino que éste se debe examinar y considerar separadamente. Consideremos de nuevo la teoría de la emisión de la luz según Newton.

Newton explica el fenómeno de la transmisión de la luz, imaginando una serie de bolas elásticas, por ejemplo de billar, puestas en fila, de manera que sus centros estén sobre una línea recta: al recibir la primera un impulso, el movimiento se transmite elásticamente de bola a bola hasta la del extremo, y de la misma manera pasa con la luz que se transmite.

Esto es correcto, pero hasta cierto punto. Porque está bien decir que por ser el éter perfectamente elástico, es lícito comparar una partícula de éter a una bola elástica, pero si consideramos las bolas alineadas hay que ver si en el éter que transmite la luz las partículas están en fila, dispuestas según

una recta. ¿Y no será, por el contrario, más probable que las partículas estén dispersas en todo sentido? ¿Entonces, qué pasa? Que una partícula chocada o impulsada por efecto de una impulsión luminosa se desalojará a derecha o a izquierda, y apenas ella impulse las vecinas, éstas la harán rebotar, imprimiéndole movimientos en sentido contrario. En un instante dado de este movimiento, la partícula chocará o encontrará otras partículas, que la impulsarán en otro sentido, y así sucesivamente.

Sucedará, pues, que la partícula, a pesar de desalojarse longitudinalmente, deberá desalojarse también lateral o transversalmente, siguiendo una trayectoria sinusoidal aproximadamente. Esto es lo que indica la experiencia, cuando se consideran los fenómenos con detención y se construyen instrumentos aparentes para este estudio. La luz probablemente puede transmitirse según líneas, que es posible considerar como rectas, pero que no son exactamente rectas sino sinusoides que se separan muy poco de la recta, por lo menos para nuestros sentidos.

* * *

Volviendo al razonamiento de Fresnel sobre la teoría de la *metalicidad* del éter, digo que la tal adolece del error de creer que para todos los casos es verdadero lo que sólo lo es para la luz. En efecto, Fresnel hace notar que las ondulaciones o vibraciones son transversales. Ahora, si nosotros suponemos que la luz por el hecho de ser transmitida a través del éter, se transmite por medio de ondulaciones o vibraciones luminosas que son vibraciones del éter, y de ello concluimos que las vibraciones son transversales no nos equivocamos; empero, lo que es cierto para la luz no lo es, en general, para todos los fenómenos de propagación por ondas. Ahora, sucede también que los metales vibran transversalmente, luego la conclusión de que el éter, debiendo vibrar siempre transversalmente, es un metal, no es correcta por las siguientes consideraciones:

La luz se transmite, en general, por ondas esféricas, en todas las direcciones, y se transmite en un espacio de tres dimensiones.

A un cierto instante t llega un impulso luminoso a una superficie esférica de radio r hallándose la fuente luminosa en el centro de la esfera.

Para simplificar, consideremos la transmisión que deba verificarse según un radio de la esfera, según un espacio de una dimensión solamente. Es esto, en el fondo, lo que hace Newton pensando que una serie de bolas elásticas están colocadas según una línea recta, para explicar el fenómeno de la propagación de la luz.

Pero no se puede decir que obrando así se busque la verdad con posibilidades de éxito.

Para acertar en este camino es preciso considerar un caso más complejo que el del espacio de una sola dimensión, y menos complejo que el del espacio de tres dimensiones; es decir, conviene considerar el espacio de dos dimensiones, o sea una super-

ficie. Para eso consideremos nuestra esfera, dentro de la cual se transmitió y propagó la luz emitida desde su centro como fuente luminosa, y cortémosla por un plano que pasa por ese punto. Veamos cómo se transmite la luz en ese plano diametral. Supongamos que él sea como la superficie de nivel de un agua estancada. Lancemos al agua una piedra; en el acto se forman en la superficie ondas circulares que tienen por centro el punto de choque. Si examinamos estas ondas, hallamos que son transversales en su mayoría, como las ondas luminosas; luego deberíamos, siguiendo el razonamiento de Fresnel, para llegar a la *metalicidad* y solidez del éter, deducir que por el hecho de que las moléculas de los líquidos pueden oscilar o vibrar transversalmente y porque las vibraciones luminosas son transversales y estas vibraciones son etéreas, que el éter se maneja como un líquido.

Pero el éter no puede ser a la vez sólido y líquido; de aquí que uno de los dos razonamientos que han llevado a concluir lo uno o lo otro, es erróneo. Ambos parten del supuesto erróneo de que el éter se maneje en ciertos casos como un metal y en otros como un líquido y de que por esto se puede deducir que el éter es un metal o un líquido, como si un cuerpo que tiene una propiedad en común con otro se pudiera aceptar como que es de la misma sustancia y está en el mismo estado físico que el otro.

