

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

(PUBLICACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL)

VOLUMEN IX

JULIO DE 1954

NUMERO 35

DIRECTOR:

BELISARIO RUIZ WILCHES

SUMARIO:

	Págs.
El Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional	141
Aspecto Físico de Colombia, por Luis López de Mesa	143
La maravillosa cueva de los guácharos en el Departamento del Huila, por Jesús Emilio Ramírez, S. J.	146
Las fórmulas de Eistein sin relativismo y la Onda de Broglie, por Darío Rozo M.	153
Fasciollasis Experimental y Micobacteriaceas del Medio Ambiente Colombiano, por Guillermo Muñoz-Rivas	156 y 159
Disertaciones sobre Bombaceas, por José Cuatrecasas	164
Contribución al estudio del trabajo del corazón, por Joaquín Prado Villamil	178
La Moderna Algebra de las Magnitudes, por Carlo Federici	190
El primer arribo de Humboldt a la Nueva Granada, por Armando Dugand	210
Centenario de Orfila: 1853-1953, por Miquel Dels Sanst Oliver. Traducción del Catalán por el Profesor F. de S. Aguió	215
El Sismoscopio Eléctrico, por Rafael Urdaneta B.	227
Notas a la Flora de Colombia, XIII, por José Cuatrecasas	233
Notas	250
Composición actual de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales	251

(LA ACADEMIA COMO CUERPO CIENTIFICO NO RESPONDE POR LAS OPINIONES PERSONALES DE SUS MIEMBROS  
Y COLABORADORES CONTENIDAS EN SUS ESCRITOS)



(EMBLEMA DE LA ACADEMIA MATRIZ ESPAÑOLA)

DIRECCION Y ADMINISTRACION: BOGOTA (COLOMBIA) 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

## EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

Con motivo de la reciente inauguración del Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional, fue publicada en "Correo Universitario", órgano de la Universidad, la siguiente gentilísima nota de homenaje para nuestro Presidente de la Academia y espíritu de nuestros observatorios.

*El anteojo ecuatorial, con movimiento de relojería, regularizado por medio de un péndulo sideral y provisto de los accesorios esenciales para realizar trabajos de Astronomía y de Astro-Física, en un futuro cercano, fue construido especialmente por la Casa Secretan, de París, mundialmente conocida, para la latitud de Bogotá. De un peso total de cerca de dos toneladas, está dotado con un objetivo apocromático Zeiss, de tres lentes, de índice de refracción distintos, y supone por lo tanto, la talla perfecta de seis superficies ópticas. Es, pues, un magnífico aparato, que con la cámara fotográfica y demás accesorios, podrá obtener fotografías claras de las manchas del sol en los períodos de actividad, de las tículas, etc. y con el acoplamiento de un espectroscopio de visión directa, permitirá la observación de las protuberancias solares, fenómeno éste, el más espectacular e interesante de la física del astro que preside y gobierna todos los fenómenos de la vida en el sistema planetario. Valiéndose del aparato micrométrico especial, se podrán deducir las coordenadas celestes de cualquier cometa telescópico, pudiendo así colaborar con todos los Observatorios.*

*Para cobijar y permitir el uso adecuado de este instrumento, se construyó en París, por la casa especialista Gilon, Bayet, et Chasles, la correspondiente cúpula giratoria, de seis metros de diámetro exterior, de acuerdo con las directivas dadas por el Observatorio de Bogotá y con un peso total de cinco toneladas. La cúpula gira a mano o mediante un motor eléctrico construido al efecto; la trampa o abertura de visibilidad, desde el zenit hasta el horizonte, se mueve en la misma forma y con motor eléctrico especial.*

*La conocida casa Cuéllar - Serrano - Gómez, de acuerdo con el doctor Belisario Ruiz Wilches, construyó el salón, la base del instrumento, y armó la cúpula mediante la directiva y planos elaborados por los constructores.*

*Al lado de la cúpula central está instalado el anteojo de pasos, Askania, impersonal, tipo Ap. 100", con oscilógrafo, etc.*

*Un altazimut Askania con lecturas en los círculos a 0'5.*

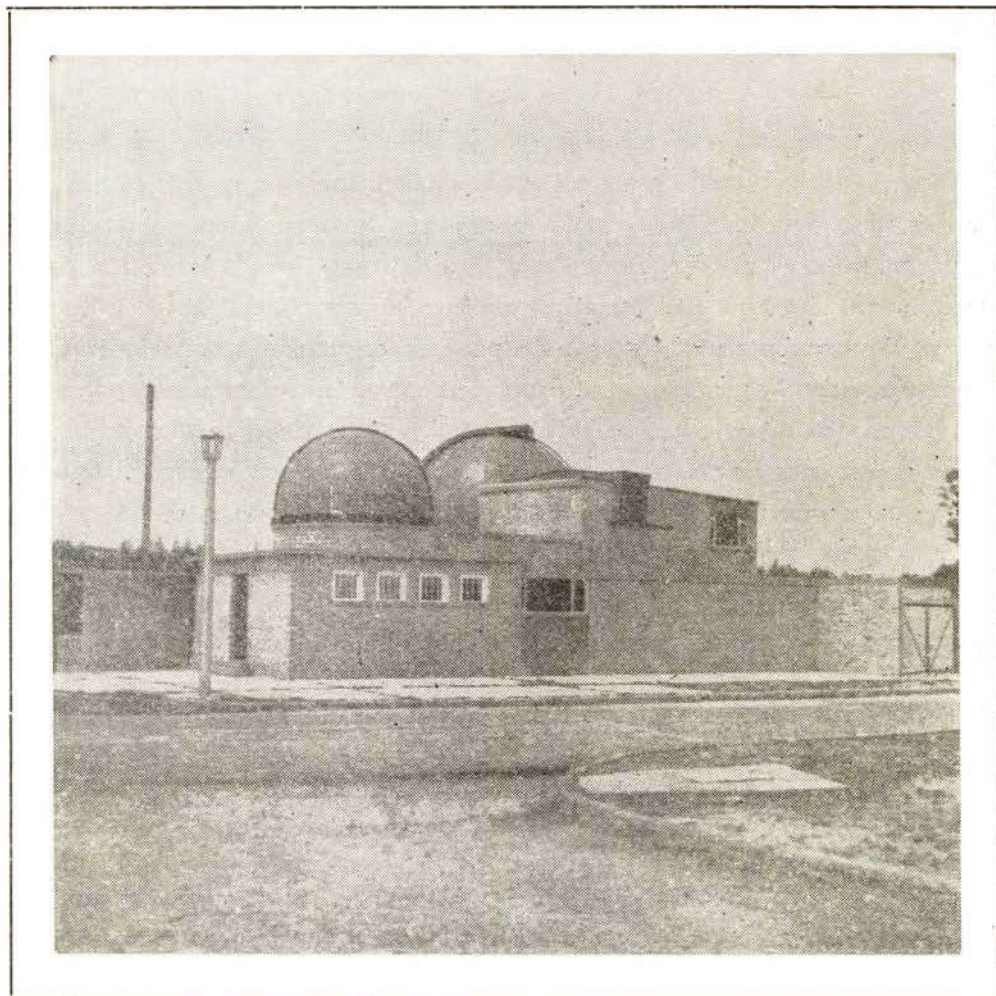
*Un péndulo sideral, péndulo de tiempo medio, cronógrafos, etc.*

*Un péndulo de Sterneck, para medir la intensidad de la gravedad.*

Con la decisiva colaboración de la Universidad Nacional, especialmente del señor Rector de la Universidad, el matemático y científico Julio Carrizosa Valenzuela, del astrofísico señor Manuel La-verde Liévano y del Director del Instituto Geográfico de Colombia, señor ingeniero José Ignacio Ruiz, tendrán los miembros de la Academia Colombiana de Ciencias, manera de realizar sus investigaciones.

Queda así dignamente rematada la ilustre tradición de quienes en Colombia honraron la ciencia nacional, con el aporte de su inteligencia y de su consagración, que fueron meritisimos Directores del Observatorio Astronómico Nacional, como Indalecio Liévano, José María González Benito, doctores Julio y Justino Garavito y doctor Jorge Alvarez Lleras, ilustre fundador de la REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS.

El doctor Ruiz Wilches, científico de auténtico valor, matemático insigne, y hombre de ciencia, para quien son familiares las más altas disciplinas y las más nobles curiosidades del espíritu, con la inauguración de esta planta corona dignamente la obra que hace muchos años inició para beneficio del país, mediante la creación y dotación perfecta del Instituto Geográfico que ha rendido y rendirá los más apreciables servicios en la elaboración de la carta del país, por medio de mediciones geodésicas y astronómicas del territorio colombiano.



# ASPECTO FISICO DE COLOMBIA

POR LUIS LOPEZ DE MESA

COLOMBIA tiene casa de esquina oceánica con 1600 kilómetros de costa Caribe y 1300 sobre el Pacífico, entre 4° sur y 12° norte del ecuador y de 67° a 69° del meridiano de Greenwich, en 1.138.205 k<sup>2</sup> de superficie.

El borbotón de montes y vallejuelos que constituyen el paisaje colombiano central se define fácilmente con breve auxilio de la imaginación geométrica:

A poco de entrar en Colombia la columna dorsal de los Andes por la frontera de Ecuador, hacia el paralelo de Sapuyes en el departamento de Nariño, más o menos, o sea a un grado norte de latitud (otros le fijan en Iscanza, a 1° 47'), se desprende la Cordillera Occidental que luego se denomina de El Chocó, para seguir curso noroeste por el litoral del Grande Océano. Cien kilómetros adelante, en el paralelo que corresponde al Páramo de las Papas, surge el poderoso cordón de la Oriental, que señorea las planicies de la Amazonia y de la Orinoquia Colombiana, y sigue por Venezuela al Mar Caribe, arqueándose a modo de una *S* itálica escrita de sur a norte.

Resulta así conformado un tridente orográfico, cuyo centro de trifurcación puede considerarse sito en el cerro llamado Pico de Cutanga, nudo meridional de la cordillera madre, a 4300 metros de altura, sobre el paralelo de San Agustín. El brazo central de ese tridente cordillerano es de orogénesis volcánica, y termina en las bajas serranías de Abibe, San Jerónimo y Ayapel, del departamento litoral atlántico de Bolívar, y en el poderoso brote aislado de la Sierra Nevada de Santa Marta, de diez y seis mil kilómetros cuadrados de superficie y alturas majestuosamente heladas en el puro trópico caribe. El brazo occidental, de intenso metamorfismo, represa la gigante mole del Mar del Sur, o de Balboa, y parece un contrafuerte de gravedad compensatoria a dicha oceánica magnitud. Sus postreras estribaciones separan las cuencas hidrográficas atlánticas del Atrato y del Sinú, con un rebote o resalte en la serranía del Darién, que constituye límites entre Panamá y Colombia.

El tercer brazo, denominado Cordillera Oriental o de Sumapaz, de estructura mineral sedimentaria, es un repliegue de compensación a la inmensa plataforma guayanense, o sea corrugación de contrapeso orográfico, que hacia el sur blandamente se recuesta a la Central, y al norte sigue en territorio venezolano por las altas cumbres de Mérida hasta morir en el Golfo de Paria, sobre el Caribe. Si, como parece, este plegamiento continúa del otro lado de la

Central por tierras del Ecuador, hasta Guayaquil, merecería el nombre de Cordillera Signalética Gran-colombiana, ya que, así considerada, uniría los tres países como el signo matemático de integración sobre la barra troncal de sus Andes.

A mitad de su curso, entre los ríos Ariari y Guayavero (o más próximamente, entre el Duda y el Güejar), se alza la Sierra de la Macarena en las vastas llanuras orientales u Orinoquia, uno a modo de anteplegue geológico de la dicha cordillera, con interesantes especímenes paleobotánicos del terciario orinoquense.

Estos ramales del tridente andino colombiano se extienden sobre mil kilómetros de sur a norte, ocupando en su conjunto superficie mayor de trescientos mil kilómetros cuadrados, valles inclusive. Asentado en el zócalo, por decirlo así, de las planicies orientales, esteparía o pratense al norte, desde el Arauca hasta el Inírida (Orinoquia colombiana), con algún bosque a orillas de los ríos; y selvosa al sur, del Inírida al Putumayo (Amazonia entonces), de tracto en tracto despejada en sabanas parcamente, como en el Yari, el Vaupés y el Apaporis, se apoya al occidente en el viril y angosto litoral del Magno Océano.

Y como no la tierra sino el agua determina el destino de las naciones, conviene mirar la distribución de ésta en suelo colombiano.

Ello es aún más fácil de concebir panorámicamente, fingiendo el símil de las estrellas fluviales, como sigue: Del núcleo cordillerano de Cutanga, ya mencionado, surge la estrella hidrográfica mayor (a 1° 55' de latitud norte y 76° 36' 5" de Greenwich); que configura el país hasta sus linderos, pues que de por ahí manan el Patía, que va al Océano Pacífico, por el abrupto Boquerón de Minamá, y el Cauca, que se desvió, en el plioceno quizás, para seguir al norte entre las Cordilleras Central y Occidental, en busca del Mar Caribe, recogiendo unos tres mil metros cúbicos de caudal en su vasto y a trechos tortuoso recorrido; el poderoso Caquetá, nacido al pie de Peñas Blancas, en el Páramo de la Soledad, que por el sur lleva al Amazonas unos diez mil metros cúbicos en su derrota de dos mil doscientos kilómetros; el Magdalena, que fluye de las lagunas de Santiago y del Buey en el Páramo de las Papas, para encauzarse luego en el hundimiento tectónico o sinclinario babido entre las Cordilleras Central y Oriental, con trayectoria de mil quinientos kilómetros y aforo definitivo de ocho mil quinientos metros cúbicos, que rinde al Caribe, después de ave-

nar una área de doscientos sesenta mil kilómetros cuadrados. Es el río-padre de la nacionalidad, y su cuenca comprende cuatro porciones definibles, a saber: La montañosa o torrencial, de unos cincuenta kilómetros, desde su nacimiento en la alta cumbre hasta su confluencia con El Sombrerillos, al pie de San Agustín; la pratense de San Agustín a Ciudad de Honda, denominada "Alto Magdalena"; la central o selvática, "Magdalena Media", que llega al Banco; la déltica o inferior, en fin, hasta su desagüe en Bocas de Ceniza.

También este río se desvió a fines del terciario, abandonando la vaguada de los actuales Ranchería y Cesare, del Nordeste, para buscar el álveo del Cauca, más al norte, con el cual confluye hoy por dos brazos de varia longitud.

Otras estrellas fluviales se forman, como la que en la Cordillera Occidental —con punto orográfico de referencia en el Cerro de Caramanta, de tres mil novecientos metros de altura— da origen al caudaloso Atrato, de 5.000 m<sup>3</sup>, a su afluente el Andágueda, al San Juan chocano y al San Juan antioqueño (o Docató, de los aborígenes); la que, más al norte, con epicentro en la cima del Paramillo, también de tres mil novecientos metros de elevación, engendra el Ituango, el Páramo, el Tarazá, el San Jorge y el nilótico Sinú; la del Macizo de Santurbán, en la Cordillera de Oriente y cumbres de Santander, con índice corográfico en la remota eminencia del Ritacuva, a 5496 metros de altura, sobre la Sierra Nevada del Cocuy, para vertientes del magno Arauca, del Zulia, del Lebrija y de algunos tributarios del Chicamocba-Sogamoso; la solitaria, en fin, de la Sierra Nevada de Santa Marta, con 5780 metros de altitud en sus picachos cimeros de Colón y de Bolívar (como la gratitud nacional los bautizó con justiciera eponimia), de donde fluyen en dirección radial y áster casi perfecto, el Ranchería, el Palomino y el Río Frío, el Sevilla, el Aracataca y el Fundación, el Cesare, etc.

Lo cual es resultante lógica de la topografía cordillerana, pues cada una de sus cadenas emite contrafuertes laterales que constituyen algo así como un costillar de serranías o anticlinario, por cuyos espacios intercostales brotan arroyos, riachuelos y aun medianos ríos, tan copiosamente que el Magdalean recoge quinientos de aquestos y sobre cinco mil de esotros.

De las noventa y cinco mil toneladas de lluvia por segundo, que —según cómputos preliminares— recibe el suelo colombiano, prospera su gente, y pues la asoladora patología tropical la alejó enantes de las tórridas planicies y la condujo a situarse en las alturas, vallecillos de mediano nivel y acolinadas laderas de sus montes, alguien, porque en Colombia se dice "vertiente" por "ladera", dedujo, hace veinte años, que la colombiana es una "civilización de vertientes". El asiento de sus pueblecitos serranos y el cultivo del café, así lo confirman.

La precedente sencillísima descripción conduciría sin embargo a graves equívocos, si no se acotase un tanto y corrigiese, porque no prosperen exageradas conclusiones. De ahí, por ejemplo, el que se anote, siquiera perfunctoriamente, que esta intrincación de cordilleras, valles y llanuras engendra máximo desorden climático y muchas inconsecuencias. Los vientos Alisios que llegan del nordeste para el Litoral Atlántico y del sudeste por la Orinoquia y la Amazonía meridionales, amén de las corrientes oceánicas y eólicas del Pacífico, chocan a cada momento con los murallones de las varias cordilleras, se arremolinan con los vientos encañonados de las cuencas fluviales, y frecuentemente con los verticales que suben o bajan, según la hora, por divergencia de temperatura entre hondonadas y cumbres. De que provienen diferencias de precipitación pluvial hasta de dos metros a distancias de veinte o treinta kilómetros, como en el Chocó y en Bolívar, y hasta de uno en la misma Sabana de Bogotá, clima vario en Cali, fijo en Cartago, bonancible en Medellín, tempestuoso en Popayán, semidesértico en la Guajira, a menos de cuatrocientos milímetros de lluvia, e inundable en el Atrato, con más de ocho metros cúbicos en ciertas regiones, Quibdó, v. gr. Aun raros fenómenos electro magnéticos denuncian este caos hirviente de la naturaleza equinoccial, como el cotidiano relampagueo del Catatumbo, que añade privilegio de galanura a los vespertinos arrebales del Golfo de Maracaibo, o ese caer de rayos que chamuscan la cima del Murrucucú en la Serranía de San Jerónimo del departamento de Córdoba.

La composición mineral de nuestras cordilleras no es unívoca antes muy diferente, y esto, aunado a lo anterior, impone a flora y fauna (hombre inclusive) muchas novedades, incongruencias aun, de arduo estudio e indefectible incidencia económica, social, cultural y hasta política. Desde la vegetación xerofítica de la Guajira hasta la higrofitica del Litoral Pacífico, la Magdalena Media y la Amazonia, de las ásperas gramíneas de los Llanos Orientales a la Ezpeletia o felpudo frailejón del páramo, en los linderos de la nieve, o más extremadamente, desde el anfibio mangle marino hasta el tenue musgo de los ventisqueros, pasando por toda la gama vegetal de valles, cumbres y laderas en gradación ascendente, constituye una de las floras más ricas del mundo, si no la más. Empero, no así engendra o mantiene animales en tan copiosa y frondosa producción, como no sean de clases inferiores, de que surge un contrasentido de pobreza específica que exige ser dilucidado con mayor detenimiento.

Hace veinte años un investigador de la sociología colombiana reveló, con grave inquietud, el hecho de que el ambiente geofísico de la zona intertropical no produce vigorosas especies animales. En este país, v. gr., desaparecieron, como en todo el mundo, los grandes dinosaurios, megaterios, mastodontes, etc., del terciario y cuaternario, pero asimismo los ganados de fácil domesticación, el caballo, por ejem-

pio, la cabra y aun los huanacos y auquenas que enriquecen la fauna del Perú y de Bolivia.

Más todavía: Los proboscidios (danta) de América, los suinos (sainos o cafuches), los camélidos (llamas, alpacas y vicuñas), los carnívoros (pumas y jaguares), los cérvidos (soches y venados), los roedores (conejos y curies), los marsupiales (zari-güeyas o faras), por ejemplo, son muy inferiores a los similares suyos de otros continentes, y así, v. gr., nuestros simios, no alcanzaron a la categoría del orangután ni el chimpancé, si afirman algunos exploradores del Catatumbo y el Orinoco haber visto ejemplares de ese orden. Ello es que en biogénesis superior no podemos parangonarnos con Asia, África ni siquiera Oceanía.

En contra, qué proliferación y qué hermosura de coleópteros, qué galanía en mariposas, valga el caso, la mayor del mundo, y en reptiles de toda laya, la mejor también, y en aves, asaz copiosa asimismo. Abundada de bestezuelas agresivas, insectos, arácnidos, ixodes, v. gr., (lo que comunmente decimos mosquitos o zancudos, arañas, alacranes, garrapatas y chinches), y hasta de peces dañinos, como el gimnoto o temblador, la raya y los voraces caribes. Mas, ni un caballo, ni una vaca, ni una oveja, ni siquiera gallinas, que en estirpes de utilidad hasta la abeja mayor estuvo ausente.

No es inverosímil suponer que a la extinción de las grandes especies del cuaternario contribuyó algún cambio del clima, como en todo el planeta entonces. Pero tampoco es aventurado decir que nuestro ambiente carece de algo útil a la prosperidad de la vida, ya que las especies importadas, excepto algunas, vienen pronto a menos, aves y ganados, plantas cereales y frutales, ornamentales y hortícolas, cuando no se las cuida asiduamente. Dígalo, si no, el hombre mismo, a quien apenas ahora deporte, mejor nutrición e higiene en general revigorizan un tanto y desaturden. Afortunadamente el café, la caña dulce y el banano siguen la excepción.

De este sino escaparon las regiones septentrional y austral del Continente, cual puede observarse en Argentina y Chile, Canadá y Estados Unidos.

En todo caso, ello lógicamente conduce a pensar en fenómenos de carencia de ciertos elementos, nitrógeno o calcio, potasio, fósforo o manganeso, cuanto a los mayores, y de los imponderables, tipo

yodo, cobre, hierro, cobalto, flúor, etc., amén de bacterias de simbiosis específica, vitaminas y hormonas. Sin olvidar el influjo de las asociaciones vegetales de convivencia y protección mutua, que constituyen el "arboretum" natural, como dicen los botánicos.

Ahora bien: Ante esta naturaleza hostil hallose el inmigrante colombiano. No tuvo, como el estadounidense, los caminos del mar a la vista para el comercio fecundo, ni la inexhausta troje continental a su espalda y su respaldo, que a éste enriquecieron. Tuvo sí que treparse al lomo de los Andes para evadir la selva azarosa y fatal nosología, tuvo que interponer quinientos o mil kilómetros de escarpadura y cinénagas, de ríos torrenciales y bosque virgen para hacerse casa vividera.

Entonces se produjo el caso sociológico peculiar de nuestra historia, cuanto a prosperidad y cultura: Fue ineludible destruir el país existente para recrearlo a la medida del hombre culto. Labor de siglos: con los escasos instrumentos de dominio que tenía la nación, su poca gente, y gente inexperta además, esta jornada fue casi agobiadora, de fracaso en fracaso y por centurias de esfuerzo. Apenas hace cincuenta años que El Quindío diose al café, cuarenta que el banano sembrase en Fundación y Aracataca, treinta que el edénico Valle Caucaño produce el azúcar, diez que el Sinú prosperó sus ganaderías, cinco que el Tolima acondicionó sus suelos al arroz, el algodón y el sésamo... De los treinta mil kilómetros cuadrados de eximia tierra agrícola que a lo sumo tendremos, computadas selectivamente, sólo ahora comenzamos a disfrutar sobre seguro. Antes, ni la Sabana de Bogotá, en los ejidos de la ciudad capital de la República, rendía el fruto de sus promesas.

Para colmo de desventuras, en dicho proceso de destrucción y recreación de la naturaleza ambiente, fuimos en aquélla demasiado lejos y arruinamos a la postre muchos bienes. Por desterrar alimañas y descuajar abruptos montes, desnudamos el suelo de algunos sitios más allá de toda recuperación factible, sin dejar siquiera el casquete arbóreo de las cumbres, el bosque humectativo en el lomo de las serranías, el sombrío natural de las fuentes. Horadamos con minerías las faldas deleznable de los cerros y el mantillo repelamos de las vegas más fértiles, con incuria de un destino mejor y parco fruto.

# LA MARAVILLOSA CUEVA DE LOS GUACHAROS EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA

POR JESUS EMILIO RAMIREZ, S. J.

## INTRODUCCION

El Departamento del Huila, en Colombia, une a las manifestaciones maravillosas del arte monumental prehistórico, las no menos grandiosas de la geología dinámica y estructural. El gigante de la testa nevada del Huila que se yergue hasta alturas no medidas aún, el Río Bordonos que en su triple cascada (420 metros) casi triplica la altura del Salto de Tequendama, y las inimitadas arquitecturas subterráneas del Suaza en la Cueva de los Guácharos son ejemplos de lo que la dinámica andina ha reservado para deleite de geólogos y turistas en este bello rincón de la patria.