* * *

En algunos tratados de Física y en las escuelas se cree demostrar experimentalmente que las ondas líquidas que se forman mediante un choque sobre la superficie del agua estancada son transversales, diciendo de esta suerte:

Si se coloca sobre el agua un pequeño flotador, se ve que se levanta y se consume alternativamente sin transportarse horizontalmente. De aquí muchos físicos han deducido que las ondas elásticas deben considerarse como transversales y exclusivamente transversales, y que así deben considerarse también como transversales las ondas luminosas, las ondas etéreas. Pero esto no es ni razonar ni seguir el método experimental; porque si él se siguiera se pensaría que la verdad es relativa, tanto en los resultados de la observación, como de la experimentación, y entonces se diría:

¿Por qué el flotador sube y baja verticalmente? ¿Cuál es la fuerza a la que se debe este movimiento alternado y vertical?

Para contestar a esta pregunta, digo que el flotador está sometido a la acción de dos fuerzas, una de las cuales es la fuerza de la gravedad, que es vertical y dirigida de arriba hacia abajo, y la otra es el empuje del líquido, igual al peso de líquido desalojado por el flotador; esta fuerza también es vertical y dirigida de abajo hacia arriba. Si esta última fuerza (vertical) es mayor que la otra (también vertical y operante según la misma línea de acción), se obtiene una resultante que es vertical y está dirigida de abajo hacia arriba. Es ésta la fuer-

za que obliga al flotador a levantarse y a bajar con el nivel del líquido; y como la fuerza está dirigida verticalmente es natural que el flotador se levante y descienda verticalmente.

Pero el caso del flotador es distinto del que se presenta en el movimiento de las moléculas del líquido que participan del movimiento de la onda. Si se examina directamente este caso, se halla, como hallaron los hermanos Weber en 1825, que las moléculas del líquido no describen en sus oscilaciones segmentos rectilíneos, sino curvas casi cerradas. También se encuentra que cuando las ondas son regulares, estas curvas corresponden a circunferencias y que se tiene no sólo un desalojamiento en sentido normal o transversal a la línea de propagación de la onda sino también uno que se efectúa según esta línea. Luego la onda es transversal y longitudinal.

Cuando el desalojamiento transversal prevalece sobre el longitudinal, o viceversa, se dice que el desalojamiento es transversal o es longitudinal.

* * *

Los ejemplos que acabamos de considerar nos demuestran que el método experimental seguido de manera semejante puede inducirnos a error. Entonces, ¿cómo se debe considerar este método? ¿De una manera falsa o ilusoria, como lo es en el fondo el concepto de Einstein, quien dice que los sentidos no permiten apreciar y juzgar con criterio justo?

Einstein se refiere al caso de un tren que marcha con movimiento uniforme y rectilíneo, y de un via-

jero que se halla dentro y es observado por un peatón que está en la calle y ve pasar el tren.

El viajero deja caer una piedra por la ventanilla y la ve caer según una trayectoria rectilínea y dice que sus sentidos le muestran que recorre una línea recta. El peatón, por el contrario, la ve caer según un arco de parábola y dice, de acuerdo con sus sentidos, que la piedra cae describiendo una parábola. Ambos conceptos contradictorios no pueden ser ciertos a la vez, luego uno de los dos observadores está equivocado y ha sido engañado por sus sentidos.

Engaño sí ha habido para ambos, pero es porque el viajero y el peatón consideran el movimiento como absoluto, siendo relativo para cada uno de ellos. Piense el viajero que se mueve con el tren y, por tanto, posee cierta velocidad, y piense el peatón, que no posee ninguna... y ambos hallarán la razón del fenómeno; luego no son los sentidos los que los han engañado.

¿No será, más bien, su ignorancia que los engaña, como dice Leonardo da Vinci? ¿Es que no se piensa que los sentidos funcionan en un campo limitado, fuera del cual nada pueden decirnos?

Podemos, pues, decir que el engaño consiste en pretender que lo que parece verdad a nuestros sentidos, en cierta forma, debe considerarse como tal en sentido absoluto, y no relativo a los casos que se consideran.

No es cierto que lo que resulta verdadero en un caso particular debe admitirse sin excepciones como verdadero para todo caso general, porque podemos incurrir en grandes errores, aun cuando se consideren experiencias aparentemente claras.

Colegio de San Ignacio de Loyola — Medellín-Colombia.
 —Apartado 34 — Medellín, febrero 17 de 1938.
 Señor doctor don Jorge Alvarez Lleras, Director de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.—Bogotá.
 Apreciado doctor:
 Con gran placer hemos recibido el número 4 de la "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales", la cual nos ha parecido excelente sobremedida, digna de las naciones más civilizadas; por lo tanto, deseamos seguir siendo suscriptores a esta Revista, que verdaderamente honra a la Patria colombiana.
 En nombre del Colegio y mió propio, le doy los más sinceros agradecimientos por el número recibido y los demás que usted se dignará hacernos enviar.
 Soy de usted atento y seguro servidor.
 Colegio de San Ignacio de Loyola, Julio de J. Henao, S. J., Profesor de Ciencias Físico-Químicas.

Centro de Investigaciones Lingüísticas y Etnológicas de la Amazonia Colombiana.— Sibundoy (Putumayo-Por Pasto), 11 de marzo de 1938.
 Señor doctor don Jorge Alvarez Lleras, Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.—Bogotá.
 Muy distinguido y apreciado doctor:

Con ocasión de haber recibido este "Centro" el No. 1 de la Revista de la Academia que usted dignamente preside, tuve el honor de escribirle agradeciéndole su excepcional envío.
 Después hemos seguido recibiendo regularmente, además del importante "Bosquejo de Paleontología" tres otros números ya editados de su monumental publicación, que, como no es difícil comprobar, se mantiene por su presentación y contenido entre los primeros periódicos científicos del mundo.
 Dignese aceptar como canje, aunque muy modesto, la serie de estudios que he empezado a publicar sobre el estado actual de clasificación glotológica y bibliográfica de las lenguas aborígenes de cada Departamento, Comisaría e Intendencia de Colombia. Por el mismo correo tengo el gusto de despacharle los dos primeros números de la serie iniciada en "Bibliotecas y Libros", de Cali, Nos. 5 y 6 y nuestro folleto "Manual de Investigaciones Etnográficas".

Respecto a otras obras que hemos publicado, o en que hemos en algo contribuido, y que prácticamente las tenemos por agotadas, como por ejemplo el "Manual de Investigaciones Lingüísticas" (Clasificación, Cuestionarios, Fonética), y "Contribución a la Bibliografía sobre Ciencias Etnológicas de Colombia", de S. E. Ortiz, publicaciones ambas de la Imprenta Departamental de Pasto, procuraré siquiera pedir al Director de la Biblioteca Nacional que, si queda algún ejemplar, vea si puede enviárselo a su Academia.
 Oportunamente me llegó su atento oficio No. 272 de junio de 1937, en el cual usted tuvo la bondad de informarme que se incluyó mi dirección postal en los directores para continuar enviándome su lujosa y profunda Revista. Además, su amabilidad quiso honrarme con el ofrecimiento de que sería bien recibida toda aquella colaboración de orden científico que aquí juzgáramos a propósito para la Revista de su Ilustre Academia.

Dispense el atraso en la contestación, ocasionado durante los últimos meses por asuntos consiguientes a mi viaje de estudios americanistas a Quito, efectuado en las pasadas vacaciones.
 Su Revista resulta no sólo utilísima para nuestro "Centro" como para toda institución docente en general, sino que también es imprescindible para la identificación de los nombres científicos de las Ciencias Naturales colombianas, con los vulgares usados en los doce grupos de lenguas y costumbres distintas de la región estudiada especialmente por nuestro "Centro de Investigaciones".
 Es imposible, pues, ponderar cuán sincero y profundo agradecimiento le sentíremos por seguir siempre enviándonos su publicación, y cómo procuraremos corresponder en cuanto podamos.

Respecto a colaboración científica, desearía que, cuando sus tareas lo permitan, me manifestase la extensión que de ordinario o eventualmente piensen reservar en su Revista a las Ciencias antropológicas colombianas.
 Si prácticamente habrá que destinarle por lo menos la publicación de estudios técnicos cuya edición requiera elementos tipográficos (como diagramas fonéticos, mapas de Geografía Lingüística indígena colombiana, caracteres para la notación fonética, etc.), de que carecen en general las editoriales colombianas de revistas de Historia y Literatura, entonces podría pensar en dedicarle ocasionalmente algunos ratos para preparar la edición de textos

lingüísticos en notación fonética, y estudios sobre la complicada fonética kamsá, o de la lengua de los sibundoyes, que cuenta con mayor riqueza fonética que el castellano y que necesitaría tipos de cursiva como los indicados en la hoja adjunta.

En nuestros archivos y ficheros del "Centro" tenemos acumulados muchos materiales, entre otros siete lenguas inéditas, que si no los puede editar la revista colombiana mejor dotada, como es la suya, habremos de aceptar para su edición la invitación de las revistas extranjeras de París y Viena, con el consiguiente perjuicio de que, como es natural, entren al país pocos ejemplares de obras sobre Ciencias etnológicas colombianas, y hayamos de seguir sufriendo la lamentable escasez de fuentes etnológicas de que desde tanto tiempo adolecen nuestras bibliotecas.
 Por este motivo y otros comentados en la introducción a la "Contribución a la Bibliografía" arriba citada, me permito preguntarle si, en caso de aceptarse la colaboración, podríamos contar con varias docenas de ejemplares de tiradas aparte para los necesarios canjes con publicaciones de otros Centros americanistas.

Reiterándole la expresión de nuestros sentimientos de profunda gratitud, me suscribo de usted, señor Presidente, muy atento y seguro servidor.
 Fray Marcelino de Castelli, O. M. Cap. Director.