Bajo el seno de la Cordillera Oriental y aun antes que el hombre labrara sus catedrales de sal, ya un arquitecto pertinaz, el Río Suaza, en plena juventud, había horadado la montaña, abierto galerías, decorado muros en bajo relieve, abriendo así ancho campo a la espeleología, ciencia práctica, hija de la geología, que estudia el origen y formación de las cavernas.

Tiene la Cueva de los Guácharos el encanto de aguas que emergen del tenebroso subterráneo como las de Reska, de fuentes que desaparecen como en las cavernas de Carniola y Arcadia en Europa, de torrentes que corren rugientes por oscuras concavidades, de compartimentos y articulaciones secas, de galerías horizontales de túnel, verticales de garganta y oblicuas de pisos. Tiene el encanto de accidentes de erosión y corrosión en plena actividad y el no menor de las aves crepusculares y noctívas propias de los países tropicales de la América Meridional llamadas comunmente guácharos, que le dan su nombre a la cueva.

¡Rara coincidencia! En los mismos días, primera semana de junio 1953, en que dos exploradores ya famosos hollaban por primera vez el Everest, en el Himalaya, otro grupo de exploradores practicaba el contra-alpinismo, descendiendo a los palacios subterráneos de los Andes del Huila.

## BIBLIOGRAFIA

De los varios visitantes a la cueva, pocos son los que, a nuestro saber, han consignado por escrito sus impresiones.

El primero fue el doctor Eugenio Salas, en la revista "Pan", No. 16, octubre 1937, páginas 83-94. Su estilo poético y por lo mismo menos exacto, mereció que parte de su descripción encontrara cabida en "Nuestro lindo país colombiano", por Daniel Samper Ortega, Bogotá, 1938, Editorial ABC,

páginas 312-317. Visitó la cueva en octubre de 1936 en compañía de Hermann von Walde-Waldeg, José María Rozo y Francisco Molina.

El arqueólogo español José Pérez de Barradas cuenta doblemente su excursión, primero en su "Arqueología Agustiniiana", Imprenta Nacional, Bogotá, 1943, páginas 12-14, y luego con algunos datos más, en "Colombia de Sur a Norte", Blas A. A. Tipografía, Madrid, T. I, páginas 152-159. Pérez de Barradas subió a la cueva hacia el 31 de julio de 1937 en compañía del doctor Ricardo Dussán.

También el doctor Ernesto Bein ha publicado en la revista estudiantil "El Aguilucho", Vol. 13, No. 95, marzo 1945, páginas 3-11, el primer mapa esquemático de la cueva y las impresiones de sus tres excursiones, primero solo y luego acompañado de algunos estudiantes del Gimnasio Moderno. Una de sus excursiones tuvo lugar a principios de enero de 1945 en compañía del doctor Teófilo Carvajal, de Pitalito.

## SU HISTORIA

La leyenda historial se remonta al tiempo de la fiebre por la quina y el caucho del siglo pasado y atribuye al cauchero Evaristo Chaux el descubrimiento de la cueva cuando un domingo de 1876 dio de manos a boca con una gigantesca entrada a caprichosas estructuras subterráneas de templos y pagodas.

En 1880 otro cauchero, Pedro Galindo, atraído por la curiosidad que inspira lo tenebroso y desconocido tomó camino de la cueva, penetró en ella y trajo como trofeo, a Pitalito, un pájaro carmelito con triángulos blancos, el famoso guácharo.

Finalmente, Eleuterio Figueroa, en 1899, se adueñó con su familia, por tres años, de la cueva y encontró allí "amplia mansión con piscinas decoradas, duchas abundantes, clima delicioso y estrépitos de alas".

Hoy día el terreno de la cueva pertenece al señor Juvenal López, que habita en Serrezuelita, Usaquén, el cual nos refirió haberlos adquirido por compra, hace unos doce años, de los herederos de don Lorenzo Cuéllar, quien los obtuvo, a su vez, de la nación, hace unos noventa años.

## LOS EXCURSIONISTAS

Invitados gentilmente por el teniente Alfonso Hilarión S. a organizar una expedición, nos dimos pronto a la tarea de aprestarnos a ésta de la Cueva de los Guácharos.

El problema de la fotografía subterránea sería hábilmente resuelto por Luis Velasco, experto en estas artes. La ayuda de dos acompañantes para lidiar cuerdas, arreglar bártulos, iluminar lobregueces y fosas, abrir brechas, medir distancias, desafiar peligros, etc., la prestaron: Pastor García Páez y Roque Alberto Espitia, guardas del Parque Nacional.

Un ingeniero meteorólogo y cazador, vendría de perlas en la expedición y estas cualidades las reunía el doctor Epifanio González Paredes que se nos unió en Garzón, aceptando la invitación que le hicimos marconigráficamente desde Bogotá.

Basta sólo añadir que el arriero Luis Felipe Agudelo cumplió su oficio, y que el guía Juan de la Cruz Casas, nos alojó en su idílica vivienda, a media hora de la cueva, y condujo virgilianamente por sus vericuetos.

#### PREPARATIVOS

Nos aprestamos a la antigua y nueva usanza. El señor José Patiño Ariza nos preparó un mapa de la región con los datos que nos dio la Texas Petroleum Company. El doctor Staffe contribuyó con valiosas observaciones y mapas de la región del Caquetá y del Huila. El doctor Eduardo Acevedo nos obsequió los mapas de los municipios de Pitalito, Acevedo y San Agustín.

El equipo consistía en un altímetro compensado de la casa Richard de París, brújula de geólogo (Brunton compass), termómetro, decámetro, martillo de geólogo, cuerdas delgadas y cables, linternas eléctricas, cámaras fotográficas y luces de magnesio, machetes, escopetas, víveres, bestia de aprovisionamiento y lámpara Petromax de luz clara, segura y de gran duración.

Nos faltaron y hubieran sido muy útiles globos de caucho para inflar y elevar hasta los techos, atados a cuerdas, con el fin de medir la altura de bóvedas y cúpulas.

#### ITINERARIO

La primera jornada fue de Bogotá (2.640 metros sobre el nivel del mar) a Pitalito (1.300 metros). El avión nos llevó primero a Garzón (880 metros) con escala en Neiva (480 metros). De Garzón a Pitalito el doctor Epifanio González nos condujo en su propio carro.

En la tarde del segundo día abandonamos, a caballo, a Pitalito, en dirección sur, hasta llegar al corregimiento de Palestina (2.000 habitantes y 1.585 metros de altura). Fueron tres horas y tres cuartos de marcha para un total de unos 24 kilómetros.

El camino empieza a lo largo de un plano enviable, de sedimentos cuaternarios bien estratificados, consistentes en cascajos, gravas, arenas y arcillas fluviales.

El suelo es fértil, las aguas abundantes y el clima delicioso. El camino y el Río Guarapas van casi paralelos sombreados por esbeltos y plumosos guaduales; luégo en la mitad del plano el camino pasa al lado derecho del río y sigue por su orilla hasta

cruzar la quebrada Quebradona y desde allí tuerce un poco hacia el S-S-O hasta llegar a Palestina.

Palestina es hoy un próspero corregimiento de Pitalito fundado hace 40 años. Desde el Alto del Salado aparece con más solares que casas y más paja que teja, enmarcando las casas el marco de la plaza y con unas tres semicalles que cabalgan sobre dos lomitas en declive. El suelo es arcilloso y el clima agradable.

El padre Buenaventura Parra, cura párroco, le ha dado luz, le procura acueducto, hace esfuerzos por construirle carretera y levanta los muros de una grandiosa iglesia en un sitio más apropiado. De él recibimos valiosas informaciones y la llave de la hospitalidad que maneja a las mil maravillas.

Los dos mil habitantes son despiertos, pacíficos y amantes de las bellezas naturales de su tierra. El señor don Agustín Gutiérrez hablaba de las maravillas de la cueva y sus ojos se encendían y su entusiasmo era rebotante y comunicativo.

La tercera jornada es de seis horas, a lomo de mula, o de un caballo práctico. Nuestra salida fue a las seis y tres cuartos de la mañana, con cielo opaco y gris. Alguna corta llovizna de páramo nos salió al encuentro pero tuvimos sol al llegar a la casa del guía Juan de la Cruz Casas, a las 12 y 35 p. m.

El levantamiento del perfil del camino se hizo a caballo por medio de brújula, cronómetro y altímetro. Véase mapa.

El camino es camino hasta el cruce del Río Guarapas y luégo se convierte en trocha llena de toda clase de obstáculos: pendientes, peñas, raíces, palizadas, cochales, canalones, tremedales y fango por doquiera porque aún llovía en la región.

El Río Guarapas bajaba crecido del S-S-O y lo cruzamos a la izquierda, siguiendo una dirección general S-S-E.

A medida que se avanza, la naturaleza es cada vez más extraña y salvaje. Faldas de selva se admiran a corta distancia respetada aún por la tala inmisericorde. Robles gigantes sobreviven aún a lo largo del camino y se siente algo del embrujo de la selva, bajo un follaje enmarañado y verde oscuro en medio de una luz difusa que anima a las chicharras en su canto y a las polícromas mariposas a desplegar sus grandes alas.

La mitad del camino lo forma el Alto de la Mensura a 2.125 metros y desde allí se desciende hasta la quebrada de la Cascajosa que riega la finca de Juan Moreno a 1.860 metros.

Hasta el tiempo de la excursión de Pérez de Barradas, en 1937, esta finca era el término de las bestias y el comienzo de la jornada a pie.

Para nosotros el camino no tenía diferencia alguna. Seguimos: "Montes y valles van, tajos y barrancos vienen" hasta bajar por la pendiente de una falda al cauce profundo del Suaza que corre de Sur a Norte en este trayecto. Sus aguas rugientes no llevan en suspensión ni lodo ni arcilla sino

substancias orgánicas de la selva vecina; su color es marrón oscuro, salpicado de blancas burbujas que brotan a su roce con los pedruzcos desprendidos de los bordes y arrastrados por la corriente. Así los vimos desde el puente cubierto (1.820 metros) que lo cruza a unos 15 metros de profundidad, ya en la propiedad de Juan de la Cruz Casas.

A su lado regatos y riachuelos se arrastran misteriosamente por entre la grama para aumentar su caudal.

El valle del Suaza aparece ya colonizado y con buenos potreros. En la margen derecha por donde descendimos hasta el río, se divisaban las casas de Víctor Molina y la de Luis Mera. En la margen izquierda, por donde debíamos subir, estaban las viviendas de Juan de la Cruz Casas y la de Ernesto Díaz. Un sol de rayos perpendiculares alumbró nuestros últimos diez minutos de llegada desde el puente hasta al acogedora portada del cicerone boyacense, Juan de la Cruz Casas, a 1.900 metros sobre el nivel del mar.

#### PANORAMA

La vista del valle del Suaza no es muy amplia desde la casa de nuestro guía. Hacia el Sur está el *divortium aquarum* de las aguas que van al Caquetá y al Magdalena y lo forman los picos de la Fragua, de unos 2.000 a 3.000 metros. Hacia el S-E está la Serranía de los Andaquíes y el camino que atraviesa de Acevedo a Belén de Humbría. Ya en 1787, Francisco Silvestre, Secretario del Virrey Mexía de la Cerda, dice que la entrada a las misiones de los Andaquíes se debía fomentar para aprovechar la canela y cera de abejas que de ellas se extraía.

Hacia el S-O se adivina el nacimiento del Río Suaza y un poco más al O el del Río Guarapas y la Quebradona. Por el O se yerguen los filos del Alto de la Mensura, por el Norte los cerros de Pitalito, por el S-E el valle del Suaza que sigue su curso hacia Acevedo.

La geología dinámica y estructural debe ser complicada pero la selva y los potreros ocultan todo. Sólo algo puede apreciarse en el cauce del río y la cueva.

Las vertientes vecinas soportan una magnífica selva de árboles de los cuales cuelgan lianas de tamaño increíble. El suelo es de un cieno fino y pantanoso. Aún se ven árboles de valor económico como la quina, el caucho, el cedro, la casia, etc.

La climatología de la región es húmeda y fría. La temperatura a medio día fue de 17° C. y a las 6 p. m. de 15° C., en la casa del guía. De noche un viento helado bajó de la serranía y llovizó en la madrugada de nuestras dos noches.

#### LA CUEVA PRINCIPAL

Distaba de la casa del guía de 30 a 40 minutos, a pie, por terrenos de potreros anegadizos, sembrados de viejos troncos de la antigua selva, de raíces sarmentosas y de bloques rectangulares de piedra caliza.

Subimos a lo largo de la falda procurando darle alcance al Río Suaza que bajaba a nuestra derecha.

El camino se vuelve peor, hasta que resbalando por cuevas lisas, adelgazándose por debajo de los troncos, saltando riachuelos y aligerando el pie sobre los mogotes pantanosos llegamos a la entrada oriental. Por allí, dice el guía, conduciendo a su gente. Allí, dije yo, debe estar el *descensus averni* y allí es donde se siente como Dante, la necesidad de un conductor virgiliano.

Pero la entrada no aparece. Árboles, helechos, bejucos, es decir toda una vegetación exuberante la oculta hasta que se desciende hasta ella lateralmente. Difícil decir si nosotros entramos a la cueva o el prodigio se nos entró por los ojos a la manera del cine tridimensional.

Un salón de forma rectangular aparece inmenso desde las ruinas de la entrada. La luz entra tenuemente filtrada a través del cortinaje de arbustos y bejucos que penden al horde del umbral y se quiebra en los muros de color cemento de las rocas calcáreas. El cronómetro marcaba las 3 y 30 p. m., el altímetro 1.940 metros y el termómetro 15° C. (Junio 6 de 1953).

La abertura inmensa la formó probablemente un hundimiento. Así lo indican los bloques de rocas a manera de ruinas acumuladas en la entrada. Debieron fallar las columnas o paredes laterales y se desprendió la parte más oriental de la laja monumental que sirve de techo al inmenso salón de entrada y a toda la cueva con sus ríos subterráneos, galerías y derivaciones. El buzamiento de la losa del techo y todos los estratos que aparecen en la cueva es uniforme en todas partes y es de 18° en dirección N 60° O. El rumbo, por tanto (la intersección del plano de los estratos con el plano horizontal), es de N 30° E.

Descendimos rápidamente al inclinado piso del salón. Su anchura es de 20 metros. Su altura de 10 metros a la entrada y aumenta a medida que baja uno por el piso hasta los 18 metros al fondo negro y tenebroso del lado occidental. Su longitud llega a los 50 metros. La pared Sur está formada por estratos de caliza de 2 y 3 metros de espesor en la parte inferior y de un metro y más delgados en la parte superior. Orificios a manera de gárbolas se asoman a varias alturas como si por allí hubiera brotado el agua en tiempos remotos.

Antes de que las pupilas se agrandaran y se adaptaran a la semi-oscuridad para mejor apreciar los detalles, el oído había percibido ya el bronco y cavernoso sonido de un torrente lejano y algunos desapacibles graznidos acompañados de poderosos aleteos.

Encendimos las lámparas y avanzamos hacia el fondo oscuro del salón por sobre un pico seco y blando de color oscuro, con un espesor de 10, 20 y más centímetros. Daba el guano la impresión de que pisábamos sobre una capa de virutas menudas y suaves.



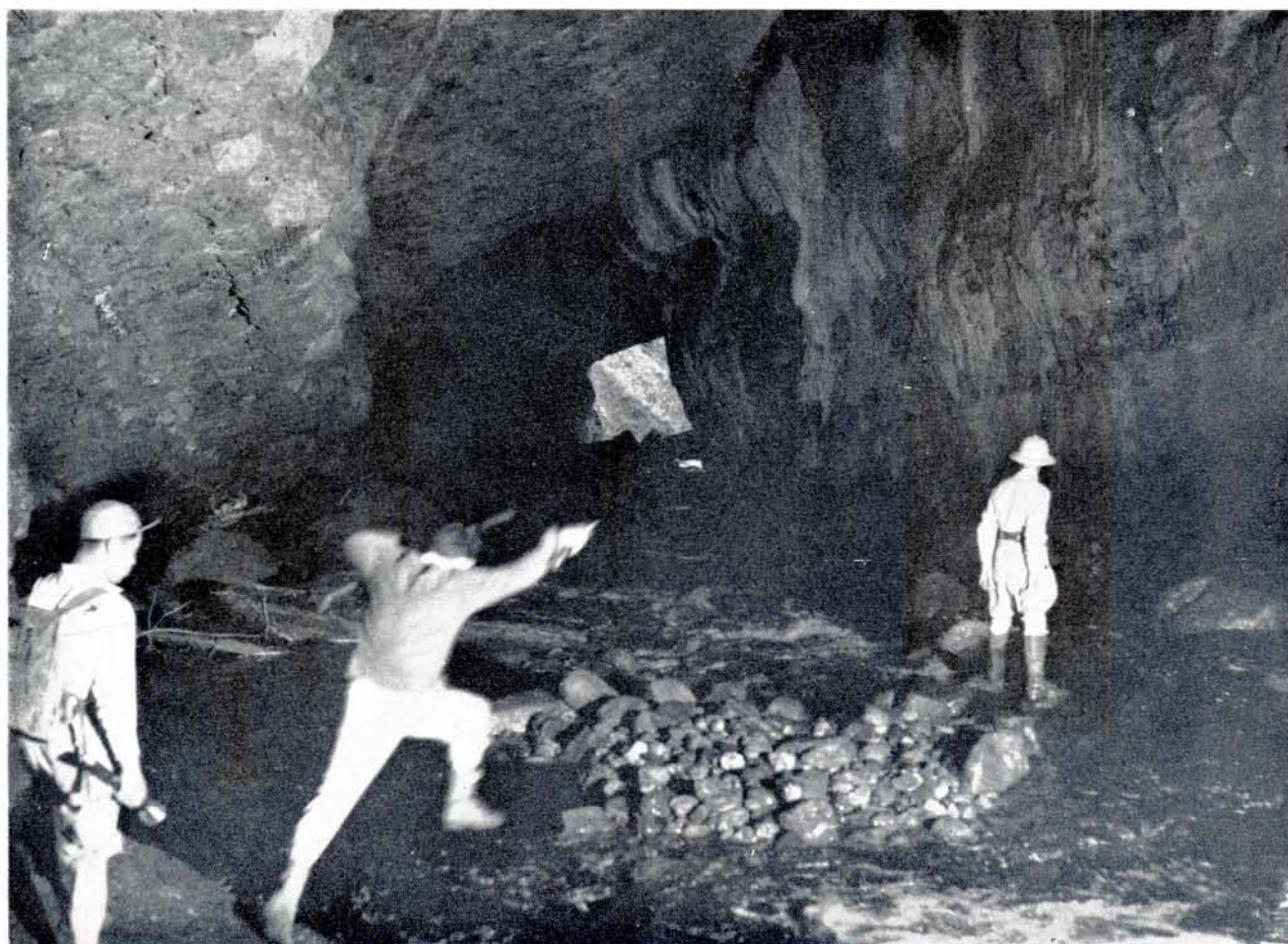
En plena marcha en medio del embrujo de la selva y camino de la Cueva.



Por allí está la entrada, dice el guía, y no vemos más que arbustos y lianas.



La entrada monumental occidental a la cueva de los guácharos. La subida a la sala del tigre se hace por el palo de la derecha picado en escalones.



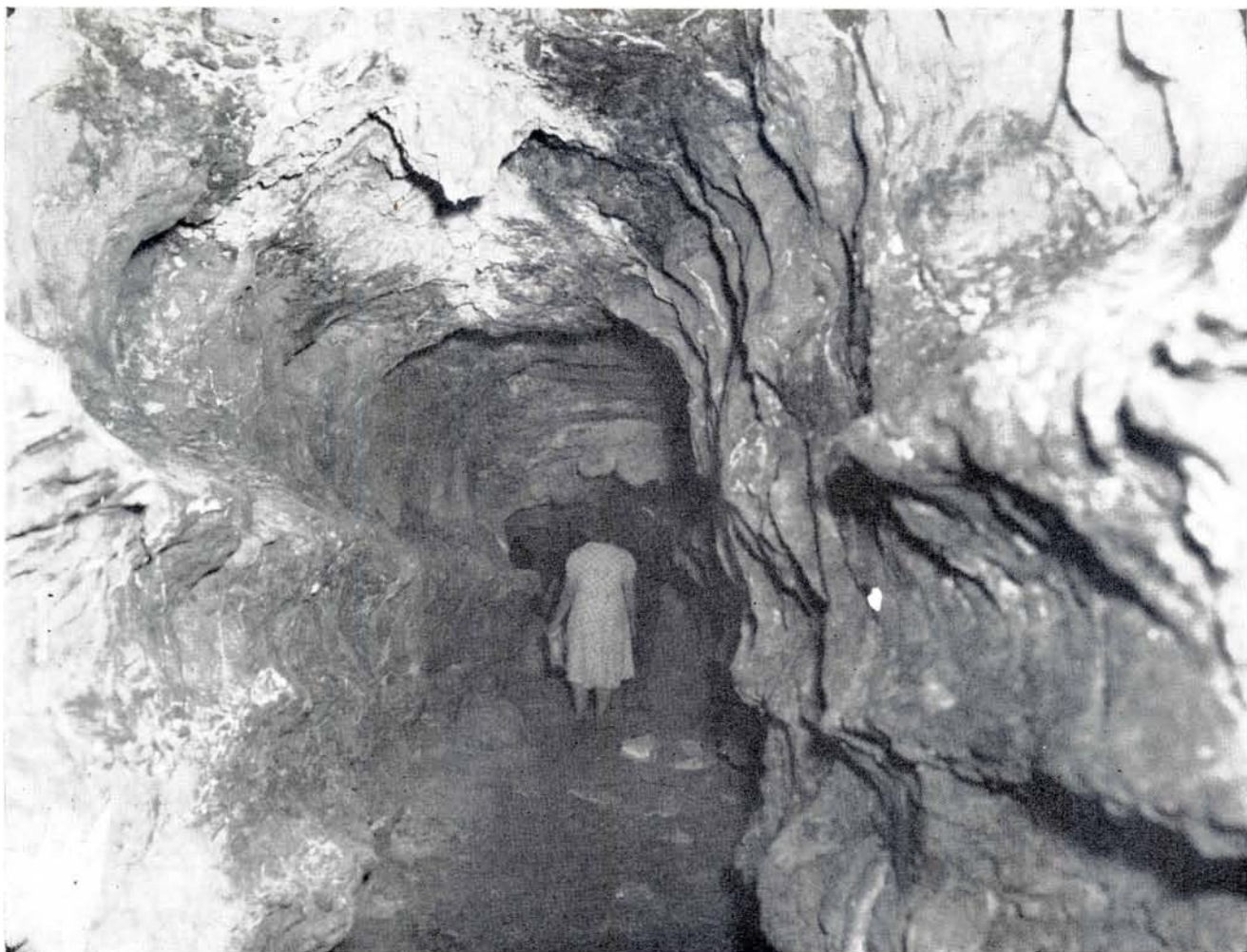
El río Suaza se explaya antes de salir de la cueva por el boquete del fondo.



Contra el duomo central se alcanza a vislumbrar el revoloteo de las aves habitantes de la cueva.



El Dr. Epifanio González con cartucheras al cinto recoge y muestra algunos ejemplares de los noctívagos guácharos.