Instituto Botánico.—Quito, Ecuador, S. A.—Quito, a 8 de marzo de 1938.

Señor doctor don Jorge Alvarez Lleras, Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Director de la Revista de la misma Academia.—Bogotá.
 Distinguido señor Director:
 He recibido en el correo el No. 4 del volumen I de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias, de la cual es usted dignísimo Director.

Señor Director: ya mucho se ha comentado el inmenso valor de esta Revista, que, en verdad, no es sólo el exponente de la Ciencia colombiana, sino el de todos los pueblos hispano-americanos. En un comentario que acabo de escribir para "Flora", Revista botánica, y como órgano oficial del Instituto Botánico del cual soy Director, digo entre otras cosas: "Si existen revistas importantísimas de ciencias en Europa y los Estados Unidos de Norte América, las hay también en nuestra América y están éstas representadas, precisamente, por la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias. Tanto por el contenido como por la presentación, es una revista digna de parangonarse con las mejores de su clase. Colabora toda la ciencia colombiana por medio de sus representantes en las distintas especializaciones. . . . Creo que en la actualidad es la mejor revista sudamericana. Las publicaciones del doctor F. C. Hochae, de la Sección botánica y agrónomas del Instituto de Biología de San Paulo, Brasil, pueden competir en presentación, pero con la gran ventaja de que la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias, es más amplia, pues abarca las Ciencias en general, sean éstas puras o aplicadas, dando preferencia a las primeras, y de ahí que sea una verdadera Revista científica. . . ." Este comentario saldrá en el No. 3 de nuestra Revista botánica.
 Si, señor Director: ustedes han dado el mayor empuje a esta clase de trabajos, los más descuidados en nuestro Continente. Ustedes están dando ejemplo práctico de que nada hay difícil para el hombre en el mundo.

A las múltiples felicitaciones, bien merecidas, que usted está recibiendo, acepte la mía de la manera más sincera y modesta.
 Señor Director: recibí una tarjeta postal de acoso de recibo de nuestra revista "Flora", y en la que me indicó el envío del No. 4 de su Revista; pero desearía, si no es pedirle mucho, que nos envíe con nuestra dirección los números 1, 2 y 3, a fin de completar tan valioso aporte para nuestra biblioteca. A mi vez yo enviaré las publicaciones de esta dependencia universitaria y algunos trabajos míos. Mantendré desde esta ocasión un interviado ininterrumpido de publicaciones, y si ustedes gustan, remitiré ocasionalmente algún trabajo mío para su publicación y, además, es desde hoy colaborador nuestro y esperamos que usted acepte, ya que el honor es para nosotros.
 Del señor Director, muy atentamente,
 M. Acosta Solís, Director del Instituto de Botánica, Prof. de Botánica y Farmacognosia.

Bogotá, 9 de marzo de 1938.

Señor doctor Jorge Alvarez Lleras, Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.—E. S. O.
 Muy distinguido señor mío:
 Me complazco en expresarle mi agradecimiento por el

amable envío de los dos últimos números de la Revista de esta Academia, que usted tan dignamente preside.
 He apreciado su espléndida presentación y con tanto placer como provecho he leído algunos de los trabajos publicados. Muy sinceramente felicito a ustedes por esa Revista colombiana, que tan eficazmente sirve a la Ciencia y honra a su Patria.
 Le reitera las gracias su afectísimo servidor que atentamente le saluda,
 Luis de Zulueta

Cali, 10 de marzo de 1938.
 Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.—Bogotá.
 Muy señores míos:

Habiendo llegado próximamente del exterior y examinado la Revista, órgano de la Academia, he visto con asombro el grado de adelanto que en materia de ciencias ha alcanzado Colombia: y, como colombiano, no puedo menos que enorgullecerme y felicitar a la Academia por los triunfos obtenidos con la mencionada Revista.
 Deseo, pues, estimados señores, que me envíen su interesante publicación, lo que para mí sería un gran placer. Agradecería también que me enviaran, si no todos los números atrasados, por lo menos los últimos.
 Anticipándoles las gracias por la atención que les merezca la presente, quedo de ustedes atento y seguro servidor,
 P. M. Borrero C.

Municipio de Tunja.—Acueducto y Energía Eléctrica.—Tunja, 15 de marzo de 1938.

Señor doctor Jorge Alvarez Lleras, Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.—Bogotá.
 Muy señor mío:
 Agradezco a usted el envío de los cuatro primeros números de la Revista que es órgano de aquella Academia, y de la cual es usted Director muy ilustre.

Ningún valor tiene el elogio que yo pudiera hacer de ella, después de los que le han otorgado muy eminentes hombres nacionales y extranjeros y los órganos de la opinión pública de más reconocida autoridad, pero bástame decir a usted que dicha publicación es, por el material científico que la compone, su pulcrísima presentación y el fervor patriótico de quienes la animan, honra y presea de la Ciencia colombiana.
 Creo inútil añadir a usted que deseo se me siga favoreciendo con el envío de la Revista, y en espera de ello, me suscribo de usted, obsecuente servidor y colega,
 Gustavo Perry, Gerente de las Empresas Municipales.

Guatemala, 24 de enero de 1938

Señor doctor Jorge Alvarez Lleras — Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales.—Bogotá.—Apartado No. 25-84.
 Muy distinguido y fino amigo:
 He tenido la fortuna de recibir mi nombramiento, en nota de estilo, de Académico Correspondiente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, honor y distinción que a usted debe y agradezco infinito; y quiero patentizar a los señores doctores Luis Cuervo Márquez y José Joaquín Casas, por el digno medio de usted, mis sinceros agradecimientos por haberme propuesto, y a todos los señores Académicos por haber aceptado dicha proposición.

Acepto muy gustoso el nombramiento con que se me honra y distingo y hago votos porque todos encuentren en mí a un representante digno de formar parte de la prestigiosa Institución colombiana, y para merecer ese concepto espero que se me ocupe en cuanto redunde en prestigio y buen nombre de la Academia.

Al rendirle las gracias por tanta fineza me suscribo de usted con muestras de alta y distinguida consideración su muy atento servidor y amigo

Ulises Rojas, Director del Jardín Botánico de Guatemala — 10ª Av. Norte No. 4—Guatemala.

"Un magnífico despilfarro"

Despilfarrar, según la Academia, es "Consumir el causal en gastos desarreglados; malgastar, malbaratar".
 Leo en la página editorial del No. 4 de Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que algunas personas se quejan de que en esta publicación se comete el error de despilfarrar dinero. Los que tal juzgan o no conocen la Revista o ignoran el significado del verbo despilfarrar.
 No poca sorpresa me causó la queja de tales personas, aunque deba confesar que despilfarrar, pero no en el sentido que ellas le dan, si lo hay, y mucho en esa publicación; es un despilfarro de arte, de estética, de ciencia.
 Cada vez que leo esa importante Revista siento un pro-

fundo orgullo de ver que en mi Patria se edita una publicación tan hermosa, interesante y profunda, exponente irrefragable de la cultura que han alcanzado mis compatriotas.

Por eso inundó mi espíritu el desengaño al pensar en las quejas de algunas personas; pero pensé luego que esas personas son los mismos iconoclastas para quienes nada hay admisible porque son víctimas de carroña mental, y dignos del desprecio de sus conciudadanos.

Volviendo a la Revista, las láminas en colores son un deleite para la retina, y el nutrido y variado material científico, un halago para la inteligencia. De mí sé decir que jamás ha llegado a mis manos, entre las muchas revistas que recibo, ninguna que le iguale a esa Revista. Nada de extraño tiene, pues, que en el Exterior aprecien el mérito de dicha publicación, como lo demuestran las muchas cartas de felicitación que reciben sus Directores. Mis sinceros parabienes a éstos, y quíerolo Dios que la Revista continúe el despilfarro, a que me refiero.

Francisco Escobar. — Brooklyn, marzo de 1938 N. Y. U. S. A.

República de Colombia — Departamento del Atlántico—Colegio del Atlántico.—Barranquilla, 5 de marzo de 1938.
 Doctor Jorge Alvarez Lleras — Director de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.—Bogotá.
 Acuso recibo de los números 3 y 4 correspondientes al volumen I de la importantísima y admirable publicación científica que bajo su pulcra e inteligente dirección se edita.

Le agradecería tenga la bondad de enviarnos los dos primeros números del volumen antes mencionado, para tener completa tan loable recopilación y poder tener así para nuestro estudiantado otra ayuda en la realización, ampliación, investigación y consulta que reclama la elaboración de las tareas estudiantiles.
 Soy de usted con la mayor consideración,
 Juana de Roncallo — Directora.

Biblioteca cultural "Mamuel Jaramillo Malo". — Cuenca (Ecuador)—S. A.—Cuenca, 21 de marzo de 1938.

Ref. s. O. N.º 536.
 Señor doctor don Jorge Alvarez Lleras, Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.—Bogotá—Rep. de Colombia.
 Al recibir el primer envío de la importante "Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales" quiero dar a usted mis más rendidos agradecimientos por la merced que ha sabido usted hacer a la Biblioteca de mi dirección, en la que será admirada dicha publicación como el más valioso exponente de la cultura y engrandecimiento del pueblo colombiano.

Con solo revisar el índice del contenido del número que obra en mi poder puede el lector darse cuenta de la importancia de los temas tratados en esta hermosa Revista que hace honor al país en que se edita.
 En reciprocidad, en nuestra iniciada correspondencia bibliográfica, remito a usted algunas publicaciones aparecidas en mi país; y ruego a usted las acepte como un obsequio de la Sección de Canjes de la Biblioteca de mi dirección, esperando ser honrado con algún envío de parte de usted que enriquezca los anaques de este Salón de Lectura en donde será consultado con la preferencia que suelen dar los lectores a las obras que tienen intrínseca valía.