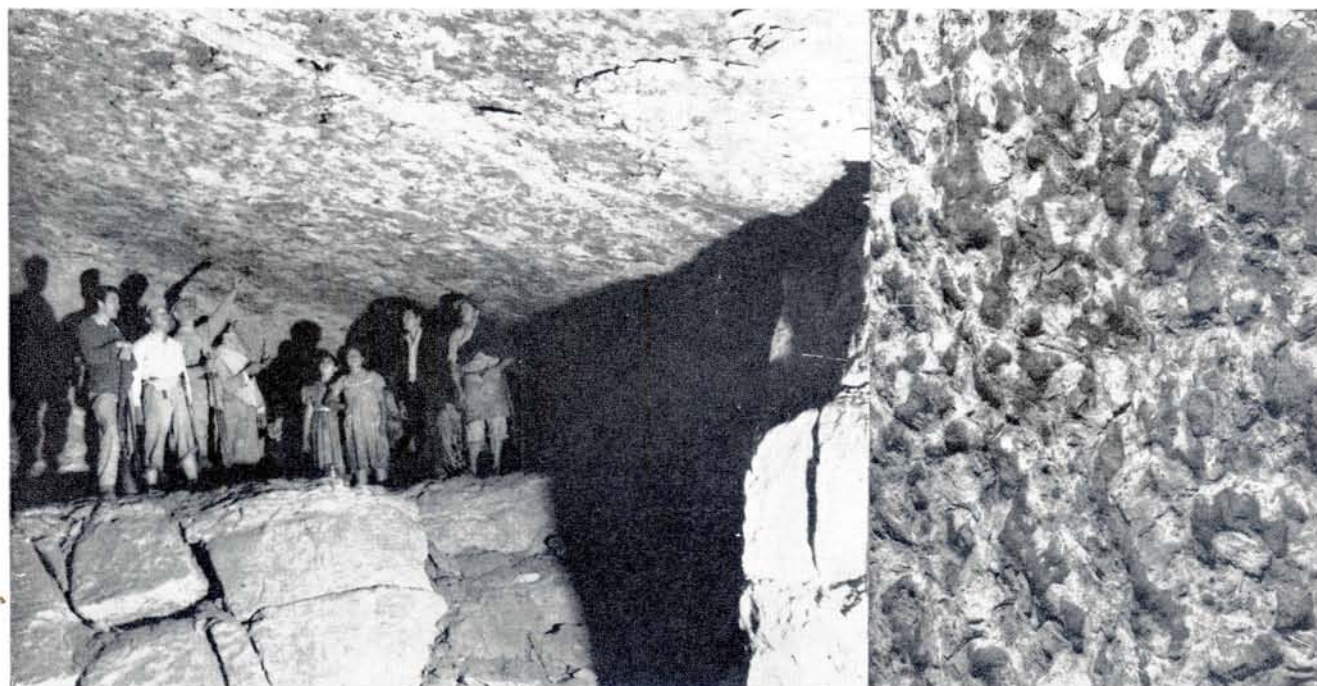
Las aguas subterráneas esculparon artísticamente galerías como ésta a manera de catacumbas. En sus paredes laterales se notan los efectos de la erosión diferencial.



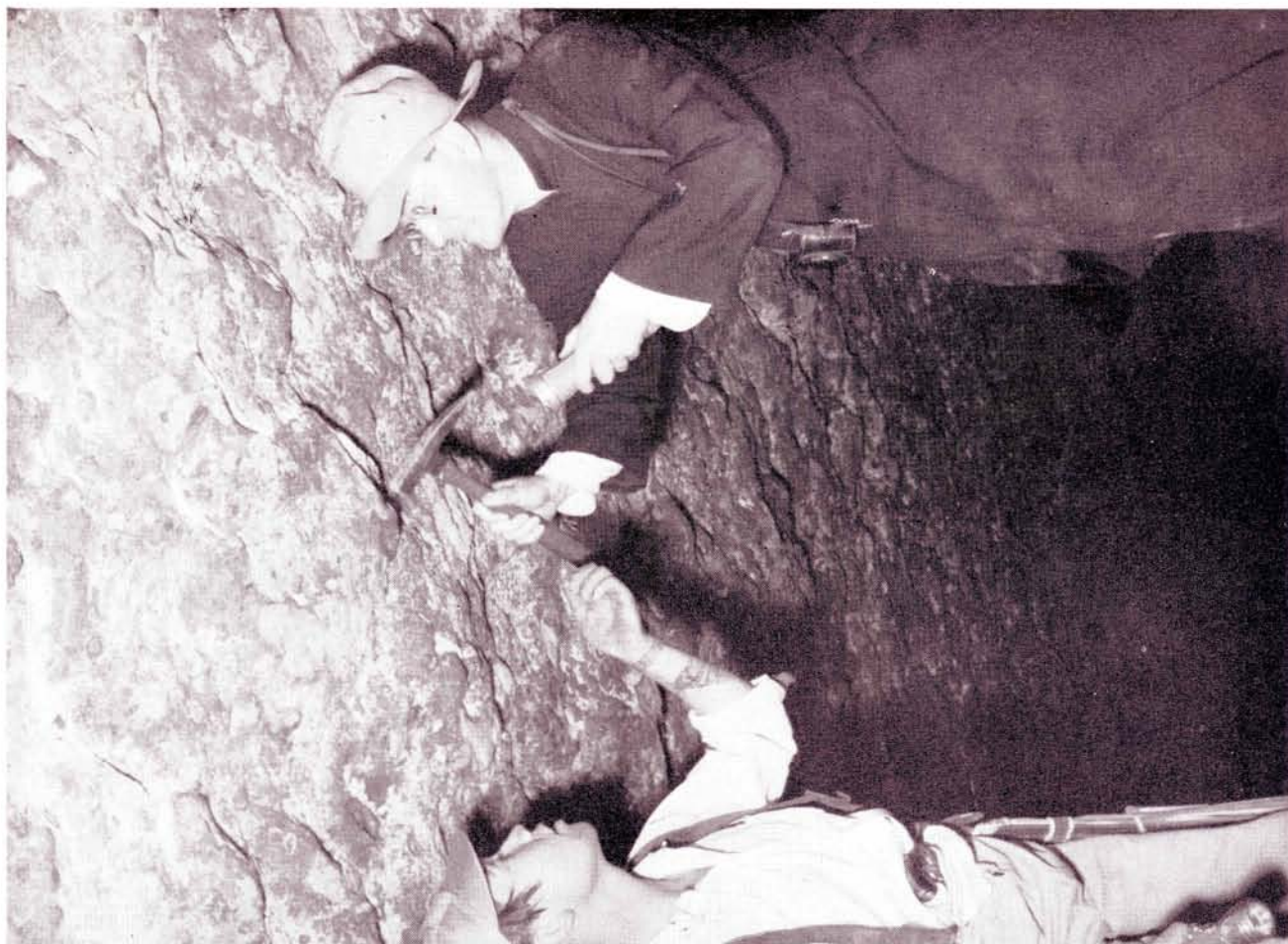
Por agujeros como estos se baja de los laberintos superiores a nuevas y extrañas galerías.



Un cruce peligroso del rugiente Suaza dentro de la cueva.



El grupo de excursionistas admira el bello artesanado de la Scla de la Pagoda. Un detalle del mismo se puede apreciar en la fotografía lateral.



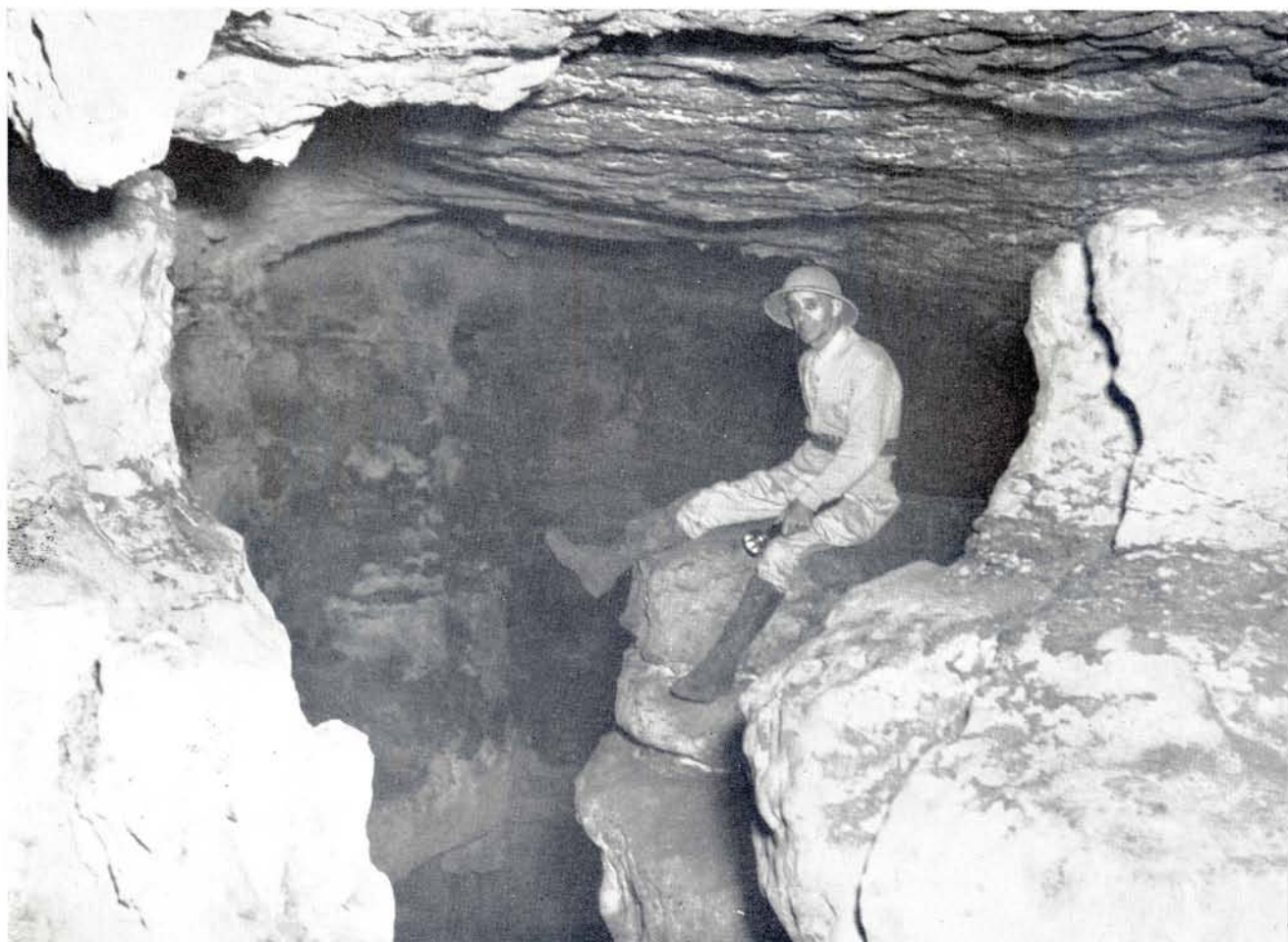
El P. Jesús Emilio Ramírez, S. J. golpea suavemente con su martillo de geólogo para recoger unos cuantos fósiles.



famoso guácharo, habitante de las lóbregas cavernas tropicales. En este nuestro ejemplar se puede apreciar su tamaño, las pintas blancas de su cuerpo, la longitud de sus remos voladores y su gancho pico.



Esta fotografía da una idea de la actividad erosionadora del artifice liquido de la maravilla.



Llegamos hasta iluminar el fondo del salón. Es éste un balcón o tribuna desde donde se atisba en su álveo profundo al Río Suaza descender rugiente. Miramos al techo y sólo las linternas más potentes logran darnos detalles. Es un duomo grandioso de forma ovalada con su eje mayor de S-E a N-O y labrado dentro de la laja que sirve de lecho a la cueva. El artesonado es en bajo relieve adornado de caprichosas listas blancas formadas por las exhudaciones de las rocas. Da la idea de que el duomo se hubiera labrado por un violento remolino de aguas cargadas de rocas encontradas tumultuosamente y procedentes del Oriente y del Sur.

Volvimos los ojos y linternas hacia el Sur y alcanzamos a ver la prolongación cavernaria, las reflexiones de la luz en las aguas saltantes del Suaza que descende y allá al fondo algún vislumbre de luz natural. Nos tornamos hacia el Norte y horadamos con las luces las tinieblas de la caverna que sigue con su río insondable buscando presuroso una salida.

Este duomo central, no descrito en libros de arquitectura, es lo más majestuoso que tiene la cueva entera. Mide unos 50 metros de alto, por 45 de ancho. Lo adornan amplias tribunas, nichos, balcones, galerías, maravillosos encajes, pentagramas de amarillo y blanco y colgaduras de calcita.

Para este tiempo un enloquecido tumulto de alas y de gritos estridentes de centenares de guácharos llenaba el ambiente en orquestación singular.

De los nidos, como cazuelas de barro y estiércol, clavados en los balcones innaccesibles de las rocas, habían salido centenares de aves, lastimados sus ojos por las luces y su tímida sensibilidad por la presencia de sospechosos huéspedes.

El doctor Epifanio abrió el fuego, y dos o tres guácharos cayeron a nuestros pies. Algún pichón volantón asustado se aventuró a salir a la luz del día perseguido por nuestra algazara pero logró esconderse, cegatón, entre el alto ramaje de la entrada. Así frustró nuestros ademanes persecutorios!

Volvimos pie atrás, sin atravesar el río, para el reconocimiento de los laberintos superiores que se abren lateralmente a uno y otro lado del salón rectangular de entrada.

#### LA SALA DEL TIGRE

A unos siete metros sobre el nivel del suelo y en la pared derecha o Norte, hay un hueco, a cuyo lado luce un cuadro de Nuestra Señora. Un palo picado en escalones es la única escalera. Trepamos. Dos bloques rectangulares e inamovibles cierran el agujero; por entre ellos y las paredes nos arrastramos, y pasamos a un túnel en dirección N 60° O, inclinado, que parece labrado por el hombre y con estrías laterales producidas por la erosión diferencial; mide 1.30 metros de ancho por 1.80 metros de altura. Remata en forma de bóveda. Su piso es duro y seco con huecos llenos de cascajos y arena, restos de madera, clara indicación de que por allí pasaron las aguas de un riachuelo. El callejón ter-

mina en una serie de balcones sobre la caverna del río, a manera de palcos de un teatro fantástico y gigantesco.

En tiempos pasados se encontró allí la osamenta de un tigre que tal vez atraído por la carne del guácharo penetró a estos dédalos y murió extraviado, lo cual le ha merecido a este recinto el nombre de Sala del Tigre.

Retrocedimos y descendimos por el famoso palo de la entrada hasta la entrada oriental de la cueva. Habíamos consumido media tarde en la cueva. Nos batimos en retirada; era nuestro anochecer; de sus escondrijos saltaban veloces al aire los guácharos; era su amanecer.

En la mañana del siguiente día, volvimos a la cueva trayendo el fiambre y dispuestos a pasarlo íntegro dentro de sus laberintos.

Junto a la puerta de entrada y a mano izquierda desembocan en el muro, a unos 6 metros de altura, otras tres galerías superiores. La primera y más accesible es ancha, alta y de unos 40 mts. de longitud. Una pequeña fuente de agua nace al pie de unos túneles de los paredones de la izquierda. Para entrar por los otros socavones hay que arrimarse al borde del paredón izquierdo de la entrada principal y allí se abre una galería tan ancha y alta como la que conduce a la Sala del Tigre y que por su dirección y tamaño juzgamos que es su continuación que interrumpió el salón rectangular de entrada al sufrir el colapso de su piso socavado por aguas de cuevas más profundas.

Avanzamos unos 120 metros en dirección S 40° E, primero por una galería que se angosta lateral y verticalmente y que comunica por una serie de túneles laterales a otra galería paralela con fosos profundos a la parte superior de la galería ancha y primera.

El primer callejón ostenta en sus paredones firmas de visitantes y por eso le cayó bien el título de la Galería de los Nombres, a la segunda le dimos el nombre de Los Exploradores, quizá pensando en nuestra hazaña.

En el extremo de este corredor se encuentran, a varios niveles, tres salas: la de Los Filtros, así llamada por Bein por las goteras que se desprenden del techo y de las paredes que actúan a manera de filtros; La Claraboya, que recibe algo de luz por una pequeña ventana que se alcanza a ver desde un rincón y la última y superior de La Chimenea explorada por el teniente Hilarión hasta ver la luz del día a buena altura. Otro vestíbulo más pequeño ostenta en sus muros exhudaciones de carbonatos a manera de estalactitas.

Volvimos luego a la entrada lateral no sin antes desprender algunos fósiles bien preservados, especialmente seleccionados de la sala de La Claraboya en los estratos de fácil solución.

#### GALERIAS INFERIORES

Regresamos de nuevo al Duomo Central, bajamos por la derecha al Suaza subterráneo, y lo cruzamos

con dificultad por donde pasa un poco más explorado. Su candal sería de 3 a 4 metros cúbicos de agua por segundo.

Este río, según el guía, nace a unos 15 o 20 kilómetros arriba de la cueva, en la montaña, cerca del filo del *divortium aquarum*, entre el Magdalena y el Caquetá superiores. Llega alborotado del S-S-O, salta blanco en una bella cascada de unos 8 metros de altura y se vuelve hacia el Norte para entrar en la cueva. Un arco monumental, de unos 40 metros de alto por 30 de ancho, le da amplia cabida. Un ventanal inunda de luz su lado derecho y se encueva por una caverna de unos 350 metros serpenteado y jugueteando entre las rocas. Pasa por el Duomo Central dejando el salón rectangular a la derecha en la parte media y sigue hasta salir por un boquete de unos 25 metros de altura por 20 de anchura. Esta es la cueva grande cubierta por la misma losa con su río tártaro y sus aves estigias.

Al otro lado del río y frente al salón rectangular de la entrada principal, se abren otras galerías. Una de ellas debió ser, en tiempos remotos cuando el río estaba en la mitad de su profundidad, un brazo lateral del mismo, porque siguiendo por ella fuimos a asomarnos, aguas arriba, por 2 o 3 miradores al río que pasa profundo. Un ramal sigue en dirección occidental por un estrecho orificio y por plano inclinado hacia el salón del púlpito o pagoda.

Para bajar a él hay que descolgarse por un agujero que da la idea de púlpito desde cuyo borde se domina el salón. Su artesonado es también de color gris blanquecino adornado por los caprichosos arabescos de una superficie corrugada. Grandes bloques yacen despedazados y en desorden, semejantes a las ruinas de una ciudad derruida. Las dimensiones de este salón de forma irregular serán de 20 por 12 metros a lo largo y ancho y su altura de 6 metros.

Varias derivaciones y dédalos se abren alrededor y por su extremo occidental se oye el bramido de otro torrente: es el misterioso Brazuelo o río subterráneo casi tan caudaloso como el Suaza. Bajando por un peligroso túnel, descendimos hasta él, quisimos seguir río arriba, pero fue imposible. Sus aguas son turbias y corren semioscuras en un socavón de unos dos metros de altura; a ojos vista se ve cómo agrandan, por erosión, las hendiduras existentes y arrastran los materiales que disuelven. Es sencillamente el comienzo de otra tenebrosa caverna que podrá ser más alta y larga que la del Suaza.

Quise en estas lóbregas adentrarme solitario con mi linterna a un recoveco muerto, a donde el hombre jamás había entrado, como quien pasa a la antesala del olvido. Apagué la luz y fueron tan negras las tinieblas, tan tétrica la soledad y tan absoluto el silencio y la desorientación tan completa, que sentí pavora y soterramiento espiritual. Me di prisa por unirme a mis compañeros y dejar esos senderos de lóbrega orfandad.

Desvíanse del otro lado del Brazuelo otros túneles que siguen la dirección de sus aguas y desem-

bocan aquí y allá en el mismo siguiéndolo hasta que éste se encueva definitivamente. Más abajo nos decía el guía, hay otra cueva, llamada por Bein La VoráGINE, de bella arquitectura, desde donde se mira pasar el Brazuelo, para luego desembocar en el cauce del río Suaza, a unos 400 metros abajo, a la salida de la cueva. En tiempos de sequía el río Suaza desaparece por completo abajo de La VoráGINE y sus aguas se desvían probablemente hasta desembocar subterráneamente al Brazuelo. Río Suaza abajo existen otras cuevas llamadas "El Cuadro" y la "Cueva Chiquita" que no visitamos.

Salimos de la cueva cruzando el río y retornando a la entrada lateral. Subimos por el bosque que cubre la gran losa de la cueva para medir su longitud y ya en la mitad de la tarde gris logramos llegar al gran arco desde donde se contempla el Río Suaza jugueteando a la entrada de la cueva. La altura es de unos 80 metros.

El guía nos anima a descender por el muro occidental del arco hasta contemplar el espectáculo del río y del arco desde una cornisa a mitad de su altura.

Los estratos siguen su inclinación constante. La losa le sirve de techo al arco que es liso por debajo con algunos bloques cuadrangulares en las esquinas superiores, a manera de sostenes. El río, sumergido en su cauce profundo, atraviesa el arco y recibe luz por su margen oriental a través de un ventanal producido por un hundimiento de rocas, señal de que la gran caverna empieza a deshacerse. Luego de contemplar este arco triunfal por largo rato y de ensayar la cámara fotográfica que nos envió el fotógrafo rezagado, se abrió la encuesta para determinar su tamaño. Las cuentas más razonables fueron: luz, 50 metros de altura por 25 de anchura. Espesor de los muros laterales 15 metros.

#### SALA DE SAN JUAN

Un agujero estrecho y en forma de embudo perpendicular cercano a la cornisa donde estábamos da entrada a otro salón. Fue necesario descolgarse con la manila para proseguir nuestra incursión sombría, tectónica por decirlo así sin parar mientes en los peligros desconocidos. Allí los estratos fosilíferos de fácil solución habían cedido ante la cascada de aguas que penetraron por donde nosotros lo hiciéramos. Estas debieron encontrar primero salida otra vez al río por un "Mirador Maravilloso" a distancia de unos 20 metros y corriendo el tiempo se desviaron a la izquierda por el cauce por donde soterrado baja el Brazuelo. El doctor Epifanio sugiere el bautismo de la sala irregular con el nombre de San Juan para honrar al cicerone, y luego seguido por mí se adelanta por la orilla del Brazuelo queriendo buscar su origen. En vano es nuestra pesquisa.

Por una distancia de 60 metros agua arriba se ve correr el Brazuelo y a lo lejos salir a borbotones de entre un angostamiento de la caverna. ¿De dónde viene? ¡Ahí está el misterio! Puede que sea una

desviación tan común de las aguas del Suaza; puede ser que recoja las aguas subterráneas de la serranía en una gran extensión.

Antes de trepar por la cuerda de salida no resistimos el deseo de asomarnos de nuevo al balcón maravilloso: desde allí y hacia la derecha se aprecia el otro lado del arco triunfal del río, casi al frente está el chorro de luz de la ventana, y encima el techo corrugado y al pie el río que baja saltando.

Ante nuestras luces y exclamaciones varios pares de guácharos gigantes se desprendieron de un adorno del artesanado, reconocieron a los intrusos y, como buenos porteros, armaron su alharaca.

#### LOS GUACHAROS

Ya hemos mencionado honoríficamente a esta familia. Vale la pena detenernos a descubrirla, aunque ya lo hizo, con lujo de detalles, siglo y medio antes, Alejandro von Humboldt, en su descripción de la cueva de Caripe, en Venezuela. El fue el que los clasificó: *Steatornis Caripensis* (*στέαρ, στέαρως* = sebo y grasa sólida), por el abundante depósito de grasa en el tejido subcutáneo del pecho al abdomen y (*ὄρνις, ὄρνιθος* = pájaro). A estas tímidas euménides se les apellida también guapacos (ouapacos) en Pandí, chilladores en Vélez, carabanos en Gramalote y tuta-suesos en el lenguaje inga.

Su habitat son las cavernas acuosas de la América Ecuatorial. Los he observado bajo dos puentes naturales: el de Icononzo sobre el Río Sumapaz, Cundinamarca-Tolima y el de Jesús sobre el Río Morca (Gachalá, Cundinamarca); sacan sus pichones en la Cueva de Tuluní (Chaparral, Tolima), en la Cueva del Río Chivor, vereda Las Mercedes (Ubalá, Cundinamarca) y en la de La Pichonera, situada en la parte alta de la Vega de San Juan (Gachalá, Cundinamarca).

Abundan en los dos Santanderes, como en el Hoyo del Aire (Vélez), en el Hoyo de los Pájaros al S-E de Mogotes, y en Gramalote; en Nariño se han visto en el puente natural del Río Tastual y cerca a los pueblos de Limón y de Condagua y, según el testimonio del padre De Castelví, en diversas cuevas de los ríos Putumayo y Caquetá.

El cuerpo del guácharo es esbelto, como de gavilán, su plumaje es abundante, de color carmelito, o pardo chocolate, con pequeñas manchas blancas en forma rombohédrica en las plumas de las alas y que se reducen a puntos en las plumas de la cabeza y del cuello.

Su vuelo es poderoso como puede apreciarse por el tamaño de las alas que midieron en un ejemplar 80 centímetros de extensión. El guía nos aseguró que en algunos ejemplares la distancia de ala a ala es de un metro diez centímetros. Suelen tener 10 plumas remeras en el ala y 10 timoneras en la cola que es ancha y en forma de gotera o caballete. Esta es de color carmelito más claro con bandas oscuras al través. La cabeza es plana y ancha por encima. El pico es ganchudo en el extremo, fuerte y bien unido al maxilar y rodeado de rígidas cerdas. Las

patas son rojas-carmín, como de paloma, con dedos libres, con fuertes uñas encorvadas, aptas para la presión. Los ojos son grandes y semiesféricos de color azuloso oscuro. Anidan en las superficies horizontales de las cornisas de las rocas. Por largo tiempo clavamos los haces de las linternas sobre los nidos que son, a manera de pandas cazuelas de 10 a 15 centímetros de espesor y con un diámetro de unos 15 a 20 centímetros. Ponen dos, tres y aun cuatro huevos.

Las crías a poco de salir del cascarón son pequeñas bolas de grasa de las que se obtiene un aceite semi-líquido, y transparente que se emplea para guisar y aun para alumbrar. Los pichones constituyen un plato delicado del que podemos dar testimonio.

A los pichones los alimentan los padres, nos comentaba el guía, hasta que empluman y se desarrollan, luego les niegan su alimento; entonces enflaquecen los polluelos hasta que sus aías pueden sostenerlos en el aire y les permiten buscar por sí mismos el sustento. A la cosecha de los pichones, que tiene lugar en marzo y abril, acuden todos los años, de cerca y de lejos, numerosos parroquianos apreciadores de un bocado exquisito.

Los guácharos son frugívoros, caso único entre las aves nocturnas. Al anochecer dejan sus antros y especialmente en las noches de luna recorren distancias enormes para traer del Caquetá y del Putumayo variadas bayas oleaginosas, de las que asimilan sólo el mesocarpio. Las semillas o pepas no asimiladas abundan y germinan en el suelo de la caverna principal, a manera de alfombra blanca y amarillenta por la falta de clorofila.

Entre las seis semillas distintas examinadas encontramos representados al género *Nectandra* en el "Canelo de los Andaquíes", y las familias de las palmáceas, en la *Jessenia Polycarpa*, planta social llamada comunmente Milpesos o Táparo, que crece en sitios llamados taparales, y en la *Ceroxylum* sp. o Palma de Cera.

El profesor Griffin, de la Universidad de Harvard (EE. UU.), en marzo de 1953, comprobó en los guácharos de la Cueva de Caripe, en Venezuela, que éstos se dirigen por radar en la oscuridad, como los murciélagos. En el oscilógrafo que utilizó, un cierto tic, tic, se transformaba en ondas gráficas, de color azul brillante, de una frecuencia cercana a las siete mil vibraciones por segundo.

Durante nuestra visita no dimos con señales de que aquellos socavones hubieran sido guarida del hombre primitivo.

No encontramos utensilios labrados por el hombre, ni signos o pinturas murales, ni restos humanos, ni los monstruos tétricos de piedra de San Agustín, cuya fealdad aflictiva y suma fiereza se nos han quedado férreamente grabados en la memoria.

#### GEOLOGIA DE LA CUEVA

Las rocas que forman la cueva pertenecen al pe-

río cretácico medio y se formaron debajo del mar hace más de cien millones de años.

Sus estratos son calcáreos fosilíferos, compactos, algo arcillosos, algunos de gran espesor y casi todos de color cemento gris. La gran losa que cubre es de una arenisca calcárea con glauconita. El doctor Roberto Sarmiento Soto, quien amablemente nos hizo unas secciones delgadas de la muestra número 7, que corresponde a esta roca calcárea arenosa, comenta: "El cuarzo se presenta en granos muy pequeños y muestra una recristalización incipiente. La calcita constituye un sesenta por ciento de la roca y está también recristalizada".

Ocho fósiles recolectamos, casi todos sacados de la Sala de la Claraboya y el resto de la Galería de los Exploradores.

El doctor Hans Burgl, Jefe Paleontólogo del Servicio Geológico Nacional nos ha hecho las siguientes determinaciones, que agradecemos:

1. *Pecten (Neithea) texanus* ROEMER
2. *Ostrea (Lopha) syphax* COQWAND
3. *Ostrea (Lopha) syphax* COQWAND
4. *Pecten (Neithea) texanus* ROEMES?
5. *Pecten (Neithea) cfr. bellula* CRAGIN
6. *Pecten spec. indet.*
7. Caliza sin fósiles.
8. *Gryphaea mucronata* GABB?

Su comentario es: "que se trata de una fauna del Albiano Superior y posiblemente también del Cenomiano Inferior. La fauna es más relacionada con la formación Washita de Texas que con otras de la edad correspondiente de la Cordillera Oriental de Colombia".

En los períodos subsiguientes las formaciones surgieron de los mares para formar esta parte de la Cordillera Oriental y se inclinaron sin deformarse apreciablemente en la región de la cueva hasta adquirir un buzamiento de 18° y un rumbo de N 60 W.

Es claro que el buzamiento de los estratos jugó un papel muy importante en la dirección de las aguas y en la orientación y formación de las galerías.

El estereograma adjunto muestra las secciones laterales del bloque, su inclinación y la forma como pudo formarse la cueva por la acción disolvente de las aguas.

Sobre este bloque de estratos calcáreos iban superpuestas capas de arcilla y cascajo que han sido erosionados y que se puede aún apreciar en la banda occidental del Río Suaza.

Sobre el bloque que forma la cueva se encuentran rocas erosionadas, en descomposición, humus vegetal, y buena vegetación de una segunda generación de árboles silvestres.

No hay duda alguna de que estas cuevas y sus secretos laberintos se deben a la acción química y mecánica de las aguas. El agua lluvia, mezclada con CO<sup>2</sup> que adquiere a su paso por la atmósfera y a través de las materias orgánicas del suelo di-

suelve la roca calcárea y la arrastra en solución por las fisuras cada vez más anchas de las rocas. La erosión causada por las aguas, depende de su cantidad, de su permanencia más o menos prolongada, de su velocidad y del grado de solubilidad de la roca.

Como se ha anotado ya, una gruesa capa calcárea arenosa cubre todo el bloque. El sílice (40%) y la estructura compacta de esta laja superior han impedido su erosión por las aguas en una gran extensión. Debido al poco contenido de la CO<sub>2</sub> de esta roca, de su poca disolubilidad, no se han formado en la cueva grande y sus aledañas galerías, las bellas y grandes estalactitas que adornan otras cuevas, ni se encuentra humedad dentro de las galerías secundarias.

Posiblemente el Río Suaza corrió de Sur a Norte por encima de la gran losa arenosa y calcárea recostado siempre en su borde occidental sobre las arcillas cascajosas y de fácil arrastre desplazándose lentamente su cauce hacia el occidente.

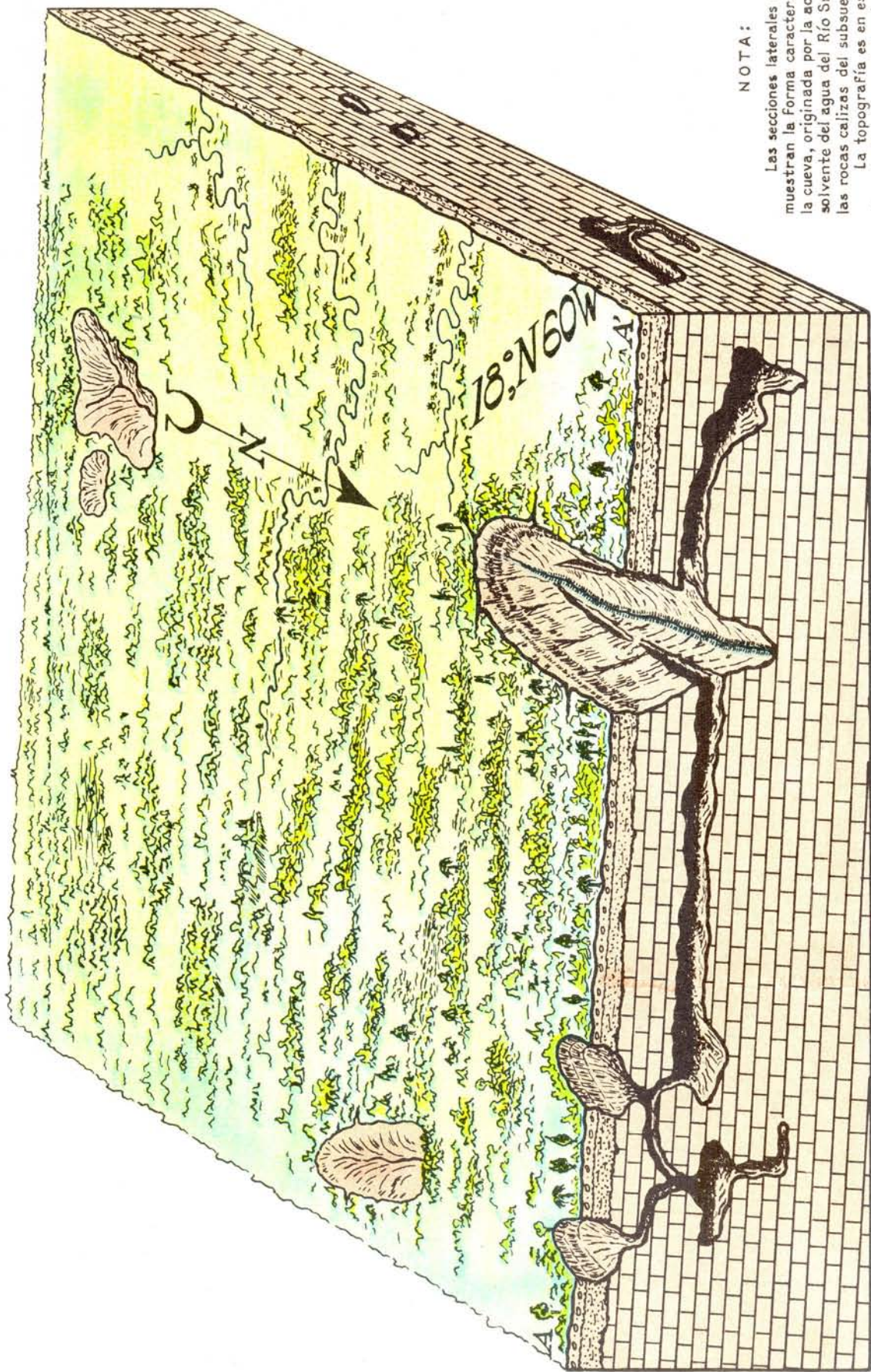
La losa superior se debió perforar por varias cavidades verticales a manera de vertedero (sink-hole) a lo largo de fisuras o fallas que sirvieron de canales a las aguas lluvias y por donde penetraron en parte las aguas del Suaza. Los grandes bloques acumulados en la Chimenea y en la Sala de la Claraboya así lo indican. Por allí se sumergían las aguas del Suaza a formar la Galería de los Nombres y de la de los Exploradores, la primera de las cuales era una no interrumpida galería con la del Tigre, antes del hundimiento que formó la gran entrada lateral oriental.

También debieron producirse fenómenos similares en la parte Sur de la cueva dando como resultado la apertura de la actual caverna por donde corre el Suaza y luego hundimientos de la gran losa que redujeron su longitud paulatinamente.

Secas las galerías superiores, el Río Suaza seguiría ahondando su lecho y formando las galerías de la parte occidental.

Hacia un nivel más bajo y siguiendo la inclinación N-O de los estratos se fueron filtrando las aguas siguiendo grietas y fisuras y disolviendo las calizas. Posteriormente parte de las aguas de la montaña o una desviación del río formaría el Brazuelo que corre torrentoso y estrecho faltándole tiempo aún para labrar su cauce.

Así puede reconstruirse a grandes rasgos desde hace unos 3.000 años, la historia de un río que es arquitecto, escultor y decorador, que un día no lejano terminará su obra maestra en la caverna y se pasará con todo su instrumental y sus aves al Brazuelo a terminar incansable su nuevo proyecto. Su obra monumental será entonces catedral subterránea, o coliseo o estadio protegido contra el sol y la lluvia e iluminado por los potentes reflectores que recibirían energía de la inagotable hidráulica de nuestro mismo arquitecto, escultor y decorador.



**NOTA:**

Las secciones laterales del bloque muestran la forma característica de la cueva, originada por la acción disolvente del agua del Río Suaza en las rocas calizas del subsuelo.

La topografía es en esencia un plano inclinado paralelo a la estratificación ( $18^{\circ}$  N  $60^{\circ}$  W), y esculpida principalmente en la capa aluvial de la superficie.

**ESTEREOGRAMA DE LA  
CUEVA DE LOS GUACHAROS  
QUE ILUSTRASUS CARACTERISTICAS  
GEOLOGICAS Y TOPOGRAFICAS**

Por JESUS EMILIO RAMIREZ, S.J.  
Dib. José Patiño A.

# LAS FORMULAS DE EINSTEIN SIN RELATIVISMO Y LA ONDA DE BROGLIE

MEMORIA PRESENTADA A LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EN MARZO DE 1953.

POR DARIO ROZO M.

Las fórmulas de Einstein pueden obtenerse prescindiendo del concepto de la *relatividad de la simultaneidad* que constituye el fundamento de la teoría einsteiniana.

La relatividad de la simultaneidad implica la inconsistencia de la extensión y del tiempo causada por la velocidad de que están dotados los objetos. La posibilidad de esa inconstancia es una idea difícil de admitir como idea lógica, porque riñe abiertamente con el concepto que se tiene de la naturaleza de las cosas; y en esto estriba principalmente la dificultad que muchos experimentan para entender las teorías de Einstein.

Pero fundándonos solamente en la variabilidad de la masa producida por la velocidad de que esté dotada, pueden hallarse las mismas fórmulas de Einstein, y determinándolas así se prescinde de lo que se entiende por relativismo conforme a lo anotado en el párrafo anterior.

El problema puede tratarse así:

Si la masa  $m$  dotada de velocidad  $v$  se incrementa en la cantidad  $\mu$ , se debe tener

$$m v = (m + \mu) v_1$$

pero se puede poner a  $\mu$  bajo esta forma  $\mu = m/\beta - m$ ; por consiguiente  $m + \mu = m/\beta$  de donde resulta  $m v = m v_1/\beta$  o sea  $v = v_1/\beta$

Como  $v = \frac{dl}{dt}$ ,  $v_1 = \frac{dl_1}{dt_1}$  se obtiene  $\frac{v}{v_1} = \frac{dl}{dt} \frac{dt_1}{dl_1} = \frac{1}{\beta}$

Esta fórmula para lapsos iguales, o sea para

$dt = dt_1$  dará  $dl = \frac{dl_1}{\beta}$  cuya integral es  $l = \frac{l_1 + k}{\beta}$  con  $k = -v_1 t_1$

Ahora bien, como en la mecánica clásica se admite que no hay aumento de masa, se debe tener  $\frac{dl}{dt} = \frac{dl_1}{dt_1}$  y sustituyendo el valor hallado para  $dl$  se encuentra

$$\frac{dl_1}{\beta dt} = \frac{dl_1}{dt_1} \quad \therefore \quad \beta dt = dt_1 \quad \therefore \quad dt = \frac{dt_1}{\beta}$$

cuya integral es  $t = \frac{t_1 + n}{\beta}$ , con  $n = -\frac{v_1 l_1}{c^2}$

Todo estriba pues en demostrar que para una masa dotada de velocidad  $v$  debe presentarse el incremento de masa  $\mu = m \left( \frac{1}{\beta} - 1 \right)$

y que la cantidad que hemos designado con beta sea

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

La demostración es la siguiente:

El estudio matemático del mundo físico debe basarse en el concepto de *velocidad*, porque la concomitancia entre espacio y tiempo es necesaria en la naturaleza y por consiguiente debe ser ineludible en los procesos matemáticos. Esto que ya está admitido en la física moderna preocupaba a los filósofos griegos cuatro centurias antes de Jesucristo, como lo demuestran los célebres problemas de Zenón de Elea, quien con ellos no pretendió, como se afirma, negar el movimiento, sino hacer ver que en los problemas en que éste interviene no pueden considerarse como independiente el espacio y el tiempo. La tortuga nunca alcanzará a Aquiles si se van considerando separadamente los espacios y los tiempos; pero el problema se resuelve si se hacen intervenir las respectivas velocidades de Aquiles y de la tortuga.

Así, pues, en determinados problemas se ha de emplear siempre la velocidad como elemento de cálculo, cuya expresión en función de espacio y tiempo infinitesimales es  $v = \frac{ds}{dt}$ . Y para demostrar lo del incremento de masa debe considerarse una propiedad muy importante de la segunda potencia de la velocidad, es a saber: el potencial  $p$  del campo newtoniano, en el cual figura el factor  $k$  que es el coeficiente de gravitación, tiene esta forma:

$$p = k \frac{m}{r}$$

y como las dimensiones mecánicas de  $k$  son  $M^{-1}L^3T^{-2}$ , resulta que la dimensión del potencial es

$$[p] = L^2T^{-2}$$

lo que da una *velocidad al cuadrado*:  $v^2$

Esto nos permite admitir que en ausencia de masas el espacio puede considerarse como un campo de potencial uniforme de la forma  $v^2$ .

Esta clase de velocidades al cuadrado sin factor masa será denominada *portopotencial* o *protoenergía*, según los casos.

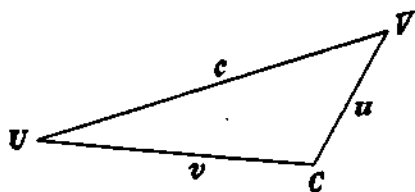
Bajo estos conceptos el espacio es algo activo capaz de producir velocidades y concuerda con lo que en física moderna se llama *espacio-tiempo*.

Sea  $c^2$  ese protopotencial que caracteriza al espacio-tiempo;  $c$  será la máxima velocidad posible; pero la experiencia muestra que hay muchas categorías de velocidades: sea  $v$  una de ellas.

También enseña la práctica que las velocidades se componen vectorialmente, y si  $v$  procede de  $c$  habrá necesariamente otra velocidad  $u$  para que  $v$  pueda ser menor que  $c$ . En consecuencia  $c$ ,  $v$ ,

y  $u$  formarán un triángulo como el de la figura adjunta de la cual se obtiene

$$v^2 = c^2 + u^2 - 2cu \cos V$$



Esta ecuación representa un caso particular del fenómeno que se estudia, ecuación que se constituyó mediante una función arbitraria  $u$  que debe guardar alguna relación con el ángulo  $V$ ; eliminando esta función arbitraria por medio de la derivada se obtendrá la ecuación general que corresponde al fenómeno.

Procediendo así, se tiene:

$$\frac{\partial f}{\partial u} = 0 = 2u - c \cos V$$

por tanto  $u = c \cos V$  o sea  $\cos V = \frac{u}{c}$  y sustituyendo resulta  $v^2 = c^2 - u^2$  igualdad que está expresada en velocidades al cuadrado.

Esta fórmula enseña que para que sea posible una velocidad  $v$  es necesaria una protoenergía  $u^2$ . En consecuencia para que un cuerpo se mueva es necesaria la presencia de la protoenergía  $u^2$  diferente de  $v^2$ . Cuando  $u^2$  es cero,  $v^2$  se confunde con  $c^2$  o sea que  $v^2$  no es cinética: la traslación se anula.

La mecánica enseña que un trabajo o energía  $W$  producido por una masa  $m$  tiene esta forma

$$W = \frac{1}{2} m v^2$$

Si se escribiera lo anterior teniendo en cuenta lo establecido sería

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m c^2 - \frac{1}{2} m u^2$$

y se tendría en el primer miembro una expresión análoga a la de  $W$ , pero no equivalente, porque  $W$  procede de una integración en donde un límite corresponde a  $v =$  cero. En la segunda igualdad hay indecisión en el comportamiento del segundo miembro cuando  $v^2 = 0$ , pues  $u^2$  puede ser cero o puede tomar el valor  $c^2$ , según las circunstancias. Es pues necesario estudiar el comportamiento del segundo miembro.

Para esto es necesario acudir al caso en que  $v$  es constante que es precisamente el que corresponde a la *Relatividad Restringida* y encontrar la expresión de la cantidad de movimiento.

Para hallar  $mv$  tenemos que proceder sobre lo que se ha establecido en este estudio y que es la suma de los cuadrados de las velocidades, o sea sobre

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m c^2 - \frac{1}{2} m u^2$$

Derivando esta expresión pero teniendo muy presente que hay dependencia entre el espacio y el tiempo, se obtiene:

$$m v \frac{\partial v}{\partial l} \frac{\partial l}{\partial t} = m c \frac{\partial c}{\partial s} \frac{\partial s}{\partial t} - m u \frac{\partial u}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial t}$$

$$\text{o sea } m v^2 \frac{\partial v}{\partial l} = m c^2 \frac{\partial c}{\partial s} - m u^2 \frac{\partial u}{\partial \sigma}$$

$$\text{por consiguiente } \frac{\partial v}{\partial l} = \frac{\partial c}{\partial s} = \frac{\partial u}{\partial \sigma}$$

Ahora derivando con relación a los espacios

$$m v \frac{\partial v}{\partial l} = m c \frac{\partial c}{\partial s} - m u \frac{\partial u}{\partial \sigma}$$

$$\therefore m v = m c - m u$$

Cuando  $v$  es constante no hay incremento de velocidad y como necesariamente  $u < c$  se tendrá que escribir  $m_0 c - m u = 0 \therefore m = m_0 \frac{c}{u}$

Pero se tenía  $v^2 = c^2 - u^2 \therefore u^2 = c^2 - v^2$

$$\therefore \frac{u}{c} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \therefore m = \frac{m_0}{\beta}$$

Como  $\beta < 1, m > m_0$  Hagamos  $m = m_0 + \mu$

$$\therefore \frac{m_0}{\beta} = m_0 + \mu \therefore \mu = m_0 \left( \frac{1}{\beta} - 1 \right)$$

Q. E. D.

Queda pues demostrado que

$$l = \frac{l_1 - v_1 t_1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad t = \frac{t_1 - \frac{v_1 l_1}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

fórmulas éstas que son las fórmulas cardinales de Einsetin.

Como corolario de la demostración anterior resulta que siendo  $u$  función de un coseno debe tener carácter ondulatorio, y por consiguiente para que se produzca una traslación de velocidad  $v$  es necesaria una onda acompañante de protoenergía  $u^2$ .

Así pues un cuerpo de masa  $m$  que se mueve con velocidad  $v$ , irá acompañado de una onda y por tanto la onda tendrá velocidad de grupo  $v$  y velocidad de fase  $u$ .

Salta a la vista que esta onda es la misma que fue introducida hipotéticamente por Broglie y para la cual Schrödinger dio la expresión matemática bajo esta forma

$$\nabla^2 s = - \frac{8 \pi^2 m (E-V)}{n^2 h^2} s$$

En la cual

$m =$  masa del corpúsculo

$h =$  constante de Planck;  $[h] = ML^2 T^{-1}$ ,  
(acción)

$s =$  función de onda

$n =$  número entero

$(E-V) = E_{cin}; E = E_{Top}; V = E_{pot}$

En efecto, para nuestro caso de la onda  $u$  se tiene

$$\nabla^2 s = \frac{1}{u^2} \frac{\partial^2 s}{\partial t^2}$$

La solución general de esta ecuación es:

$$s = X(x) T(t)$$

con las funciones  $X$  y  $T$  de la forma siguiente:

$$X = \frac{\cos}{\text{sen}} px, \quad T = \frac{\cos}{\text{sen}} upt$$

con  $p$  arbitrario.

Como ejemplo fácil tomaremos

$$s = 2A \cos kx \cos kut$$

Si en el lapso  $t$  hay  $n$  períodos de Planck se debe tener  $k = \frac{2\pi}{n\lambda}$  con  $\lambda = \text{longitud de onda}$ .

De la igualdad  $s$  se obtiene

$$\frac{\partial^2 s}{\partial t^2} = -2A k^2 u^2 \cos kx \cos kut$$

$$\therefore \frac{\partial^2 s}{\partial t^2} = -\frac{4\pi^2 u^2}{n^2 \lambda^2} s \quad \therefore \nabla^2 s = -\frac{4\pi^2}{n^2 \lambda^2} s$$

Se tiene demostrado que

$$\lambda = \frac{h}{mc} \quad \therefore \frac{1}{\lambda^2} = \frac{m^2 v^2}{h^2} = \frac{m}{h^2} m v^2,$$

pero  $\frac{1}{2} m v^2 = E_{\text{cin}} = E - V \quad \therefore m v^2 = 2(E - V)$

y sustituyendo:  $\frac{1}{\lambda^2} = \frac{m}{h^2} 2(E - V)$

y por consiguiente  $\nabla^2 s = -\frac{8\pi^2 m}{n^2 h^2} (E - V) s$

que es la fórmula de Schrödinger.

De esto se debe deducir que para que cualquier cuerpo de masa  $m$  adquiera movimiento se necesita la onda de Broglie. Esta onda no es pues solamente un artificio matemático, corresponde a una realidad.