En espera de sus gratas órdenes y formulando votos por su felicidad personal soy de usted, atento y seguro servidor.
 Doctor L. M. Jaramillo y Malo — Director de la Biblioteca.
 Bogotá, marzo 22 de 1938

Señor doctor don Jorge Alvarez Lleras.—E. S. M.
 Muy estimado doctor y amigo:

He venido recibiendo puntualmente las ediciones de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, que usted con lujo de preparación y competencia dirige. Sinceramente le agradezco tan gentil envío y le aseguro que no se ha equivocado al juzgarme interesado en la lectura y colección de tan importante Revista, de la que la opinión nacional y extranjera ha dado ya el veredicto justiciero, colocándola como la mejor de su naturaleza en Colombia y como émula de las mejores que se editan en el mundo.

También recibí su muy atenta del 5 del pte., relacionada con un ligero comentario que el entusiasmado que su Revista me inspira, me impulsó a escribir en "El Siglo". Tan insignificante artículo sólo vale por lo que en sí tiene de sincera admiración por usted y su obra. Quisiera disponer de tiempo y de capacidades para darle a conocer de manera

"Semanario" de Caldas, y es la continuación lógica de los trabajos de la Misión Botánica, a que constantemente se alude allí por natural e ineludible solidaridad de ideas. Más aún: por primera vez empiezan a conocerse de la mayoría del público, por esa Revista, algunos trabajos ejecutados por los discípulos de Mutis, reanudados luego por sabios desconocidos como Santiago Cortés y trasplantados a nuestro tiempo por jóvenes maestros como Luis María Murillo.

No deja de ser profundamente significativo, desde el punto de vista político y social, el hecho de que la primera gran revolución del país, la revolución de independencia, que tan profundas consecuencias debía tener para nuestra liberación espiritual, hubiera empezado justamente por una simple incursión en el mundo de la Historia Natural. Esta República empezó a nacer cuando se intentaron nuestros primeros sabios en el mundo biológico que había permanecido fuera de toda observación durante dos siglos y medio. Es incontestable la íntima relación que existió entre la revolución universitaria de entonces y la revolución política que en seguida ocurrió. Tan formidables son las consecuencias que se derivan de pulsar las potencias interiores en que se afirma una nacionalidad.

Hacemos todas estas consideraciones con el ánimo, nada más, de llamar la atención del público hacia una obra que acaba de aparecer, de uno de los miembros de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Nos referimos al "Sentido de una lucha biológica", que (1) en un volumen admirablemente editado por la Imprenta Nacional acaba de publicar el señor Luis María Murillo. El tema de este trabajo es uno de esos temas subterráneos, que no pueden despertar entusiasmo sino en un individuo que tenga la vocación y el afán de la sabiduría. Se reduce a exponer cómo se puede combatir una plaga biológicamente. En las plantaciones de algodón se ha presentado, en Colombia, un insecto, el gusano rosado, que puede constituir con el tiempo la más seria amenaza para un renglón de explotación agrícola en que el país ha fijado ya muy legítimas esperanzas. El señor Murillo, después de un estudio de varios años, ha podido localizar una avispa que destruye el gusano rosado y que, en su sentir, será el instrumento más apropiado para combatir la plaga en cuestión. Como se ve, el tema de lo que él llama una lucha biológica, no puede ser más ajustado a los cuadros de una seria investigación científica. El señor Murillo la ha realizado con todo el ardor, la paciencia, el entusiasmo, la escrupulosidad, el buen sentido y el buen criterio de un Fabre. Y como resultado de sus investigaciones publica ahora esta obra en donde no se sabe qué es más admirable: si la exposición de la materia, hecha en una literatura sobria y clarísima, o los admirables dibujos en colores, hechos por su propia mano, o los estudios microfotográficos, en donde puede decirse que agota la materia, presentando hasta en sus más escondidos repliegues los órganos vitales de los dos insectos, que están destinados a trabarse en una lucha mortal, de donde ha de provenir la campaña en defensa de las plantaciones de algodón. El señor Murillo resume todo su trabajo en esta frase, que tiene la más seductora significación para nosotros: "La investigación biológica al servicio de la economía nacional".

A nuestro modo de ver, es fundamental la variación de criterio que trae el estudio del señor Murillo en materia de economía agraria. El plantea un tema de la más honda importancia nacional, en términos de naturalista. No actúa en la forma un tanto simplista de quienes acuden desesperadamente a los "insecticidas" como panacea para todos los males que afectan a la agricultura. Pide desde un punto de vista de hecho, al país, que se interese por el mismo camino que han seguido las grandes naciones del mundo. Hace una defensa de la Ciencia, objetivando su importancia. Por eso su trabajo no sólo vale la pena de leerse y mirarse, por cuanto en él se describe e ilustra la lucha biológica que lo fundamenta, sino porque es un alegato inteligente y sencillo en favor de los principios científicos, y una historia breve de cómo en el mundo entero se ha trabajado por los caminos que él sugiere. Además, está allí la referencia al problema colombiano, hecha con una precisión admirable.