Del triángulo de velocidades se obtuvo el valor de  $v^2$  que sirvió para el estudio precedente. De manera análoga se procede sobre el valor de  $u^2$  y se obtendrá que entonces  $v^2$  es de carácter ondulatorio, lo que puede interpretarse diciendo que  $u$  y  $v$  son permutables en cuanto al carácter ondulatorio y al de traslación. Del valor de  $c^2$  se obtiene  $u^2 = v^2$  y ambos con carácter ondulatorio, lo cual da fundamento a una teoría sobre la formación del átomo que será motivo de otra comunicación a la Academia.

#### OBSERVACIONES IMPORTANTES:

1<sup>a</sup>) El estudio anterior demuestra que la masa en reposo  $m_0$  es invariable y concuerda con la masa de la mecánica newtoniana. 2<sup>a</sup>) Lo que se ha llamado *incremento de masa* es más bien un incremento del coeficiente de inercia causado por la onda acompañante y se debe a la idiosincracia del espacio y no al comportamiento de la masa propiamente dicha. 3<sup>a</sup>) Como algunos autores dan a la masa de la mecánica newtoniana el nombre de coeficiente de inercia, conviene para este estudio hacer distinción entre la masa que se comporta como invariable y el coeficiente de inercia cuyo efecto puede traducirse en un aumento de masa.

Bogotá, marzo de 1953.

# FASCIOLIASIS EXPERIMENTAL

POR GUILLERMO MUÑOZ-RIVAS

COMUNICACION A LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS, EN SU SESION DEL 6 DE MAYO DE 1953.

El año pasado tuvimos la oportunidad de comunicar a la Academia Nacional de Medicina nuestros hallazgos sobre los cinco primeros casos de *Distomatosis humana en Colombia*. Asimismo, ante esta Academia, exhibimos nuestra película, *Distomatosis en Colombia*, relacionada con los estudios adelantados sobre la evolución de algunos de nuestros distomas.

La comunicación presentada a la Academia de Medicina fue titulada "Distomatosis humana en Colombia" (1) porque en ese entonces, nos faltaban los datos experimentales de su evolución; ya que el diagnóstico microscópico de los huevos encontrados solamente autorizaba para informar que se trataba de una distomatosis, en tanto que, los datos hematológicos de los pacientes así como sus manifestaciones clínicas, sí permitían considerar que era una Fascioliasis.

Hoy tenemos el agrado de presentar las verificaciones experimentales, en relación con el descubrimiento que hizo en 1939 la Misión Brumpt en asocio de los doctores Ucrós y Velásquez, al encontrar cercarias de *Fasciola hepática* en la *Limnea bogotensis* Pilsbry, y además al hecho de que nosotros hubiéramos considerado presuntivamente que los huevos hallados en los casos humanos eran de *Fasciola hepática*.

Con el fin de efectuar los trabajos experimentales se colocaron en el laboratorio varios acuarios, repartidos en tres lotes: el primero infectado con huevos de *Fasciola hepática* obtenidos de hígados parasitados de reses del matadero de Bogotá; el segundo, polucionado con las deyecciones de los cinco casos humanos, y un tercero para mantener las diferentes especies de caracoles colectados durante nuestro trabajo.

Los dos primeros criaderos se iniciaron con *Limneas* pequeñas capturadas en sitios que por exámenes previos sabíamos que estaban libres de cercarias, la mayoría procedentes de Cajicá.

La evolución de los huevos fue observada en pequeños tubos que se colocaron en las mismas condiciones que los acuarios, temperatura ambiente de Bogotá (16°C). Lentamente evolucionaron hasta la formación del miracidio, por término medio duraron tres meses. Tanto los huevos procedentes del matadero como los de los casos humanos, terminaron su desarrollo, el cual fue filmado y presentado oportunamente a la Academia.

El día 19 de octubre de 1952 se encontró entre las *Limneas* del criadero infectado con deyecciones humanas, una *Limnea*, parasitada por cercarias. Se obtuvieron más de 10 metacercarias, las que por

medio de un gotero se colocaron en la faringe de un curí. Este animal murió el 26 del mismo mes y en la necropsia no se encontró nada interesante; la causa de la muerte fue una oclusión intestinal.

El 12 de noviembre, en una *limnea* capturada en Soacha, se encuentran abundantes cercarias, de las que se consiguieron más de treinta metacercarias. Como en ese momento no teníamos curíes disponibles, los solicitamos al Profesor de Parasitología de la Facultad de Medicina, doctor Claudio Sánchez, quien amablemente nos envió dos. Cada uno de los curíes recibió, por vía oral, más de 10 metacercarias. Para evitar que el cambio de alimentación pudiera perjudicar a los animales, se enviaron de nuevo al laboratorio del doctor Sánchez. Una semana más tarde murió uno: la necropsia no dio datos de importancia. El segundo fue sacrificado el 13 de enero de este año. El hígado estaba aumentando de volumen y con un gran absceso. Dentro de los canales biliares, muy esclerosados, se encontraron dos *Fasciolas*, de un tamaño algo menor de las halladas frecuentemente en las reses, las que también entre nosotros, son sensiblemente más delgadas y cortas que las de cordero. Para que vieran el resultado experimental de la infección del curí con *Fasciola* nos permitimos llamar a los doctores Luis Patiño Camargo y Claudio Sánchez, quienes estuvieron de acuerdo con nosotros en que se trataba de Fascioliasis, tanto por el estudio del distoma, como por la forma de sus huevos. Este hallazgo nos permitió confirmar los trabajos de Brumpt, Ucrós y Velásquez (2). La *Limnea bogotensis* es el huésped intermediario de *Fasciola hepática* en la sabana de Bogotá.

Consideramos de importancia comunicar que el parasitismo de *Limnea bogotensis* por *Fasciola hepática* no es tan elevado como indicaron Brumpt y sus colaboradores, quienes realmente anduvieron con suerte al encontrar dos *Limneas* parasitadas sobre 120 examinadas. Nosotros solamente encontramos 7 sobre 5.531 *Limneas* colectadas en la Sabana de Bogotá, y tres experimentalmente infectadas en el laboratorio sobre 500 observadas. En cambio pudimos encontrar que están altamente parasitadas por una xifidocercaria, que cuando se inocula *per os* en el ratón suizo produce un distoma pequeño, de ciegos no ramificados y que provisionalmente consideramos como un Plagiorchiidae, y cuyo estudio definitivo daremos a conocer en un próximo trabajo.

El 12 de diciembre de 1952, se encuentra una nueva *Limnea* parasitada en el acuario infectado con deyecciones humanas; con seis metacercarias

se inoculara experimentalmente un nuevo curi, el que se conserva en buen estado y es sacrificado el 12 de febrero de este año. El hígado estaba bastante grande y, al cortarlo, de los canales biliares se extrajo una fasciola, del mismo tamaño de las encontradas en el curi inoculado con metacercarias obtenidas de Limneas de Soacha. En esta forma demostramos experimentalmente que los casos comunicados a la Academia Nacional de Medicina, correspondían a una Fascioliasis humana.

De los criaderos experimentalmente infectados con huevos de fasciolas provenientes del matadero de Bogotá, se obtuvo el 26 de enero una Limnea

parasitada, la que nos suministró ocho metacercarias que se inocularon en otro curi. Este animal fue sacrificado el 27 de marzo de este año, y del hígado se extrajo una fasciola, similar a las obtenidas en los casos anteriores. Los canales biliares estaban bastante esclerosados. Esta observación complementa la obtenida con Limneas infectadas naturalmente.

Durante el año de trabajo que llevamos ocupados en estas observaciones hemos tenido oportunidad de examinar 7.219 gasterópodos. Los resultados hasta ahora obtenidos se agrupan en los cuadros siguientes:

### PLANORBIS SP

SITIO DE CAPTURA	Nº examinado	PARASITADOS POR:		
		Cisto-cercarias	Cercaria Nº 4	Cercaria de Fasciola
Cajicá .....	206	54	25	0
Suba .....	59	15	0	0
Barrio San Carlos, Bogotá .....	79	1	0	0
Barrio Las Ferias, Bogotá .....	12	8	0	0
Ubaté .....	235	29	0	0
Laguna de La Herrera .....	10	0	0	0
Tunjuelo .....	6	0	0	0
Criaderos experimentados .....	100	0	0	0
Totales.....	707	107	25	0

### LIMNEA BOGOTENSIS P.

SITIO DE CAPTURA	Nº examinado	PARASITADAS CON CERCARIAS DE:	
		Fasciola hepática	Xifidocercarias
Cajicá .....	1.331	1	0
Suba .....	173	1	0
Barrio de San Carlos, Bogotá .....	2.546	0	406
Tunjuelo .....	157	0	3
Barrio de Las Ferias, Bogotá .....	325	0	97
Ubaté .....	213	0	0
Zipaquirá .....	60	0	0
Soacha .....	726	5	2
Criaderos experimentales .....	500	3	0
Totales.....	6.031	10	508

### PHYSA SP.

SITIO DE CAPTURA	Nº examinado	PARASITADAS CON CERCARIAS DE:	
		Fasciola hepática	Cercaria Nº 5
San Antonio de Tena .....	41	0	5
Fusagasugá .....	31	0	0
Soacha .....	58	0	0
Criaderos experimentales .....	200	0	0
Totales.....	330	0	5

### PLEKOCEILUS DELICATUS

SITIO DE CAPTURA	Nº examinado	Parasitado con Xifidocercarias
Soacha .....	51	2

De lo anteriormente expuesto podemos concluir:

Como lo presumimos, los casos de distomatosis humana, descubiertos por nosotros, correspondían a típicas Fascioliasis.

La *Limnea bogotensis* es, en la sabana de Bogotá, huésped intermediario de *Fasciola hepatica*, natural y experimentalmente.

Los *Planorbis* y *Physa* examinados por nosotros, no se encuentran parasitados por cercarias de *Fasciola* en la naturaleza y tampoco se infectan por vía experimental.

#### NOTAS

Ya terminada esta Nota, tuvimos la oportunidad de saber que el doctor Alfonso Tárazona A. encontró, el 10 de diciembre del año pasado, un caso de Fascioliasis humana, que fue diagnosticado por un sondeo duodenal practicado en el laboratorio del doctor Hernando Forero Rubio, en esa misma fecha, y que fue informado con el No. 52.481. Caso 5.217.

Este nuevo caso viene a ser sexto de Fascioliasis humana diagnosticado entre nosotros, y creemos

oportuno repetir que es necesario emprender en la Sabana de Bogotá la lucha contra la *Limnea*.

En marzo de 1954, el doctor Lope Carvajal Peralta encontró quirúrgicamente un caso más de fascioliasis, con el cual se completan siete contaminaciones humanas diagnosticadas en Bogotá.

En la película *Distomatosis en Colombia* (16mm), aparecen las cercarias a que se hace mención en este trabajo, así como el *Distoma* obtenido experimentalmente con xifidocercarias en el ratón suizo, y la evolución de *Fasciola hepatica* (3).

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) Muñoz-Rivas, Guillermo: *Distomatosis humana en Colombia*. Anales de la Sociedad de Biología de Bogotá, Vol. V, Nº 4, 1952.
- (2) Brumpt E., Velásquez, J., H., Brumpt, L. Ch.: *Découverte de l'hôte intermédiaire, Limnea Bogotensis Pilsbry, de la grande douve Fasciola hepatica L., en Colombie*.
- (3) Agulló F. de S.: *Una nueva helmintiasis humana en Colombia: La Fascioliasis hepática*. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vol. IX, Nos. 33 y 34, mayo de 1953.
- (4) Carvajal Peralta Lope, comunicación personal.

# MICOBACTERIACEAS DEL MEDIO AMBIENTE COLOMBIANO

POR GUILLERMO MUÑOZ-RIVAS

Presentado al VI Congreso Internacional de Leprología.

Madrid, 3 a 10 de octubre de 1953.

Basta conocer los trabajos de Soule y MacKinley (1), F. Solana y Gutiérrez Solana (2), de Hauduroy (3), Bergey (4), Souza Araujo (5), Vaudremer (6), Souza Lima (7), para darse una idea de las serias dificultades que encuentra el investigador que desea estudiar el cultivo del *Mycobacterium leprae*, dados el inmenso número de b. a. a. r. que se encuentran en la naturaleza y la carencia de técnicas especiales para su debida clasificación.

Interesados en los resultados que habían tenido en hemocultivos de leproso Ota y Sato (8), Such (9) y Lleras Acosta (10) iniciamos hace 15 años nuestras investigaciones sobre los bacilos ácido alcohol resistentes, que pueden obtenerse no sólo de enfermos de lepra, sino en general del medio ambiente colombiano.

Todos los libros clásicos hacen mención de los gérmenes a. a. r. de la naturaleza, pero en general no hay datos que permitan clasificarlos; el laudable intento del Manual de Bergey apenas cubre unos pocos b. a. a. r. Hauduroy (11) tiene que conformarse con hacer un inventario y algunas descripciones de estos seres, y se ve obligado a numerarlos y colocarlos en orden alfabético. Podemos considerar que el estado actual de nuestros conocimientos de sistemática del género *Mycobacterium* son un tanto caóticos, y que dada su frecuencia en el medio ambiente, son de importancia ya que suelen producir paratuberculinas, que podrían llegar a falsear los resultados de Tuberculinas y Leprominas, cuando éstas no se hacen con proteínas puras.

Este trabajo tiene por finalidad informar a los interesados acerca de los resultados obtenidos por nosotros con material colombiano.

Para evitar confusiones debidas a las frecuentes disociaciones de estas bacterias, hemos trabajado rutinariamente en los medios de Hohn (12), Petragani (13) y Loewenstein (14), tratando siempre el material por el ácido sulfúrico al 10 por ciento y en los últimos tiempos prolongando su acción durante 45 minutos.

Los resultados obtenidos hasta la fecha son los siguientes:

## MATERIAL PROVENIENTE DE LEPROSOS

Material sembrado	Nº de cultivos	Nº de cultivos +
Sangre . . . . .	208	7
Leproma . . . . .	108	0
Jugo ganglionar . . . . .	92	0
Medula ósea . . . . .	14	1
Moco nasal . . . . .	62	0
Materias fecales . . . . .	10	1
Total de cultivos . . . . .	494	9

De los nueve cultivos obtenidos: ocho son cromógenos, lisos, húmedos, siete de hemocultivos y uno de médulocultivo. El aislado de materias fecales, es seco rugoso y no cromógeno, no tiene acción sobre el curi.

Los bacilos aislados de los hemocultivos, cuando se trasplantan rápidamente de velo a velo, se hacen secos y rugosos.

El aislado de medula, se comporta como los aislados de hemocultivo, en cuanto a la acción sobre el animal. Chala y Lleras Restrepo (15) aislaron otro bacilo que es igual al obtenido por nosotros.

Creemos que este germen es un saprófito banal como lo consideró Sáenz (16) y como nosotros lo informamos en otro estudio (17).

## MATERIAL PROVENIENTE DE TUBERCULOSOS

Material sembrado	Nº de cultivos	Nº de cultivos +
Sangre . . . . .	51	0
Expectoraciones bacilíferas . .	35	35 *
Expectoraciones sospechosas .	25	1
Orinas bacilíferas . . . . .	38	38
Número total de cultivos . . .	149	74

\* (M. tub.).

Prácticamente, siempre que hay baciloscopia positiva, se obtiene cultivo de *M. tuberculosis*. En este material no fue posible aislar otra clase de b. a. a. r., pero bien sabemos cuánto se han desvalorizado los hallazgos microscópicos sin cultivo de confirmación, por la facilidad con que en otras partes algunos autores han aislado b. a. a. r. Sáenz (18) en hemocultivos, y Lester (19) quien de 1932 a 1936 aisló de material tuberculoso 130 cepas de b. a. a. r. saprófitos.

## MATERIAL PROVENIENTE DE BOVIDOS PARATUBERCULOSOS

Material sembrado	Nº de cultivos	Nº de cultivos +
Deyecciones . . . . .	2	2

Este grupo se empezó recientemente, con el *M. paratuberculosis* Johne; también se presentan dificultades culturales; entre nosotros, Albornoz (20) no ha podido aislarlo. Nosotros pudimos aislar de dos cultivos tres cepas, dos cromógenas y una acromógena, todas tres las consideramos como saprófitas, similares a las aisladas de material sano.

**MATERIAL PROVENIENTE  
DE LEpra DE LAS RATAS**

Material sembrado	Nº de cultivos	Nº de cultivos +
Nódulos, sitios de inoculación	7	0
Sangre . . . . .	7	0
<b>Total de cultivos. . . . .</b>	<b>14</b>	<b>0</b>

Se trata de muy pocos cultivos, porque solamente en diciembre del año pasado pudimos conseguir la cepa de Stefansky, gracias a la amabilidad del Director del Instituto Nacional de Higiene, doctor Abraham Afanador, a quien en esta oportunidad presentamos nuestros agradecimientos una vez más. La cepa en referencia es originaria del Instituto Pasteur, de París.

**MATERIAL PROVENIENTE DE PERSONAS  
PRESUNTAMENTE SANAS DE LEpra  
Y TUBERCULOSIS**

Material sembrado	Nº de cultivos	Nº de cultivos +
Sangre . . . . .	80	0
Materias fecales . . . . .	50	1
<b>Total de cultivos. . . . .</b>	<b>130</b>	<b>1</b>

El germen obtenido de materias fecales es ligeramente cromógeno (amarillo), seco y rugoso. En la inoculación al curí se comporta como un b. a. a. r. saprófito.

**MATERIAL PROVENIENTE DE AGUAS NEGRAS**

ORIGEN DEL MATERIAL	Nº de cultivos	Nº de cultivos +	CEPAS AISLADAS	
			Acromógenas	Cromógenas
Ibagué . . . . .	10	9	9	3
Agua de Dios. . . . .	8	8	4	7
Contratación . . . . .	6	6	0	6
Medellín . . . . .	2	1	1	0
Bogotá . . . . .	12	11	8	6
Fontibón . . . . .	2	2	2	0
Cajicá . . . . .	2	1	0	1
<b>Totales. . . . .</b>	<b>42</b>	<b>38</b>	<b>24</b>	<b>23</b>

En este grupo se consiguen sobre 42 cultivos, 38 positivos y de éstos se obtienen 47 cepas de b. a. a. r.: 23 cromógenas y 24 acromógenas. El bacilo más estudiado de este grupo el Cr. No. 8, de Ibagué, que se comporta en forma idéntica a los obtenidos de

**MATERIAL PROVENIENTE DE RESTOS  
CADAVERICOS HUMANOS**

Material sembrado	Nº de cultivos	Nº de cultivos +
<i>Restos óseos de leproso:</i>		
De Agua de Dios. . . . .	7	7
De Caño de Loro. . . . .	2	2
De Contratación . . . . .	4	2
<i>Restos óseos de sanos de lepra al morir:</i>		
Bóvedas de Bogotá. . . . .	20	20
Indígenas de Sogamoso . . . . .	8	0
Indígenas de Chocontá. . . . .	2	0
<b>Total de cultivos. . . . .</b>	<b>43</b>	<b>31</b>

En este grupo llama la atención la ausencia de b. a. a. r. en los restos de los indígenas y la positividad de los restos sanos y leproso, datos que invalidan algunas de las observaciones comunicadas sobre la presencia del b. de la tuberculosis y de la lepra en los cadáveres.

El germen aislado de casi todos los restos óseos, se presentó como especie nueva *Mycobacterium ovis* (Muñoz-Rivas, 1944) al Congreso de Microbiología de Río de Janeiro, 1950. Este germen es muy interesante biológicamente porque tiene la característica de conservarse entre cajas de latón con capacidad cultural hasta por diez años. Su acción sobre los animales es la misma de todos los b. a. a. r. banales.

hemocultivos de leproso, en cuanto se refiere a la acción sobre el animal (Fig. No 1) y la posibilidad de obtener antígenos metilicos que fijan el complemento en presencia de sueros leproso (17).

**MATERIAL PROVENIENTE DE APOSENTOS**

(Polvo recogido superficialmente en los suelos de los dormitorios, en malas habitaciones)

ORIGEN DEL MATERIAL	Nº de cultivos	Nº de cultivos +	CEPAS AISLADAS	
			Acromógenas	Cromógenas
Bogotá . . . . .	32	2	1	1
Cajicá . . . . .	18	1	0	1
Tabio . . . . .	6	1	0	1
Tenjo . . . . .	4	0	0	0
Guateque . . . . .	12	0	0	0
Guayatá . . . . .	6	0	0	0
Mogotes . . . . .	1	0	0	0
Medellín . . . . .	5	0	0	0
Cartagena . . . . .	2	0	0	0
Montería . . . . .	2	0	0	0
Campo de la Cruz. . . . .	1	0	0	0

ORIGEN DEL MATERIAL	Nº de cul- tivos	Nº de cul- tivos +	CEPAS AISLADAS	
			Acromógenas	Cromógenas
<i>Tierras de ranchos con leproso:</i>				
Leprocomio de Caño de Loro.....	12	0	0	0
Leprocomio de Contratación.....	96	22	22	0
Leprocomio de Agua de Dios.....	130	13	13	0
San Gil, Casa de Leproso.....	2	1	0	1
Ibagué, Casa de Leproso.....	1	0	0	0
Mogotes, Casa de Leproso.....	1	0	0	0
Totales.....	331	40	36	4

Como puede advertirse por los resultados de los cultivos, la frecuencia con que se aíslan b. a. a. r. no cromógenos de los suelos de los aposentos que ocupan leproso es muy grande en relación con los aislamientos logrados en aposentos presuntamente libres de lepra. Es muy importante hacer resaltar que los resultados obtenidos en los tres leprosorios, no es igual. En Caño de Loro, no se consiguen cultivos, disminuyen en Agua de Dios, donde solamente se obtiene el 10 por ciento, y son muy frecuentes en Contratación, en donde llegan al 22 por ciento.

Este leprocomio está situado en uno de los mayores focos leprógenos de nuestro país. También es conveniente hacer saber que el mejor cultivo se obtuvo del polvo del Hospital de San Bosco, indudablemente el más contaminado.

Los bacilos aislados de este material son acromógenos en su mayoría, secos y rugosos, altamente fluorescentes y la mayoría dan la reacción de Dubos para virulencia negativa. Inoculados en los animales dan los resultados conocidos por todos los que han trabajado con b. a. a. r. saprófitos.

#### MATERIAL PROVENIENTE DE ANIMALES

ORIGEN DEL MATERIAL	Nº de cul- tivos	Nº de cul- tivos +	CEPAS AISLADAS	
			Acromógenas	Cromógenas
Deyecciones de vacas.....	4	2	2	0
" " corderos.....	15	15	15	0
" " gatos.....	4	0	0	0
" " perros.....	4	0	0	0
" " gallinas.....	6	0	0	0
Escamas (patas congeladas de gallina).....	1	1	0	1
Deyecciones de gallinazos.....	14	3	3	0
" " palomos.....	2	0	0	0
" " ranas (Cajicá).....	8	2	0	2
" " sapos (Fusagasugá).....	9	1	0	1
Triturados de Limnea.....	10	2	1	1
" " Planorbis.....	10	3	2	1
" " Physa.....	10	1	1	0
" mosca doméstica.....	10	3	3	0
" Stomoxis calcitrans.....	2	1	1	0
" Lucillas.....	1	1	1	1
" Amblyoma cayenense.....	8	0	0	0
" Dermacentor nictens.....	5	1	0	1
" Ornithodoros rudis.....	13	0	0	0
" Cucarachas.....	6	4	4	0
" Rhodnius prolixus.....	16	0	0	0
" Pediculus capitis.....	14	0	0	0
" larvas Simuliidae.....	2	0	0	0
" larvas Anophelinae.....	4	1	0	1
" larvas Culex.....	6	2	0	2
Totales.....	184	43	33	10

Los b. a. a. r. obtenidos en este grupo de animales son muy parecidos a los aislados de aguas negras. Los resultados de los cultivos en corderos llaman la atención, puesto que se consiguen en el 100 por 100 de los casos. Se trata de un bacilo grueso, fuertemente ácido resistente, de escasa fluorescencia, acro-

mógeno y de aspecto mucoide. En la actualidad nos ocupamos de estudiar si la presencia de este bacilo es una de las causas de que el 100 por 100 de los corderos den una falsa biológica de la reacción de Kahn.

MATERIAL PROVENIENTE DE ARTROPODOS VINCULADOS AL SUELO DE LA HABITACION

ORIGEN DEL MATERIAL	Nº de cul- tivos	Nº de cul- tivos +	CEPAS AISLADAS	
			Acromógenas	Cromógenas
<i>Pulgas capturadas en sitios presuntamente libres de infección leprosa:</i>				
Pulex irritans (Lotes de 50).....	25	0	0	0
Ct. canis (Lotes de 50).....	23	0	0	0
X. cheopis (Lotes de 4).....	2	0	0	0
Ctenopsyllus segnis (Lotes de 7).....	2	0	0	0
Larvas de pulgas (Lotes de 50).....	52	2	2	0
Totales.....	104	2	2	0
<i>Pulgas capturadas y alimentadas experimentalmente sobre lepromatosos:</i>				
Pulex irritans (Lotes de más de 50).....	10	2	2	0
Pulex irritans, provenientes de larvas experimentalmente infectadas.....	15	2	2	0
Larvas de pulgas experimentalmente infectadas con bacilos de leproma, lotes de 50. Algunos aislados.....	135	12	12	0
Totales.....	160	16	16	0
Corrodentia sin infectar.....	10	0	0	0
Corrodentia infectado con b. de leproma.....	15	2	2	0
Tyroglyphidae sin infectar.....	15	4	2	0
Tyroglyphidae infectado con b. de leproma.....	16	11	11	0
Totales.....	56	17	15	0

Este grupo de b. a. a. r. aislados de artrópodos tiene bastante interés, ya que se trata de seres que invaden las malas habitaciones y si bien cierto que de material no contaminado pueden aislarse b. a. a. r., el aislamiento se facilita cuando se infectan experimentalmente con bacilos de leproma.

En relación con los b. a. a. r. aislados de larvas de pulgas, nos llama la atención, el que los sacados de larvas normales, no dan la reacción de Dubos para virulencia, eu cambio, los aislados cuando se infectan experimentalmente, siempre son Dubos positivos y estamos en capacidad de asegurar que esos bacilos no tienen relación con el *M. tuberculosis*.

Todos los gérmenes aislados de artrópodos tienen bastante interés, puesto que con el tiempo se ha acumulado una extensa bibliografía sobre el papel que los insectos y ácaros puedan desempeñar en la transmisión de la lepra.

Descontando 149 cultivos practicados en material tuberculoso, hemos practicado 1.560 cultivos para obtener b. a. a. r.: de éstos fueron positivos 199 que dieron un total de 207 cepas, 158 no cromógenas y 49 cromógenas. La mayoría de estas cepas (salvo las repetidas) se conservan en nuestra Mycobacterioteca. La clasificación sistemática de estos gérmenes es hasta el momento prácticamente imposible, desde luego hay algunos caracteres que fijan grupos, tales como su capacidad de crecer rápidamente o hacerlo lentamente, la fluorescencia, la reacción de virulencia de Dubos, el tipo de colonia sobre agar glicerinado con telurito, con subacetato; la reducción de los colorantes en los medios de cultivo, la utilización

del sorbitol. Las dificultades se acentúan por las frecuentes disociaciones, incluso de su pigmento, y la posibilidad de dar reacciones, incluso de su pigmento, y la posibilidad de dar reacciones cruzadas cuando se trabaja con proteínas derivadas de ellos. Consideramos que sería muy importante, para los investigadores de estos problemas, la creación de una Mycobacterioteca internacional, que inicie una clasificación que facilite en cualquier momento una consulta al respecto.

RESUMEN

El autor hace un resumen de los 1.560 ensayos de cultivos practicados para obtener b. a. a. r. de material leproso, aguas negras, barridos de los aposentos de leproso y familias presuntamente libres de infección; deyecciones de aves, reses; artrópodos, etc. Llama la atención sobre la facilidad y constancia con que se aíslan de las aguas negras toda una serie de b. a. a. r. muy semejantes a los obtenidos por varios investigadores de material leproso.

Insinúa que las dificultades de una clasificación exacta, aumentadas por las frecuentes disociaciones de los gérmenes, hacen que el problema sea árduo, y recomienda que los investigadores del Bacilo de Hansen tengan siempre presente la facilidad con que pueden obtenerse contaminaciones que los desorienten.

Propone la creación de una Mycobacterioteca internacional y hacer un esfuerzo por encontrar técnicas que permitan clasificar debidamente los innumerables b. a. a. r.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Soule y McKinley—**Cultivation of B. Leprae with experimental lesions in Monkeys.** Am. J. of Trop. Med. 12, 1932, Nº 1.
- 2 Federico Solana y Gutiérrez-Solana—**Sobre el cultivo "in vitro" del B. de Hansen.** Medicina de los países cálidos—Año VIII Nos. 4-5-6, 1935.
- 3 Hauduroy Paul—**Inventaire et description des bacilles paratuberculeux.** Masson, 1946.
- 4 Bergey, Bergey—**Manual of determinative Bacteriology,** by R. Beed, E. G. D. Murray A. Parker Hitchens—The Williams & Wilkins Company, 1948.
- 5 Souza Araujo—**Poderá o carrapato transmitir a lepra?** Mem. Int. Oswaldo Cruz, T. 36, Fasc. 4, 1941.  
Souza Araujo H. C.—**Cultura cromogénica dum bacilo a. a. r. isolado de pus de lesao fochada de lepra humana.** Mem. Int. Oswaldo Cruz, T. 37, Fasc. 1, 1942.  
Souza Araujo H. C.—**Culturas de bacilos a. a. r. isolados de hemotófagos infectados em leprosos. Evidencias de se tratar do B. de Hansen.** Mem. Inst. Oswaldo Cruz, T. 40, Fasc. 1, 1944.
- 6 Vaudremer—C R. Soc. Biol. 109, 1931.
- 7 Souza Lima, Moacyr—**Cultura do Mycobacterium leprae.** Rev. Brs. Leprol. Vol. V, Junio, No. 2, 1937.
- 8 Ota y Sato—C. R. Soc. Biol 107, 1,062, 1931.
- 9 Such—Publicaciones oficiales de la C. P. I. S., 1933.
- 10 Lleras Acosta, Federico—Rev. Fac. Med. Bogotá. Nos. 1 2. Vol. 5.
- 11 Hauduroy—Loc. Cit.
- 12 Hohn—Citado por Sonnenschein Curt. Zeitschrift für Tuberculose—1930, p. 123.
- 13 Petragnani—Bull Int. Sierot Milanese, Fasc. 3, junio, 1926.
- 14 Loewenstein E.—**Bacteriological Diagnosis of leprosy by means of blood culture.** Int. Jour. of Leprosy—Jan. Vol. I, No. 1, 1933, pág. 39.
- 15 Chala J. I., Lleras Restrepo F.—**Tratamiento en la lepra. Sueroterapia antileprosa.** Rev. Col. de Leprol. Vol. 3, Nos. 1 y 2, 1941.
- 16 A. Sáenz—Presentación de M. Marchoux—Acad. de Med. París, Sesión 24 Mayo, 1938.
- 17 Muñoz-Rivas Guillermo—**El Hemocultivo en la Lepra.** Bol. Lab. Muñoz-Rivas, Nov. 1946, Bogotá, Edit. Cromos.
- 18 Sáenz—C. R. Soc. Biol. 1933, T. 112, pág. 436.
- 19 Lester—Acta tuberculosa scandinávica, 1939, T. 13, Nos. 3-4, Pág. 251.
- 20 Albornoz—Comunicación personal.



Macaco inoculado con B. Cr. No. 8, Ibagué (Agua Negra)

# DISERTACIONES SOBRE BOMBACACEAS

POR JOSE CUATRECASAS  
Chicago Natural History Museum, Chicago III, USA

Comprende las novedades de recientes estudios hechos en la taxonomía de los representantes americanos de *Bombacaceae*, con ocasión de ocuparme de la clasificación de mis colecciones colombianas y de las de compañeros que gentilmente las han puesto a mi disposición (Dres. Romero Castañeda, Schultes, Idrobo, Padre Miguel, César Vargas). De este modo mi atención se ha extendido a colecciones ya intercaladas en grandes Herbarios (F., U.S.) y cuyos nombres exigían revisión. En este artículo se publican descripciones y se hacen referencias a especies de los géneros: *Spirotheca*, *Bombax*, *Pseudobombax*, *Pachira*, *Hampea*, *Ochroma*, *Matisia* y *Quararibea*, en el área de Colombia, Panamá, Ecuador, Perú o Brasil. Al final se incluye una relación de las especies válidamente publicadas hasta la fecha de *Quararibea* y *Matisia*. Este trabajo ha sido hecho bajo los auspicios de la John Simon Guggenheim Foundation, de New York.

## SPIROTHECA

Ulbrich fundó este género en 1914 (Notizbl. 9: 159) a base de una planta descubierta por Weberbauer en Chanchusmayo, Perú, y de *Eriodendron Rivieri* Dcne., segregando esta última del género *Ceiba* Plum. ex Miller en el que lo había incluido K. Schuman (Flora Brasiliensis 13, 3: 212; 1886). *Spirotheca* se distingue de *Ceiba* por tener las anteras lineales y largas, que forman dos pares divergentes de tecas más o menos espiraladas. El estudio de mi material vallecaucano, de una planta recogida en el Valle de Sibundoy por el Padre Miguel y de las antiguas colecciones existentes en el Herbario del Museo de Chicago, comprueban, a mi modo de ver, el valor taxonómico del género de Ulbrich que, con esto, resulta ampliado a siete especies. Geográficamente se distribuyen así: 1 en Panamá, 2 en Colombia, 1 en Ecuador, 1 en Perú y 2 en Brasil.

### SPIROTHECA RHODOSTYLA Cuatr., Phytologia, 4:465 (1954)

Arbor grandis circa 25 met. alta, trunco 40 cm. diam., cortice crasso griseo lacerato-squamoso spinis conicis robustis munito, ligno fibroso molle lutescenti. Ramuli terminales teretes rugulosi grisei glaberrimi sparse tuberculato-spinosi.

Folia alterna digitata 5-7-foliolata. Petiolus 5-10 cm. longus rigidus patulus glaber basi incrassatus apice capitato-dilatatus. Foliola subcoriacea atroviridia elliptico-oblongata basi cuneato-angustata breviter petiolulata apice acuminata vel breviter acuta vel subrotundata abrupteque apiculata, mar-

gine integerrima, minora circa 3 cm. longa 1.4 cm. lata, maxima 9 cm. longa 2.8 cm. lata, supra glaberrima costa angusta prominenti nervis secundariis paulo prominulis parum visibilibus superficie argute scrobiculata, subtus minutissime papillosa et minutis squamis rubescentibus sparsis munita costa elevata nervis secundariis prominulis numerosis 3-4 mm. inter eos distantibus parallelis patulis ad marginem arcuato connatis, venulis prominulis laxe reticulatis.

Flores pauci ad terminationem ramusculorum aggregati, pedunculo crasso 10-12 mm. longo parce squamuloso puberulo. Calyx cupularis coriaceus basi rotundatus margine breviter 5-lobatus extus viridis in sicco brunneis sparsissime puberulus intus tomentoso-sericeus 15-20 mm. altus et latus lobulis 3-4 mm. longis subrotundatis mucronatis. Petala 5 rubella vel ochraceo-rubella oblonga apice subrotundata basi paulo angustata crassa intus minute stellato-tomentella subvelutina extus dense tomentoso-velutina, 7-8 cm. longa 1.8-2 cm. lata. Stamina in columnam cylindricam coriaceam articulata 20-22 mm. longam connata; inferiore parte cylindrica crassa dense velutina margo liberi laevi circa 15 mm. longa; superiore parte angustiori glaberrima 6-7 mm. longa. Filamenta 5 parte liberi 4 cm. longa crassa flavescencia glaberrima biantherifera. Antherae binae superpositae linearis connectivo crasso paulo flexuosae in alabastró collective spiralliter contortae, thecis parallelis locis linearibus marginalibus, superiores 10-12 mm. longae apice bilobatae inferiores 16-18 mm. longae profunde bifidae. Ovarium tomentosissimum. Stylus ruber crassus rigidus filamenta paulo brevior glaber basim versus hirsutus.

*Typus*: Colombia, Dep. Valle; bosque la Guarida filo de la Cordillera Occidental junto a la Carbonera, entre Las Brisas y Albán (línea Cartago-Nóvita), 2000 m. alt., colect. 24-X-1946 J. Cuatrecasas 22502. "Árbol 25 m. alt. Tallo 40 cm. diam., corteza gruesa, gris, escamosa, agrietada, escamas duras con grandes espinas cónicas puntiagudas. Madera semiblanda amarillenta. Hoja subcoriácea, verde oscura. Cáliz verde. Pétalos crasos, rosados o rosado ocráceos. Androceo amarillo pálido. Estilos rojos. Anteras amarillas." (Holotypus, F).

Otro ejemplar: Id. id.; El Cairo, entre Darién y Mediacanoa (alto Calima), 1650-1750 m. alt., colect. 6-I-1943 J. Cuatrecasas 13870. "Gran árbol. Hoja coriácea verde oscura; ramas espinosas. Madera muy basta." (F.).

*Spirotheca rhodostyla* difiere de *S. salmonea* Ulbrich principalmente porque la especie peruana

tiene el tubo estaminal menor con la articulación junto al ápice y poco conspicua siendo, por lo tanto, el segmento superior cortísimo, y las anteras delgadas, más largas y arrolladas en espiral alrededor del filamento o de sí mismas; en cambio *S. rhodostyla* presenta un ancho conectivo angular obtuso que sostiene los lóbulos anteríferos anchos y curvados. Además *S. salmonea* tiene los pétalos más largos y estrechos y las hojas más tenues, finalmente reticuladas en el haz, no llegando a ser escrobiculadas como realmente son en *S. rhodostyla* y *S. rimbachii*. Según la descripción original *S. salmonea* tiene el cáliz truncado, pero en realidad en el borde se insinúan unos lóbulos; en *S. rivierii* (Decne.) Ulbrich, el cáliz sí es perfectamente truncado. *S. rhodostyla* es un árbol grande, en cambio *S. salmonea*, según Weberbauer, es un arbusto. *S. rhodostyla* tiene flores mayores que *Ceiba Allenii* Woodson, descrita con pétalos glabros.

De *S. salmonea* he examinado la foto del tipo (Weberbauer 6770 (Perú, Río Pozuzo, 1000-1300 m. alt.) (F.).

SPIROTHECA PASSIFLOROIDES Cuatr.,  
Phytologia, 4:466.

Ramuli grisei glabri aculeati.

Folia alterna digitata 6-7 foliolata petiolo teneri glabro striolulato basi paulo dilatato apice capitato-incrassato 4-8 cm. longo. Foliola subcoriacea viridia anguste obovato-oblonga basim versus breviter in petiolum angustata cueata apice obtusa vel rotundata emarginata, margine laevis, 4-8 cm. longa 12-25 mm. lata; supra glabra costa filiforme prominente nervis lateralibus paulo notatis, nervulis venulisque minute prominuleque reticulatis; subtus costa crassiuscula elevata, nervis secundariis prominulis ad marginem arcuato anastomosatis nervulis pallidioribus vix prominulis minute reticulatis superficie minute papillosula.

Flores pauci vel solitarii ad ramusculorum terminationes, pedunculo 12-18 mm. longo glabro. Calyx cupularis basi turbinatus margine truncatus, crassiuscule coriaceus circa 8-10 mm. altus 12 mm. latus, extus glaber intus tomentoso-sericeus. Petala membranacea verisimiliter rubra postanthesim reflexa, oblonga apice acutiuscula vel obtusa utrinque longitudinaliter dimidia parte glabra cetera puberula intus basim versus tomentosa 5.5 cm. longa 1-1.5 cm. lata. Stamina in tubum elongatum articulatum circa 3 cm. longum connata; parte inferiore cylindrica crassiore tomentosa 4-5 mm. longa; parte superiore basi conoidea tomentosa sursum angustiore tubulosa apice glabra. Filamenta parte liberi 5 crassa glabra postanthesi valde patula 10-14 mm. longa biantherifera. Antherae binae superpositae connectivo valde crasso lineares vix flexuosae, superiores 7-9 mm. longae subintegrae, inferiores 10-15 mm. longae longe bifidae. Ovarium tomentosum. Stylus erectus crassus laevis apicem versus glaber.

*Typus*: Brasil, Parana; regio litoralis Serra da Prata 22-7-1914 collect. P. Dusen 15316. Holotypus, F.

*Cotypus*: Brasil, Parana; Porto de Cima, in silva primaeva. Collect. 4-VI-1910 P. Dusen 9883. (F.).

Otro ejemplar estéril: Id. Parana; Alexandra, in silva primaeva. Collect. 8-V-7909 P. Dusen 8092. (F.).

Estas plantas de Dusen fueron distribuidas como *Ceiba Rivieri* (Decne.) Schum. No obstante, una adecuada comparación con material típico (paratipo, Glaziou 6479 en Ch. Nat. Hist. Mus.) señala definidas diferencias con tal especie. En *S. Passifloroides* las flores son mayores en todas sus partes, el tubo estaminal es perfectamente articulado y la parte inferior es cilíndrica, gruesa, tomentosa y alcanza 4 o 5 mm. de altura, en cambio esta parte falta completamente en la planta de Glaziou. Además el resto de la columna estaminal en las plantas de Dusen es más robusto así como los filamentos, los cuales debajo de la inserción de las anteras engruesan considerablemente; el conectivo es también mucho más grueso y en consecuencia las anteras no son flexibles ni espiraladas en la flor abierta sino solamente curvas. Algunas medidas dadas por Schuman en la Flora Brasiliensis parecen erróneas, pues para el tubo estaminal da 3.8-4 cm. longitud, mientras que en el ejemplar citado de Glaziou mide generalmente 2 cm. o a lo sumo 3 cm. y las anteras 15 mm., en toda su longitud.

Las flores probablemente de vivo color, en plena floración, presentan pétalos reflejos y estambres patentes, simulando en cierto modo ciertas passifloras. A este efecto debe el nombre.

SPIROTHECA RIMSACHII Cuatr., Phytologia, 4:467

*Ceiba Rimbachii* Standley in schedula.

Arbor ramulis terminalibus badiis subglabris verisimiliter spinulosis.

Folia alterna digitata 7-9-foliolata, petiolo 6-12 cm. longo glabro striolato basi bulboso dilatato apice capitato-incrassato. Foliola coriacea rigida oblanceolata basi in brevem petiolum cuneato-atenuata apice subite angustata acutissime cuspidata, margine integra, 5-9 cm. longa, 1.5-2.5 cm. lata; supra nervo medio angusto prominuli secundariis parum notatis superficie scrobiculata; subtus in sicco ochracea aspectu velutina costa eminenti nervis secundariis paulo prominulis copiosis 3-3.5 mm. inter eos distantibus cum tertiis brevioribus alternantibus venulis laxe reticulatis vix visibilibus superficie dense velutino-papillosa pilis squamosis rubris copiosis munita.

Pedunculus floralis 2 cm. longus valde robustus cicatricoso-rugosus. Calyx cupularis basi rotundatus margine breviter 5 lobatus, crasse coriaceus extus glaber intus tomentoso-sericeus, 2 cm. altus, lobis subrotundatis mucronulatis circa 4 mm. profundis. Petala oblonga apice obtusa crassa albida 10 cm. longa 2-2.5 cm. lata supra stellato-tomentulosa

subtus tomentoso-velutina. Stamina in columnam cylindricam crassam articulata 4-4.5 cm. longam connata; parte inferiore valde crassiore velutino-tomentosa margine liberi laevi 3 cm. longa; parte superiore subite angustata glabra 12-15 mm. longa. Filamenta parte liberi 5 crassiuscula 4-4.5 cm. longa glabra biantherifera. Antherae binae superpositae lineares crassiusculae paulo flexuosae, bithecae superiores 11-12 mm. longae subintegrae inferiores 18-20 mm. longae dimidia parte bifidae. Stylus glaber filamentis brevior. Ovarium tomentosum.

*Typus:* Ecuador: Valle del río Pastaza, cerca de Baños 1936. "Planted as living fence. Said to grow wild in neighboring montaña. Tree. Flw. large white. Fruit said to be capsule with cotton." Collect. an. 1936 by Rimbach n° 737. Holotypus, F.

*Spirotheca rimbachii* es muy afín a *S. rhodostyla* arriba descrita, pero se distingue de ella por los folíolos más coriáceos y más fuertemente papilosos con aspecto velutino y venación apenas marcada en el envés, por las flores algo mayores con el tubo estaminal mucho más largo, tanto la mitad inferior como la superior, por las anteras más angostas y largas y por los pétalos menos gruesos y mayores.

*SPIROTHECA MICHAELI* Cuatr., *Phytologia*, 4:467.

Arbor ramis terminalibus glabris fuscis cicatricibus griseis copiosis munitis.

Folia alterna digitata 5-7-foliolata. Petiolus glaber vulgo 14-22 cm. longus basi incrassatus apice subcapitatus paulo striatus. Foliola coriacea rigida petiolulo 3-10 mm. longo, lamina oblongo-subelliptica basi attenuata cuneata apice abrupte angustato-acuminata in juvenilibus acutissima, margine integerrima 7-16 cm. longa 3.8-5.6 cm. lata (sed folia terminalia minora), supra glabra nervo medio elevato secundariis filiformibus, nervulis prominulis minutum elegantem reticulum formantibus; subtus in sicco ochracea aspectu subvelutina superficie minutissime papillosula et sparsis pilis squa-

mulosis rubescentibus munita, costa prominenti nervis secundariis pallidioribus prominulis patulis 4-5 mm. inter eos distantibus marginem versus arcuato anastomosatis, nervis tertiis brevioribus et clathratis reliquis venulis laxae reticulatis.

Flores solitariae vel parcae ad terminationem ramusculorum, pedunculo valde crasso apicem versus dilatato glabro parce cicatricoso, 15-18 mm. longo. Calyx coriaceus cupuliformis subrotundatus basi supra petiolum decurrens circa 18 mm. altus, lobulis 5 latissime rotundatus subite mucronulatus sinibus 6 mm. profundis extus glaber et sparse papilloso-granulosus intus dense sericeus. Petala 5 rubescentia crassiuscula lineari-oblonga 12 cm. longa 18 mm. lata apice obtusa utrinque stellato-tomentulosa subtus demum densiore. Tubus staminorum cylindricus coriaceus laevis 3.5 cm. longus circa 0.7 cm. diam. molliter stellato-tomentellus apice glabro abrupte contracto. Filamenta staminalia parte liberi 5 circa 4 cm. longa glabra subtenera brachiata biantherifera. Antherae anguste lineares duae superpositae thecis parallelis 2 loculis polliniferis linearibus marginalibus, subflexuosae, superiores circa 17 mm. longae apice breviter (4-5 mm.) bifidae, inferiores 20-22 mm. longae basi longiore (12 mm.) bifidae. Ovarium tomentosissimum ferruginosum oblongum. Stylus rigidus glaber crassiusculus stamina subaequilongus.

*Typus:* Colombia, Comisaría del Putumayo; Valle de Sibundoy, 2200-2300 met. alt., in Jan. 1942 colect. Fray Miguel de Ipiales 25-B. "Árbol. Flor roja." Holotypus, F.

*C. michaeli* es ciertamente afín a *C. rivieri* (Dcne.) Schum., pero es diversa por las flores y hojas mucho mayores y más robustas, por el tubo estaminal cilíndrico, por el cáliz lobulado, pétalos crasos, etc. El tubo estaminal es ligeramente tomentoso hasta cerca del ápice donde se angosta bruscamente en una parte cónica lampiña, pero no hay articulación.

#### CLAVE DIFERENCIAL DE LAS ESPECIES DE SPIROTHECA

- a) Tubo estaminal no articulado.
- b) Flores grandes. Pétalos 12 cm. long., subcoriáceos. Folíolos obovado lanceolados, agudos. Colombia..... *S. michaeli* Cuatr.
- bb) Flores menores. Pétalos 4-5.5 cm. long., carnosos membranáceos, coloreados. Folíolos oblongos, obtusos. Brasil..... *S. rivieri* (Dcne.) Ulbrich
- aa) Tubo estaminal articulado.
- c) Articulación en el ápice, poco marcada (bajo la inserción de los filamentos). Pétalos grandes, coriáceos. Anteras delgadas, espiraladas. Perú..... *S. salmonae* Ulbrich
- cc) Articulación muy marcada.
- d) Pétalos carnosos membranáceos, vivamente coloreados. Tubo estaminal 3 cm. long. Brasil..... *S. passifloroides* Cuatr.
- dd) Pétalos subcoriáceos, ocráceos, rosado ocráceos o blanquecinos.
- e) Tubo estaminal 2-2.5 cm. long.
- f) Anteras gruesas. Pétalos ocráceos o salmón 7-8 cm. long. Filamentos 4 cm. long. Colombia..... *S. rhodostyla* Cuatr.
- ff) Pétalos blanquecinos encima, 5-6 cm. long. Filamentos 2 cm. long. *S. allenii* (Woodson) Cuatr.
- ee) Tubo estaminal 4-4.5 cm. long. Anteras delgadas. Pétalos blanquecinos, 10 cm. long. Filamentos 4.5 cm. long. Hoja aspecto velutino envés. Ecuador..... *S. rimbachii* Cuatr.

*SPIROTHECA ALLENI* (Woodson) Cuatr., nov. comb.