Sorprenderá a muchos que en las líneas editoriales de un periódico, que vulgarmente se considera no han de servir sino para tratar la materia política, se extienda el comentario en términos inusitados para tratar de algo tan distante del afán cotidiano de los partidos. Pero no está de más advertir que para la vida política de un país tienen a nuestro modo de ver, más importancia estas cosas, que otras muchas sobreestimadas por la costumbre de reducirlo todo al común denominador de las cosas partidistas.

Germán Arciniegas

(1) Este trabajo original apareció publicado en el N.º 4 de esta Revista, N.º D.

NOTA DE LA DIRECCION DE LA REVISTA DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS

A propósito de la correspondencia transcrita y de los recortes de la prensa reproducidos en estas columnas, conviene advertir, una vez más, que al referirse ellos a las labores de esta Revista necesario es eliminar mentalmente todo elogio de carácter personal, pues, tanto la Dirección como el Comité de Redacción, consideran que los escasos méritos que pudiera tener la publicación son exclusivamente atribuibles al Ministerio de Educación Nacional. Insistimos en este punto porque pudiera creerse que la reproducción de la correspondencia y de algunas notas de la prensa tiene por objeto la satisfacción neria del prurito de vanidad que aqueja a otros, cuando, por el contrario, en todos los miembros de la Academia es firme la voluntad de trabajar lo más oculta y calladamente posible en favor de la Ciencia colombiana.

Pero como es necesario, en la obra de divulgación y adentramiento que nos hemos propuesto, levantar cada día más el entusiasmo colectivo en un medio hasta ahora adverso a la Ciencia, para que al fin se realice el propósito de renovar en Colombia los tiempos gloriosos de la Expedición Botánica, nos hemos visto precisados a reproducir elogios que bien hubiéramos querido exclusivamente enderezados al Gobierno, a quien se debe esta campaña de enseñanza y cultura encaminada a la gloria de Colombia.

Así parecemos conveniente, al dar esta explicación, que nuestros benévolo lectores que quieran en el futuro hacer el elogio de esta Revista, se abstengan de nombrar personas, ya que, como lo repetimos, es al Ministerio de Educación a quien corresponde de hecho y con todo derecho, los méritos de esta campaña especialmente cultural. Es el Ministerio de Educación la entidad que indirectamente dirige esta Revista y es por ello que los recursos no han faltado, y, más aún, se han distribuido con largueza para llevarla a la más alta cumbre de presentación artística que se pueda lograr en el país. En nombre de la Academia, aprovechamos la circunstancia de hacer esta explicación, para manifestar al Señor Ministro, y a sus inmediatos colaboradores en el ramo de publicaciones, nuestro sincero agradecimiento.

DOS NUEVOS MIEMBROS DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS

Acaba nuestro Instituto de elegir por unanimidad, para el cargo de Académicos correspondientes al R. P. H. J. Rochereau y a don José Pérez de Barradas. Es el Profesor Pérez de Barradas un distinguido antropólogo español, de reconocida capacidad científica, que actualmente presta sus servicios al Ministerio de Educación Nacional en el ramo de la Antropología y ciencias relacionadas: Arqueología, Etnología, Lingüística etc., para las investigaciones referentes a las naciones aborígenes que poblaban precolombinamente estos territorios. El señor Pérez de Barradas ha visitado la región de San Agustín y el Departamento del Cauca en sus búsquedas arqueológicas y ya ha publicado libros sobre Colombia tan importantes como el titulado: "Los indígenas de Tierra-Adentro". Ha sido, pues, una acertadísima elección la que ha hecho la Academia en la persona del Profesor Pérez de Barradas. En cuanto al P. Rochereau —de la Sociedad de Americanistas de París— sólo tenemos que decir que su amor a la ciencia y su devoción al país nuestro, en donde reside desde hace largo tiempo, lo hacen considerar como científico colombiano de reconocido prestigio. Dedicado a las Ciencias Naturales, especialmente a la Antropología, el P. Rochereau ha logrado formar en Pamplona (Santander del Norte) un interesante museo, que en alguna ocasión puso a órdenes de esta Academia. Además, piensa colaborar en esta Revista enviando estudios tan interesantes como el que se insertará en el número próximo de nuestra publicación y que versa sobre el origen étnico de los indios Tunebos, en el Catatumbo. Es, pues, otro acierto la elección del R. P. Rochereau para Académico correspondiente.