*Ceiba Allenii* Woodson, Ann. Mo. Bot. Gard. 29: 359 (1942). Especie de Panamá.

#### BOMBAX L. \*

Hasta hace poco no ha habido un criterio claro sobre lo que debía entenderse por *Bombax*. La causa de ello está en la suma brevedad y falta de claridad de las diagnósis dadas por Linné y en que éste creyó que *Bombax Ceiba* L., primera especie, en la que puede considerarse fundado el género, era al mismo tiempo americana y asiática. Pero ya Bakhuizen van den Brink (Revisio Bombacacearum, Jard. Bot. Buitenzorg Ser. 3, 6: 161-232; 1924), señaló que Linné al crear la especie *Bombax Ceiba* debía haber tenido en mente la planta americana, puesto que de ella tomó el nombre específico y además en la segunda edición de Sp. Pl. hizo referencia a la descripción de Jacquin. También Bakhuizen, notando que las plantas asiáticas tenidas por *Bombax* son distintas a las del Nuevo Continente, las separó del género *Bombax* adoptando para ellas el género *Gossampynus* Ham. y dejó para aquél las especies americanas.

Por otra parte Pittier ya en 1916 había señalado que entre las plantas tenidas por *Bombax* existían en realidad dos géneros en América, uno con flores cortas e infinito número de estambres (más de 1400) y otro con flores largas y estambres numerosos pero en cantidad menor (de 70 a 200). Ambos grupos tienen los frutos abundantemente laudados en el interior, a diferencia de un tercero que es el género *Pachira*, cuyos frutos y semillas carecen de lana. Para el primero de los dos grupos citados creó Pittier el género *Bombacopsis*, con *Bombax fendleri* Benth, como especie típica, y al otro grupo lo dejó en *Bombax*. A pesar de lo claro de la idea de Pittier, Bakhuizen no la tomó en consideración en su monografía y lo incluyó todo en el género *Bombax*.

Dugand en un documentadísimo trabajo muestra la razón de Pittier en considerar la existencia de dos géneros en el antiguo *Bombax*, además de *Pachira*, pero también reconoce la razón de Bakhuizen de considerar *Bombax Ceiba* L. sinónimo de *B. quinatum* Jacq. Ahora bien, siendo *B. fendleri* Benth. también sinónimo de *B. quinatum* Jacq., resulta que *Bombacopsis* cae estrictamente en la sinonimia de *Bombax*. Este hecho lo aclaró Dugand y, en consecuencia, propuso para el otro grupo de especies (las de flores relativamente cortas y estambres infinitos y además valvas del fruto leñosas) el nombre *Pseudobombax*, que fundó usando como tipo la especie *Bombax septenatum* Jacquin. Lo documentado del referido trabajo de Dugand (Caldasia 2 [nº 6]: 47-68 [1943]) y lo convincente de sus razonamientos, no dejan lugar a duda sobre el acierto de sus conclusiones.

*BOMBAX RUIZII* K. Schum., Engl. Bot. Jahrb. 25 Beibl.: 17 (1898).

*Millea ecuadoriensis* Standley, Publ. Field Mus. Bot. 17: 199 (1937).

Bakhuizen van den Brink en su "Revisio Bombacacearum" (Bull. Jard. Bot. Buitz. Ser. III, 6: 183) incluye esta especie en la sinonimia de *B. globosum* Aubl., pero es radicalmente distinta de la planta de Aublet. La planta de la Guayana tiene folíolos gruesamente coriáceos, enterísimos, redondeados u obtusos y glabros, en cambio en la especie de Schuman son obovados, bruscamente acuminados, de consistencia herbácea, aserrados y con pelos estrechados en el envés.

Los caracteres de esta planta no parecen justificar la separación genérica con respecto a *Bombax*. Si bien tiene las flores pequeñas y corto número de estambres, hay otras especies con estos caracteres y tendencias intermediarias que hacen difícil la separación. El tipo de la especie es una planta del herbario de Ruiz y Pavón, recogida por Tafalla, cerca de Guayaquil. Posteriormente se ha encontrado en la región xerófito de la costa norte del Perú. Las citas de ella en el Perú central hay que atribuirles a otras especies.

*Ejemplares vistos:* Ecuador, near Guayaquil, arbor procer a inermis emittit radices tuberculosas orbiculares; in reg. trop. sicca "sabana", Flor m. Julio Aug. 1936 colect. Luis Mille 885, (F.) typus de *Millea ecuadoriensis* Standl. Ecuador, Guayas, Guayaquil, dry forest on hill. sterile. Tree common dominant. Old tree was 40 cm. dbh. cut or died, collect. E. L. Little Jr. 6433. (F.). Fotografía del tipo en Berlin-Dahlem, F. Mus. 9543. Perú, "Leaves collected by Mr. Axel Olsson, I collected inflorescences on Cerro Viento, Jul. 1928", Oscar Haught F-105. (F.). La localidad citada por Haught (Cerro El Viento) está situada al norte de Piura.

*BOMBAX VARGASII* Cuatr., Phytologia, 4:468 (1954)

Arbuscula ramulis terminalibus badiis glabris in sicco leve rugulosis nodis paulo incrassatis.

Folia decidua ad terminationem ramulorum pauca alterna 5-palmato-composita. Petiolus 5-6.5 cm. longus gracilis rigidus glaber basi incrassatus apice in discum pentagonum breviter ampliatus. Foliola sessilia cum pedunculo articulata, subherbacea laeteviridia lanceolata basi attenuata subobtusata vel acuta apice longe acutissimeque acuminata, margine serrulata 6-11 cm. longa, 1.8-2.8 cm. lata, medium quam inferioribus paulo majus, utrinque minutis squamulis granulosis sparsis munita; supra subnitida nervo medio impresso bene conspicuo lateralibus reticuloque paulo notatis; subtus costa eminenti nervis secundariis filiforme prominentibus patulis parallelis 1.5-2 mm. inter eos distantibus venulis prominulis reticulatis.

Inflorescentiae in cymulis brevibus (ad 10 floribus) terminalibus ramorum exfoliatorum. Pedicelli 3-5 mm. longi crassiusculi glabri saepe 3 brac-

teolis triangularibus squamosis minutis praediti. Calyx brevis cupularis crassiusculus 3 mm. longus extus glaber viridis intus basi longe barbatus margine obsolete 5-denticulatus. Petala 5 libera sed basi staminorum tubi adnata praefloratione contorta lineari-oblonga obtusiuscula circa 27 mm. longa 3.5-4 mm. lata crassiuscula albida pubescentia extus densius, anthesi quarta parte inferiori tubuloso conniventia cetera parte reflexa. Tubus stamineus 6-7 mm. longus glaber apice paulo incrassatus; filamentis circa 90 teneribus petalis brevioribus; antheris reniformi-capitatis. Ovarium ovoideum sericeum 5 loculis polyspermis. Stylus filiformis circa 16 mm. longus glaber. Stigma laeve.

*Typus:* Peru; Dep. Cuzco, Prov. Anta: Sisal, 2100 m. alt. valle xerofito. Arbusto 6 met., colect. junio 1938 César Vargas 1087. Holotypus, F.

*B. vargasii* pertenece a un grupo de especies de este género con flores pequeñas, en el que figuran *B. discolor* HBK y *B. ruizii* Schum. De ambas especies difiere la planta de Vargas por los folíolos lanceolados y glabros. *B. ruizii* tiene las flores menores, el cáliz, pedicelos y ramillas pubescentes y los folíolos mucho mayores y anchos, escasamente pubérulos en el haz y estrellado pubescentes en el envés. *B. discolor* presenta folíolos más anchos y gruesos, pubescentes en el haz y blanquecino tomentosos en el envés.

**BOMBAX WEBERBAUERI** Cuatr., *Phytologia*, 4:469.

**Arbuscula.** Ramuli robusti cicatricibus incrassatis fuscis glabri.

Folia decidua ad terminationem ramulorum alterna 5 palmato-composita. Petiolus in specimine unico 5.2 cm. longus basi incrassatus apice in discum pentagonum paulo ampliatus glahratus. Foliola obovato-oblonga basim angustata cuneata apice obtusa breviterque mucronata margine superiore parte serrulata basim versus integra 4-6.5 cm. longa 2.2-2.6 cm. lata; supra copiosis pilis brevibus simplicibus vel fasciculatis patulis munita costa filiformis impressa reliquis nerviis obsolete; subtus pilis stellatis gracilibus adpressis copiosissimis praedita costa elevata nervis secundariis parallelis ascendentibus 2.5-3 mm. inter eos distantibus nervulis reticulatis obsolete.

Flores in paniculis terminalibus axi robusto exfoliato 2-7 cm. longo stellato-pubescenti ramulis 1-5 robustiusculis patulis ad 4 cm. longis stellato-pubescentibus. ad terminationem paucis floribus breviter pedicellatis dispositis. Bracteolis ovalibus minutis scariosis. Pedicelli 0.1-4 mm. longi pubescenti. Calyx cupularis 3 mm. altus truncatus (obsolete denticulatus) extus tomentosus intus sericeus. Petala 5 libera sed basi staminorum tubo breviter adnata aestivatione contorta lineari-oblonga obtusiuscula 20-22 mm. longa 3.5-4 mm. lata crassiuscula extus dense villosa-hirsuta siccitate luteolo-albida intus pubescentia siccitate sordide salmonea. Tubus stamineus 6 mm. longus glaber supra basim ventri-

cosus apice cupuliforme dilatatus; filamentis 40-60 gracilibus glabris petalis paulo brevioribus; antheris reniformi-capitatis. Ovarium ovoideo-oblongum apicem versus hirsutum. Stylus filiformis apice plus minusve 3-5 fissis.

*Typus:* Perú, Dep. Apurimac, 2500-2600 m. alt. (sin localidad detallada en el ejemplar del Chicago Nat. Hist. Mus.), colect. entre 1909-1914 A. Weberbauer 5849 (repartido como *Bombax Ruizii* K. Schum.) (F.).

*B. weberbaueri* es indudablemente afín a *B. ruizii* Schum. pero se distingue por los folíolos mucho menores con pelos estrellados más pequeños y gruesos en el envés y por la pubescencia del haz; las flores son mayores con mayor número de estambres, las inflorescencias más reducidas y los pedicelos cortos y gruesos. *B. discolor* HBK difiere esencialmente por los folíolos mayores y gruesos, tomentoso blanquecinos en el envés.

Probablemente corresponden a esta especie las citas de Werbauer de *B. ruizii* como especie importante de las asociaciones xerófitas características del piso primero del Valle del Apurimac, en algunas de las cuales es especie dominante (El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos, Lima, 1945, págs. 209, 410, 411 y 412).

**BOMBAX ROSEORUM** Cuatr., *Phytologia*, 4:470

**Arbor mediocris,** ramulis terminalibus cicatricosis glabris.

Folia decidua alterna longe petiolata 5-palmato-composita. Petiolus 28 cm. longus rigidus glaber vel sparse papillosulus, basi paulo incrassatus, apice pentagonalis. Foliola subcoriacea obovata basim attenuata cuneata apice subite acutata margine integerrima 14 cm. longa 6.5 cm. lata (specimine unico), supra glaberrima nervo medio secundariis filiformibus notatis; subtus costa angusta eminenti, nervis secundariis prominentibus 14-15 utroque latere curvato acidentibus marginem versus evanescenti-reticulatis, nervulis obsolete vel prominulis reticulatis, superficie papillis squamulosis copiosis sparse praedita.

Inflorescentiae paniculatae subterminales ad 12 cm. longae graciles flexuosae axi mediocri ramulisque pilis minutis squamulosis sparsis munitis, floribus longe pedicellatis. Pedicelli subteneres 3-5 cm. longi erecti vel flexuosi sparse puberuli apicem versus 2-3 minutas bracteas circa 1 mm. longas ferentes. Calyx cupularis 3.5 mm. altus margine obsolete 5 dentatus, extus puberulus pilis minutis squamulosis munitus, intus sericeus ad basim annulo densiore barbato praeditus. Petala 5 libera sed basi tubo staminorum breviter adnata in sicco sordide pallida lineari-oblonga circa 26 mm. longa 4.5 mm. lata, extus dense pubescentia intus pubescentia. Tubus stamineus 10 mm. altus 3 mm. diametens inflatus membranaceus glaber apice sub 5-lobatus subclausus ore angusto paulo invaginato. Filamenta 22-26 inaequalia subcrassiuscula glabra petalis bre-



*Pseudobombax squamigerum* en el Cajambre (Costa del Pacifico).

Foto Cratrecasas

viora. Antherae ellipticae 1 mm. longae dorso supra basim insertae. Ovarium ovatum crassum tomentosum. Stylus gracilis filiformis. Stigma minute papillosum simplex.

Capsula 5 valvis coriaceis 12 mm. longis 3 mm. latis in sicco involutis lanam copiosam includens. Semina subovoidea circa 10-11 mm. longa. Columella centralis copiose lanata. Lana pallide cinnamomea. Pedunculus fructifer robustus rigidus circa 5 cm. longus.

*Typus*: Ecuador, Vicinity of Portovelo, Oct. 1918 colect. J. N. Rose & George Rose 23371, "Polo-polo". Ejemplar en flor Holotypus US. (Isotype F.).

*Cotypus*: Ecuador. Vicinity of Ayapamba, Oct. 1918, colect. J. N. Rose & George Rose 23455. Ejemplar con 1 hoja y fruto. (US).

Otro ejemplar: Ecuador, Provincia del Oro, between Portovelo (Gold Mine near Zaruma) and El Tambo, alt. 600-1000 m. alt., colect. Sept. 1923 A. S. Hitchcock 21292. (US). Sólo inflorescencias.

Esta especie, confundida en los herbarios con "*Millea ecuadoriensis*" es muy diversa. Se distingue bien de *B. ruizii* Schum. por los larguísimos pedicelos florales y por la escasa pnbulencia escamulosa en inflorescencias y cálices. Esto mismo le distingue de *B. vargasii* y de *B. weberbaueri*. Pero además los ejemplares en flor se diferencian por el carácter singularísimo del androceo, cuyo tubo es hinchado, y bosudo en el ápice, con el ostiolo estrecho y solapado hacia adentro; los filamentos están en escaso número y las anteras en vez de estar insertas en el centro lo están encima de la base y se mantienen más o menos erguidas. Los frutos son mucho mayores que en *B. ruizii* ateniéndome a la descripción dada por Standley de *Millea ecuadoriensis* (l. c. p. 200). Las hojas son diversas de las demás por ser subcoriáceas, integrísimas, lampiñas en el haz y con minúsculas escamitas esparcidas en el envés. Los caracteres del androceo colocan a esta especie en un caso particular que merece sección aparte en el género *Bombar*.

PSEUDOBOMBAX SQUAMIGERUM Cntr.,

Phytologia, 4:471 (1954)

Arbor magna, 40 met. alt., trunco basi robustis elatisque radicibus tabularibus munito, ad altitudinem 2 metrorum 0.60 met. diaminenti, cortice griseo-brunneo, crassissimo (3 cm.) lacerato-rugoso, ligno submolli albo vel roseo.

Folia alterna composita 5-7-digitata. Petiolus robustus rigidus leviter striatus paulo granulosus vel sublaevis glaber fuscus 5-12 cm. longus, basi apiceque incrassatus. Foliola petiolulata rigida coriacea; petiolulo 6-8 mm. longo basim versus incrassato fusco glabro; lamina subelliptica utrinque attenuata basi obtuse cuneata apice breviter apiculata vel subrotundata margine integra, minimis 8 cm. longa 4 cm. lata, maximis 16 cm. longa 8.5 cm. lata, supra atroviridis in sicco fusco-brunnescenti glabra costa impressa nervisque secundariis notatis

venulis minute reticulatis, subtus viridi-ferruginea in sicco brunnescenti minutis squamis rubescentibus copiosis tecta, costa valde eminenti nervis secundariis prominentibus circa 17 utroque latere parallelis ad marginem tenuioribus anastomosantibus nervulis transversis prominulis laxe reticulatis.

Fructus longe pedunculatus, pedunculo lignoso robusto angulato circa 7 mm. longo subapicem valde incrassato. Capsula maturitate globosa apiculata circa 6.5-7 cm. alta et 5.5 cm. lata in 5 valvas ligneas valde crassas elongato-acuminatissimas, 7.5-9 cm. longas (4.5-6.5 cm. longas, in statu curvato) circa 3 cm. latas, 7-8 mm. crassas dehiscens, extus tomentosa intus copiosissime densissimeque lanata, endocarpio subcoriaceo 5 parietes placentarias angustas formantibus quam vidi 5 seminibus. Semen globosoreniforme vel polygonale 15 x 12 x 9 mm., testa coriacea brunnea cotyledonibus crassis contortuplicatis.

*Typus*: Colombia, Dep. Valle, río Calima (región del Chocó) margen derecha: Aguaclara, 40 met. alt., colect. 21-V-1946 J. Cuatrecasas 21157. "Árbol 40 met. alt. Tronco con estribos tabulares robustos hasta 3 met. altura; diámetro del tronco 60 cm. a 2 met. altura. Corteza pardo grisácea gruesa 3 cm., rugoso agrietada. Madera semidura blanca en fresco, corazón rosado. Hoja coriácea, rígida, verde oscura haz, verde ferruginosa envés; 5-6 foliolos. Frutos pardo tomentosos apiculados 6.5-7 cm. long., 5.5 cm. lat. Pedúnculos pardos 7 cm." Holotypus, F.

*Pseudobombax squamigerum* es uno de los gigantes de la selva húmeda de la costa del Pacífico, que se caracteriza por las hojas fuertemente nervudas y ferruginoso lepidotas por el envés y por el tamaño y forma del fruto, de sus valvas leñosas y de sus semillas.

La colección 17655 presenta quizás frutos algo mayores, pues valvas encontradas en el suelo miden hasta 10 cm. longitud y 3-4 cm. ancho, pero están aplanadas y ya en principio de desintegración. Las hojas de un ejemplar joven son mayores y de un verde claro.

Colombia, Dep. Valle, río Cajambre: Silva, en la Quebradita de la Vigía, 10 met. alt., 15-V-1944 Colect. J. Cuatrecasas 17655. "Gran árbol. Corteza muy rugoso agrietada, pardo oscura, sección rosada, con algo de mucílago en su superficie interna. Madera fibrosa blanca. Gruesos y robustos estribos basiales. Hoja subcoriácea, verde grisáceo oscura haz, ferruginosa envés. Ejemplares tiernos y retoños con hoja mayor, cenicienta clara envés." (F.).

PACHIRA AQUATICA Aubl.

var. OCCIDENTALIS Cntr., var. nov.

Folia subtus copiosis squamulis glanduolosis rubris minutis munita.

*Typus*: Colombia, Dep. Valle; Costa del Pacífico, río Yurumanguí: Veneral, orillas 5 m. alt. colect. 2-II-1944 J. Cuatrecasas 15885. "Árbol. Perianto verde pardusco ext., blanco int. Estambres, mitad

superior rojo violácea mitad inferior blanca. Cáliz verde pardusco". "Sapotolongo". Holotypus, F.

*Cotypus*: Id., id., id., id., entre El Aguacate y la Quebrada de la Yuca, 10 m. alt., colect. J. Cuatrecasas 16909. "Arbol. Pétalos ocráceo parduscos en el dorso, ocráceos en el margen. Estambres mitad inferior ocráceos, mitad superior purpúreos." (Facultad Agronomía del Valle, Palmira).

HAMPEA PUNCTULATA Cuatr., Phytologia, 4:472

Arbor circa 8-metralis ramulis terminalibus pallide viridi-ochraceis adpresse tomentososis fasciculatis dense tectis.

Folia simplicia integra alterna longe petiolata membranacea. Petiolus 17-22 cm. longus leviter striatus pallidus adpresse tomentosus. Lamina latissime ovato-rotundata basi cordata apice rotundata vel obtusissima margine integra 12-24 cm. longa, 14-24 cm. lata (et verisimiliter valde major): supra laetevirens 7 nervis principalibus palmatis angustis stellato-puberulis conspicuis nervis secundariis remotis minus notatis, cetera superficie glabra sub lente minuto reticulo plus minusve vesibili et copiosis punctis opacis elevatis valde conspicuis; subtus cinerea pilis stellatis adpressis dense tecta, nervis principalibus 7 elevatis secundariis paucis paulo prominulis reticulo obsoleto.

Flores (6-10) in fasciculis axillaribus copiosis dispositi. Pedicelli 1.5-2 cm. longi crassiusculi striolati subochraceo-tomentosi erecti vel paulo flexuosi. Calyx oblongo-cupularis circa 9 mm. altus basi subrotundatus apice truncatus margine irregulariter breviterque fisso-denticulata vel erosa, extus pallidus adpresse tomentosus intus glaber nigropunctatus. Petala alba lamina elliptico-oblonga 23-26 mm. longa 9-10 mm. lata supra glabra et minute nigropunctata, subtus pilis fasciculatis minutis crassiusculis dense tecta. Tubus stamineus circa 8 mm. longus extus glaber apice dense barbatus, filamentis ad 10 mm. longis teneribus glabris sparse nigropunctatis, antheris 1 mm. longis. Pistillum in specimine dessunt.

*Typus*: Colombia; Antioquia: Turbo, "on Quebrada Mercedes east of Turbo, alt. about 75 m. Small tree, about 8 m. high, wood white very soft. Flowers white with peculiar rather unpleasant odor. Common here, along streams" colect. 14-VII-1946 Oscar Haugbt 4968. Holotypus, US.

*H. punctulata* se distingue por los diminutos puntos glandulosos oscuros y prominentes, profusamente distribuidos y visibles a la lupa en el haz de la hoja; observada ésta al trasluz se ven el parenquima transparente y los puntos opacos; en la cara interna del cáliz, de los pétalos y hasta en los estambres hay también abundantes puntos negros; en ninguna otra especie he observado un punticulado semejante en las hojas. Es afín a *H. latifolia* Standl. por la forma, tamaño y consistencia de la hoja, pero en *H. latifolia* las hojas, aparte de carecer de los puntos, son casi glabras en el envés y son más o

menos sinuado lobadas, con ápices acutiúsculos y además los pétalos (que también son punteados) son mucho mayores.

HAMPEA ROMEROI Cuatr., Phytologia, 4:472 (1954)

Arbor circa 12 met. alta. Ramuli dense tomentosi brunnei.

Folia simplicia integra alterna submembranacea. Petiolus 10-15 cm. longus graciliter rigidus striolatus supra sulcatus brunneo stellato-tomentosus. Lamina rotundato-ovoidea basi cordata apice deltoidea margine integra, 10-15.5 cm. longa, 9-14.5 cm. lata; supra sparsis pilis lepidoto-stellatis minutis valde adpressis munita nervis principalibus filiformibus conspicuis reliquis nervulis paulo impressis reticulatis; subtus pilis stellatis densis adpressis tecta, uervis principalibus 7 prominentibus magis tomentulosis, nervis transversis subparallelis bene prominulis reliquis nervulis obsoletis laxe reticulatis.

Pedunculi fructiferi 2-3 cm. longi mediocres rigidi vel paulo curvati striolulati dense tomentosi. Calyx fructifer conicus 7-9 mm. longus margine irregulariter erosus extus adpresse stellato-tomentosus, intus glaber. Capsula oblongo-elliptica bi-trivalta 3 cm. longa 1.3-1.4 cm. lata loculis 2-3 seminibus. Semina subovata circa 10 mm. longa laevia arillo albo crasso munita. Pericarpium crassum (1-1.5 mm.) extus rugulosum adpresse tomentulosum, intus glabrum.

*Typus*: Colombia, El Chocó: Juradó, colect. 14 oct. 1946 Rafael Romero Castañeda 495. "Arbol 12 met. alt. muy frondoso. Corteza blanca. Ramas y pecíolos de las hojas lo mismo que las nervaduras del envés escamosas marrón. Cápsula verdusca algo rugosa. Arilo blanco comestible. Hojas acorazonadas de haz más verde que el envés. Cáliz verdusco del mismo color que el fruto. Nombre común: majagüillo". Holotypus, US.

*H. romeroi* es afín a *H. coryphylla* St., pero difiere de ella por los pecíolos mucho más largos y delgados, por los pedicelos fructíferos más largos y menos gruesos, por el fruto que es oblongo y con el pericarpo de sección más gruesa y por el general tomento en el envés de las hojas, pecíolos, pedúnculos y fruto, que es más diminuto, más aplicado. De *Hampea thespedioides* Tr. & Pl. se distingue porque esta especie tiene un tomento más grueso y flocooso en ramillas, pecíolos, pedúnculos y envés de las hojas, pecíolos más cortos y cápsula menor con el pericarpo veloso interiormente.