EL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES DE BOGOTÁ Y EL INSTITUTO BOTANICO EN RELACION CON LAS LABORES DE LA ACADEMIA

A continuación publicamos dos notas muy importantes relacionadas con la posibilidad de que se realicen los propósitos de nuestro Instituto, referentemente a la creación del Museo de Ciencias Naturales, de que habla la ley que le dio origen a aquél. Insistentemente recomendamos a nuestros lectores pongan atención en la importancia de esta iniciativa, para la cual el señor Ministro de Edu-

ción, doctor Castro Martínez, ha ofrecido su generoso apoyo, con el tino, el patriotismo y la efectividad que lo caracterizan.

Dicen así las dos notas en cuestión:

Bogotá, marzo 18 de 1938. — Señor Ministro:

Se me ha encargado por la Academia de Ciencias, en la cual hago parte de la Sección de Ciencias Naturales y Antropología, que me dirija a usted, como tengo el honor de hacerlo por medio de la presente comunicación, para tor de solicitar de usted el apoyo necesario para la fundación de un Museo Nacional en el cual se coleccionen los materiales para el estudio de la Mineralogía, la Geología, la Paleontología, la Antropología y Ciencias anexas; Museo que a la vez que sirva para el estudio de estos importantísimos ramos de cultura, sea una exposición permanente de las riquezas en que abunda nuestro país, de su historia, de sus posibilidades mineras, industriales, forestales y de otro orden.

Al ilustrado criterio de usted, señor Ministro, no se le oculta toda la importancia que un Museo nacional, de la índole del que propone la Academia de Ciencias que se funde, tiene para la educación y adelanto del país; y así lo han comprendido los gobiernos de todas las naciones del mundo, en cuyas capitales y ciudades principales encuentran el investigador material para su estudio; el viajero, manera de formar concepto de la riqueza e historia de la comarca y de sus posibilidades comerciales; y el empresario, base para actividades que aumentan la producción industrial o minera de la región.

Si hablar de los grandes museos especializados de Nueva York, de Londres y París, de Viena y de Praga y sin pretender todavía la separación de elementos que en ellos hay, recuerdo con placer los Museos de México, de Lima, de Buenos Aires y de Montevideo, en donde los sabios europeos van a aprender lo que en sus países se ignora. El de Buenos Aires tiene la riqueza de la exclusividad en Paleontología; el de Lima en Antropología; el de México en Prehistoria americana.

Quizá es Bogotá la única capital que en América no tiene un Museo de Ciencias Naturales, pues el que se comenzó a organizar hace bastantes años ha sido destruido por la incursión y el total abandono en que se le tuvo.

Es tiempo de reparar esa falta en nuestra situación de ciudad educativa y culta.

La Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales ofrece al Gobierno todo su contingente para la fundación de un Museo de Ciencias Naturales, y su Presidente segui-

rá tratando esta materia con ese Ministerio, si la idea propuesta encuentra acogida, como es de esperarse que la encuentre, en el Despacho dignamente a cargo de usted.

Con sentimientos de consideración tengo el honor de suscribirme del Señor Ministro obsecuente servidor.

Luis Cuervo Márquez.

Al señor doctor don J. J. Castro Martínez — Ministro de Educación Nacional — Su Despacho.

"República de Colombia — Ministerio de Educación Nacional" — Sección: Gabinete N.º 202.

Bogotá, marzo 22 de 1938.

Señor doctor — Luis Cuervo Márquez — Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales — L. C.

En respuesta a la atenta comunicación de usted, de fecha 18 del presente, en la cual solicita el apoyo del Gobierno para la fundación de un Museo Nacional de Ciencias Naturales, me es grato manifestarle el positivo interés de este Despacho por secundar esta iniciativa de la Academia de Ciencias; en tal virtud le agradecería un memorandum detallado que permita conocer la forma como el Ministerio puede dar su ayuda, y especialmente lo que pueda implicar gastos, para tenerlo en cuenta al elaborar el próximo presupuesto.

De usted atento y seguro servidor,

José Joaquín Castro Martínez.

(NOTA—La Academia Colombiana de Ciencias, Impuesta de las dos comunicaciones que anteceden, designó, en sesión reciente, una Comisión de su seno para que redacte el memorandum a que hace referencia el Señor Ministro de Educación Nacional y se envíe a dicho funcionario, una vez que la Academia le imparta su aprobación).

Respecto del Instituto Botánico sólo tenemos que decir en el presente número de esta Revista, que es él ya una afortunada realidad, gracias al celo infatigable del Académico de número doctor Pérez Arbeláez, a quien debo principalmente la Universidad el éxito obtenido hasta ahora en este sentido. Por eso es de creer que el Consejo Directivo de esa Institución se apresurará a confiarle la dirección del nuevo Establecimiento científico y docente. Por lo que toca a la Academia de Ciencias de Colombia, es preciso decir que ella verá con gusto tal elección, máxime si se complementa trayendo a colaborar con el R. P. Pérez Arbeláez, a otros distinguidísimos miembros suyos, como el doctor Emilio Robledo, innegable gloria científica de Antioquia, según lo expuso la Presidencia de la Academia, en alguna comunicación dirigida al botánico antioqueño.