HAMPEA ALBIPETALA Cuatr. Lloydia 11; 192 (1948)

Un ejemplar fructificado permite complementar la descripción original:

Pedunculus fructifer 2-3 cm. longus robustus rigidus paulo striatus tomentosus. Calyx fructifer coriaceus 5 mm. longus conico-cupularis profunde irregulariterque lobatus dense stellato-squamuloso tomentosus. Carpophorus 2 mm. longus. Fructus ellipticus

vel obovato-ellipticus basi cuneatus apice rotundatus 25 mm. longus circa 14 mm. latus pericarpio extus dense stellato-tomentoso intus glabro sed in angulis anguste villosis. Semina circa 10 mm. longa.

*Typus:* Colombia: Dep. Valle, Hoya del río Sanquinini: La Laguna 1250-1400 m. alt. 15-XII-1943 J. Cuatrecasas 15548.

#### HAMPEA THESPEDESIOIDES Tr. et Pl.

He examinado los siguientes ejemplares:

Triana, colect. en bosques de Antioquia (una hoja del tipo procedente del herbario de París) y foto del tipo (F. Mus. n<sup>o</sup> 35367). Lehmann 7548: Cuesta de Jericó (Antioquia). Mutis 4478 sin loc. Toro 207: Armenia, cerca de Medellín (Antioquia).

Según el ejemplar de Toro, el fruto es oval u elíptico de 10 a 15 mm. de largo con el pericarpo densamente veloso por dentro. Las semillas son lisas y miden 6 mm. de largo.

*OCHROMA LAGOPUS Swartz var. OCCIGBANATENSIS*  
Cuatr., Phytologia, 4:480 (1954)

Lamina foliorum magna firmis subrotundata basi cordata apice paulo acuminata, margine subintegra, supra glabra subtus ferrugineo-tomentosa, nervis principalibus hirtis subtus valde elevatis, nervis secundariis transversis parallelis magis prominentibus, 24-40 cm. longa et lata. Flores circa 15 cm. longi, lobulis calycis oblongis. Fructus grandis, 20 cm. longus.

*Typus:* Colombia, Dep. Valle, Hoya del río Dagua: Piedra de Moler, 900-1180 m. alt., colect. 25-VIII-1943 J. Cuatrecasas 15143. "Gran árbol, ramificado a escasa altura en grandes y esbeltas y astas. Hojas semicoriáceas, quebradizas, verdes en el haz, pálidas envés con nervios rojizos", "balso". Holotypus, F.

Otros ejemplares: Id. id. Hoya del río Calima: El Cairo entre Darién y Mediacanoa 1650-1750 m. alt., colect. 7-I-1943 J. Cuatrecasas 13904. "Gran árbol. Hoja verde o verde pardusca haz, ocráceo ferruginosa envés. Cáliz craso, pardo, con lóbulos cárneos. Pétalos blancos con el extremo rosado. Madera ligera". "balso tambor". (F.). Id. id. Costa del Pacífico, río Naya: Puerto Merizalde bosque 20 m. alt., colect. 20-II-1943 J. Cuatrecasas 13996. "Árbol 10 met. Hoja verde brillante en el haz, pardusca envés. Madera ligera". ("Balso" (F.). Id. id. Costa del Pacífico, río Cajambre: Silva 5-80 m. alt. colect. 6-V-1944 J. Cuatrecasas 17371. "Árbol grande 25 m. Tallo 30 cm. Hoja semicoriácea verde grisácea haz, verdoso ferruginosa (tomentosa) envés. Corteza pardo clara más o menos verdoso grisácea, escamoso gruesa, con mucílago. Ramas resinosa. Madera blanca ligera". (F.). Id. id. Río Calima: La Trojita, 5-50 m. alt., colect. 5-III-1944 J. Cuatrecasas 16717. "Gran árbol, 30 m. alt. Tallo 50 cm. diám. muy ramoso, estribo en la base o algo zancudo. Corteza parda sección gruesa ext. grisáceo granulosa. Madera blanda, blanca, ligera. Hoja subcoriácea, verde

grisácea clara, envés ocráceo. Pétalos verdosos ext., rosados int. Corteza mucilaginosa". (F.)

Esta variedad se caracteriza por las hojas coriáceas casi íntegras y margen liso o casi liso, tan anchas como largas, fuertemente acorazonadas, tomentosas en el envés con nervios hispídos y los secundarios más salientes que en los ejemplares de otras procedencias que he podido examinar. Las flores y frutos son grandes. Parece afín a *O. velutina* Rowlee, descrita con flores pequeñas y a *O. grandiflora* Rowlee del Ecuador, de flor quizás mayor y hoja algo distinta. En la dificultad de identificar nuestras plantas con otras formas descritas, creo que los caracteres señalados marcan las plantas del occidente colombiano como una población bastante uniforme y diferenciada, con rango taxonómico de variedad, dentro de *O. lagopus* Swartz.

Al igual que ciertos autores creo sin valor algunas de las especies de *Ochroma* descritas por Rowlee (Journ. Wash. Acad. of Scienc. 9:161. 1919), pero es muy probable que otras de ellas son buenas y que podrán ser fácilmente reconocidas una vez que exista abundante y bien preparado material de herbario de todas las procedencias. En todo caso creo que son buenas especies en lo que al territorio colombiano se refiere *O. tomentosa* HBK y *O. obtusa* Rowlec.

Muy recomendable al respecto es el magnífico artículo de Little "Ochroma lagopus Swartz, the name of Balsa of Ecuador" en The Caribbean Forester 5:108 (1944).

*QUARARIBEA FOENIGRACEA* Cuatr., Phytologia, 4:473

Arbor 30 met. alta, caule 50-60 cm. diam. cortice sordide albo-griseo ligno albo, tantum parte superiore ramosa ramis verticillatis (precipuae 5) horizontalibus vel extremis reclinatis. Ramuli brunnescentes nitidi glabri vel extremis valde juvenilibus parcesime puberulis.

Folia pendula vel horizontalia simplicia alterna subcoriacea pinnatinervia in vivo intense viridia in sicco pallida. Lamina ovato-oblonga vel oblongo-elliptica basi obtusa vel rotundata saepe breviter emarginata apice attenuata acutiuscula vel paulo acuminata, margine integra, 11-30 cm. longa 4.5-14 cm. lata, utrinque prospectu glabra sed minutissimis sparsissimisque pilis lepidotis adpressis munita, supra costa bene notata nervis secundariis conspicuis reticulo venulorum paulo prominulo, subtus costa crassa eminenti nervis secundariis 7-9 utroque latere eminentibus arcuato ascendentibus marginem versus subdecurrentibus tenuioribus anastomosatis, nervulis venulisque prominulis reticulatis.

Flores solitarii actinophili supra ramulos terminales erecti. Pedunculi mediocres 12-16 mm. longi teneres rigidi apice paulo incrassati tertio inferiore articulati 3 bracteolis ovatis acutis 1 mm. longis muniti, lepidibus minutis adpressis tecti. Alabastra subpyriformia 8-10 mm. longa apice mucronulata adpresse squamuloso-vestita. Calyx coriaceus crassus

conico-campanulatus 12-14 mm. longus, 3-4 irregulariter lobatus lobis obtusis vel rotundatis 3-4 mm. longis, viridis vel luteolo-viridis adpresse minuteque piloso-lepidotus, intus dense villososericeus. Petala 5 libera alba membranacea linearia subspathulato-oblonga vel obovato-oblonga apice rotundata vel obtusa dimidia inferiore parte valde unguiculato-angustata 30-35 mm. longa 5-7 mm. lata, dense stellato-pilosa tomentella. Staminorum columna crassiuscula alba calycem valde excedens circa 25 mm. longa tomentella stellato-pilosa ad apicem (5 mm. longitudine) dilatata margine lobata lobis linearibus 2-3 mm. longis. Antherae bilobatae aspectu glomeratae sed pro dente octo longitudinaliter biseriatae, thecis ellipticis 1.2 mm. longis paribus superioribus cruciatim dispositis. Stylus tubum staminorum paulo excedens linearis dense pubescens apice dilatatus subtruncatus stigmatem rugoso ovario biloculari loculis uniovulatis. Fructus ovatus obtuse apiculatus circa 22-24 mm. longus 18 mm. latus pericarpio coriaceo extus lutescenti minutissime lepidototomentello endocarpio tenuiter fibroso-coriaceo bilocularis bispermus seminibus crassis oleiferis planoconvexis 15-18 mm. longis 13-14 mm. latis. Calyx fructiferus coriaceus conicus irregulariter erosolobatus 15 mm. longus minutissime lepidulatus. Tota planta intensissimum odorem *Trigonellae foenum-graeci* L. simile exhalat.

*Typus*: Colombia, Dep. Valle, Hoya del río Digua, lado izquierdo: Piedra de Moler, bosques 900-1180 m. alt., colect. 19-VIII-1943 J. Cuatrecasas 14890. "Arbol 30 m. alt. Tallo 50-60 cm. diám. Madera blanca. Corteza gris blanquecina manchada. Ramas en la parte superior o superior y media, horizontales, verticiladas por cinco. Hoja semicoriácea verde medio oscuro. Flores caulinares en la parte superior de las ramas mirando al cielo. Cáliz verde o verde amarillento. Pétalos blancos. Androceo y gineceo blancos. Flor de oolr a jazmín. Fruto amarillento, con corteza fibrosa semiblanda". Holotypus, F.

*Q. foenigraeca* Cuatr. es afín a *Q. cacao* (Tr. & Pl.) Baill., del que difiere por las ramas lisas y lampiñas o escasísimamente pubérulas, por las bojas casi glabras, por los pedicelos más largos y por el cáliz brevemente lepidoto-pubérulo, el fructífero más largo y campanulado. Probablemente difieren en la forma y tamaño del fruto, pero el de la especie de Triana y Planchón no es suficientemente conocido.

QUARARIBEA LORETOYACUENSIS Cuatr.,  
Phytologia, 4:474.

Rami horizontales vel plus minusve penduli cortice griseo-virides rugulosi glabri.

Folia simplicia alterna subcoriacea in sicco cinereo-viridia. Petiolus brevis stellato-tomentulosus 6-15 mm. longus. Lamina obovato-elliptica basi rotundata vel obtusissima apice subrotundata subite breviter obtuseque apiculata vel obtusa, margine integra sed irregulariter leviterque repanda, 10-22 cm. longa, 5-16 cm. lata; supra sparsis pilis minu-

tissimis stellatis munita costa angusta depressa stellato-puberula nervis secundariis filiformibus reliquis venulis paulo conspicuis; subtus praecipue supra nervationem copiosis pilis stellatis, costa eminenti nervis secundariis 5 utroque latere prominentibus arcuato-ascendentibus marginem versus decurrentibus anastomosatis, nervis tertiis transversis bene prominulis cum venulis prominulis in reticulum anastomosatis.

Flores solitarii in ramulis brevibus foliosis nascentes breviter pedunculati. Pedunculi 5-6 mm. longi inferiore parte articulati 3-bracteolati, crassi apicem versus gradatim incrassati parce striati dense tomentosi, pilis crassiusculis stellatis ramulis valde brevibus congestis. Calyx conico-tubulosus circa 20 mm. longus apice inaequaliter 3-4 lobatus lobis ad 5 mm. longis intus densissime villososericeus extus parce striolatus dense ochraceo-tomentosus, pilis crassiusculis stellulatis ramulis brevibus congestis tectus. Petala membranacea late linearia ad 45 mm. longa apicem versus 8-9 mm. lata, apice rotundata basim versus angustata unguiculata utrinque longis pilis stellatis subtus densioribus tecta. Staminorum tubus crassus petala subaequilongus dense tomentosus apice quinque-dentatus subapicem antheris bilobatis plus minusve 5-seriatis tribus (6 thecis) in quaque serie dispositis. Stylus gracilis tomentosus apice stigmatem valde ampliato bilobato. Calyx fructiferus coriaceus rigidus 25 mm. longus. Fructus oblongo-ovalis 3 cm. longus 1.5 cm. latus.

*Typus*: Colombia, Trapecio Amazónico; Loretoyacu River alt. about 100 m., collect. Oct. 1946 R. E. Schultes & George A. Black 8550. Holotypus, F.

*Q. loretoyacuensis* es afín a *Q. wittii* Schum. & Ulbrich colectada en las selvas del río Juruá (Brasil) por E. Ule, pero se diferencia por las flores mucho mayores y los pedicelos más cortos, por el indumento del cáliz que no es lepidoto sino más bien granuloso-estrellado y por el mayor tamaño del fruto también.

QUARARIBEA VELUTINA Cuatr., Phytologia, 4:475

Arbor 6 m. alt. Ramuli grisei rugulosi terminationibus juvenilibus tomentosi denique glabri.

Folia simplicia alterna subcoriacea in sicco cinereo-vel pallido-viridia. Petiolus brevis tomentulosus 5-7 mm. longus. Lamina subelliptica vel oblongo-elliptica vel leviter obovata margine integra basi inaequilatera obtusa vel subrotundata apice obtusa vel obtuse apiculata 9-14 cm. longa 4-6 cm. lata; supra minutis pilis stellatis sparsis costa filiformi magis pilosa nervis secundariis visibilibus reliquis nerviis minus conspicuis; subtus sparse stellato-pilosa costa elevata nervis secundariis praecipue 5 utroque latere prominentibus ascendentibus paulo arcuatis marginem versus subdecurrenti-anastomosatis brevis tertiis transversis cum reliquis in prominulum reticulum anastomosatis. Stipulae lineari-lanceolatae acutissime striolatae tomentellae 10-12 mm. longae, deciduae.

Flores solitarii. Pedunculi crassi circa 10 mm. longi supra basim 2-3 bracteolati apicem versus gradatim incrassati conici, velutino-tomentosi. Calyx tubuloso-conicus circa 16 mm. longus subtrilobatus lobis inaequalibus 2-5 mm. longis rotundatis intus villososericeus extus dense molliterque velutinus, pilis fasciculatis longis gracilibus patulis adpressis instructus. Petala alba membranacea linearia apice rotundata 38-40 mm. longa subapicem 8-10 mm. lata, basim versus sine sensu valde angustata utrinque tomentulosa stellato-pilosa. Columna staminorum crassiuscula circa 35 mm. longa quam petala breviora stellato-tomentosa apice breviter 5-lobata lobulis obtusis crassis circa 2 mm. longis. Antherae 5-seriatae bilobatae thecis plus minusve separatis, 6 thecis ellipticis in quaque serie laxe dispositis. Stylus teneris pubescens apice valde conico-incrassatus, stamina paulo superans. Ovarium biloculare loculis biovulatis.

*Typus*: Perú; Dept. Loreto: Gamitanacocha, Río Mazán, alt. 100-125 met., collect. Febr. 12, 1935 José M. Schunke 235. "Machíñaccha". "Tree, 6 m. high, 30 cm. circum.; fls. white". Holotypus, F.

*Q. velutina* es afín a *Q. loretoyacuensis* arriba descrita, pero se distingue por las hojas y flores un poco menores y especialmente por el indumento del cáliz que es aterciopelado, es decir que está formado por pelos estrellados y fasciculados cuyas ramas son finas y largas, patentes y densas. Este carácter que también presenta *Matisia Ochrocalyx* Schum., le distingue asimismo de *Q. wittii* Schum. & Ulbrich y de otras especies.

#### MATISIA IDROBOI Cuatr., Phytologia, 4:476

Arbor mediocris vel magna. Rami grisei. Ramuli hornotini ferruginei stellulato-tomentosi.

Folia simplicia alterna subcoriacea. Petiolus robustus 10-16 mm. longus rigidus tomentosus minutis crassiusculis fasciculatis munitus. Lamina obovato-oblonga basi rotundata interdum breviter emarginata apice angustata acuminata vel cuspidata margine integra; supra in sicco griseo-viridula minutis pilis stellulatis (fasciculatis) praecipue supra costam munitis, costa nervis secundariis pallidis conspicuis reticulo nervulorum prominulo vel obsolete; subtus copiosis pilis valde minutis fasciculatis adpersis munita, basi triplinervis costa bene prominenti nervis secundariis eminentibus 4-5 utroque latere ascendentibus marginem versus arcuatis inferioribus remotis; nervis tertiis paulo prominulis reticulatis. Radii pilorum breves numerosi congesti.

Flores solitarii oppositifolii pedunculo rigido crassiusculo 2-3.5 cm. longo ferrugineo dense tomentoso apice paulo conico-dilatato 3 bracteas ovato-lanceolatas acutas tomentosas 8-15 mm. longas 3.5-5 mm. latas ad calycem adnatas ferenti. Calyx subcoriaceus turbinato-tubulosus 11-15 mm. longus apice breviter lobatus extus 10 costato-angulatus,

costis alatis, alis crassiusculis dorsalibus ad 2 mm. amplis apice rotundatis commissuralibus brevioribus angustioribus (1 mm. latae). Calyx intus sericeus extus viridi-ochraceus tomentosus. Pili pedunculorum bractearum sepalorumque stellato-fasciculati radiis numerosis brevibus congestis, aspectu granulati. Petala membranacea alba lineari-obovato-oblonga apice rotundata basim versus angustata 25 mm. longa ungui ad 5 mm. lato limbo 9 mm. lato, supra glabra infra tenuiter stellato-tomentosa pilis radiis tenuibus longis intricatis. Staminorum columna 20-25 mm. longa crassa (1.5-2 mm.) dimidia inferiore parte glabra superiore pilis crassiusculis minute capitatis patentibus copiose munita, apice in 5 lacinias antheriferas lineares crassiusculas circa 5 mm. longas pilosas producta; laciniis antherarum sex loculis ellipticis 1.5 mm. longis instructis, sed duobus horum loculis parte superiore tubi vel basi laciniis concretescentibus. Stylus crassiusculus androceum subaequilongus tomentosus stigmatibus crasso-capitato. Ovarium pubescens 5 loculis 2-ovulatis.

*Typus*: Colombia, Meta: Cordillera La Macarena (extremo nordeste) macizo Renjifo, cumbre y alrededores, alt. 1300-1900 m. Jan. 1951 colect. Jesús M. Idrobo & R. Evans Schultes 1001. "Tree 100 ft. tall. Diam. 2 ft. Columnar, wood yellow with bad odour, bark smooth, light brown. Flowers white. Anthers slightly yellowish. Basal part of flowers rusty brown". Holotypus, US.

Otra colección: La misma localidad, Idrobo & Schultes 1069. "Medium sized tree. Flowers white, Leaves discoloured dark, lustrous above; all flat, in one plane".

*M. idroboi* pertenece al interesante grupo de *Matisias* con cálices alados y caliculados. Es muy afín a *M. bracteolosa* Ducke y *M. schultesii* Cuatr.; de ambas difiere no obstante por tener el cáliz diez costillas aladas (no cinco), las dorsales anchamente y las comisurales estrechamente aladas. El cáliz es más corto y menos coriáceo que *M. bracteolosa* pero es más rígido y tiene las alas menos desarrolladas que en *M. schultesii*. La columna estaminal es más robusta que en las otras dos especies y es peludita en su extremo y en las lacinias. Por otra parte las hojas tienen un indumento esparcido formado por muy diminutos pelos estrellados aplicados, con radios cortos y compactos, mientras que *M. bracteolosa* y *M. schultesii* tienen pelos estrellados formados de radios finos y alargados. Otra especie conectada es indudablemente *M. lomensis* Cuatr. la cual en contra de lo expresado en la publicación original (Lloydia 11: 187) no es afín a *M. putumayensis* sino a este grupo provisto de cálices bracteolados. *M. lomensis* difiere de *M. schultesii* y *M. bracteolosa* por los pelos escasos y cortos del envés de las hojas semejantes a los descritos para *M. idroboi*. Recientemente he determinado como *M. lomensis* (cuyo tipo es un ejemplar fructificado), las colecciones de Klug 2039 y 1330, procedentes del Dep. Loreto (Perú). Estas plantas son parecidas a *M. schultesii* pero pre-

sentan hojas más obtusas y rígidas, con pelos muy cortos, flores menores y alas del cáliz más anchas.

*MATISIA HUALLAGENSIS* Cuatr., *Phytologia*, 4:476

Ramuli terminales robusti sulcati sparse stellato-pilosi.

Folia simplicia alterna petiolata coriacea. Petiolus rigidus 18-23 mm. longus tomentulosus. Lamina glabra oblongo-elliptica basi rotundato-cordata margine integra, circa 24 cm. longa 11-13.5 cm. lata, supra costa crassiuscula plana nervis secundariis paulo depressis conspicuis nervulis in reticulo conspicuo; subtus costa valde eminenti nervis lateralibus prominentibus circa 6 utroque latere arcuato-ascendentibus marginem versus evanescenti anastomosatis, nervulis reticulum prominulum formantibus.

Flores oppositifolii solitarii longe pedicellati. Pedunculus 5 cm. longus crassiusculus parce rugosus (in sicco) apicem versus gradatim crassioribus dense ochraceo-tomentosus, pilis stellatis fasciculatisque tectus. Alabastra elliptico-oblonga circa 3 cm. longa apice 4 alato-auriculata, auriculis 2-3 mm. longis erectis basim decurrentibus. Calyx dense tomentosus paulo striolato-rugosus coriaceus crassus 30-32 mm. longus 9-10 mm. latus cylindraceus basi attenuatus apice irregulariter 4-lobatus lobis 5-6 mm. longis rotundatis commissuris paulo plicato-alatis, aliis 4-5 mm. longis 1-2 mm. latis. Petala 46-50 mm. longa lineari-oblonga superiore parte dilatata ad 8-10 mm. lata apice obtusa, inferiore parte sine sensu cuneatim angustata, crassiuscula intus glabra extus denes stellato-tomentosa. Columna staminifera crassiuscula laevis tantum puberula petala subaequilonga apice in 5 lacinias antheriferas crassas lineares 8-10 mm. longas producta quaque lacinia 3-4 thecis bilocularibus linearibus 4-5 mm. longis ferenti. Fructus rotundato-depressus praesumpte 5-locularibus basi rotundatus apice planus extus adpresse tomentosus 4.8 cm. latus 2-8 cm. altus, seminibus subellipticis circa 24 mm. longis 10 mm. latis. Calyx fructiferus persistens subcupuliformis coriaceus, pedunculo robusto valde incrassato, in sicco rugoso-striato.

*Typus*: Perú, Dept. Loreto: Lower río Huallaga, San Ramón, Yurimaguas, alt. 155-210 m., Oct.-Nov. 1929 collect. Llewelyn Williams 4572. "Huayhuash sapote". Holotypus, F.

*M. huallagensis* es una magnífica planta que se distingue bien de las restantes especies de *Matisia*, por la forma elíptica de la hoja, acorazonada en la base, por los capullos auriculados, por los caracteres en conjunto de la flor, que es mayor que en *M. ochrocalyx* Schum. y por la forma y tamaño del fruto.

Esta planta está citada como *Quararibea guianensis* Aubl. por L. Williams en Woods of Northeastern Perú (Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. vol. XV, 1938) pág. 316, y el ejemplar citado fue determinado por E. Ulbrich; no obstante es considerablemente distinta de tal especie pues es verdadera *Matisia*.

*MATISIA STENOPETALA* Standley et Cuatr.,  
*Phytologia*, 4:477.

Arbor parva. Ramuli terminales stellato-tomentosi. Stipulae subulatae crassiusculae tomentosae 10-12 mm. longae deciduae.

Folia crasse membranacea simplicia alterna magna. Petiolus in specimine typo 26 cm. longus striolatus hirsutulo-tomentosus pilis stellatis radiis patentibus copiose tectus, basi in sicco angustatus aspectu articulatus. Lamina ambitu orbicularis basi profunde fisso-cordata auriculis latis rotundatis sinum angustum 11 cm. longum obtegentibus, apice rotundata, margine inferiore parte laevis sursum sublaevis 3 brevissimos lobos deltoideos obsoletos sinuatos, 38 cm. longa lateque; supra viridis nervis principalibus tomentosis notatis nervulis parum conspicuis superficie pilis stellatis tenuis valde sparsis munita; subtus pubescens pilis tenuis stellatis praecipue supra nervationem copiosissimis, nervis principalibus 10 palmatis prominentibus ad marginem abrupte arcuatis anastomosatisque nervis secundariis clathratis prominentibus ceteris nervis venulisque reticulum prominulum formantibus.

Flores longe pedicellati fasciculati ex tuberculis trunci prodeuntes. Pedicelli 2.5-3 cm. longi graciles sed rigidi stellato-tomentosi in specimine ebrateolati. Calyx tubulosus 1.5 longus 5 mm. latus basi obtusus margine breviter inaequaliterque 3-4 lobatus intus sericeus extus ochraceus subvelutino-tomentosus pilis tennibus stellatis intricatis dense tectus. Petala rubro-violacea membranacea intus glabra extus pubescentia pilis crassis simplicibus, in statu evoluta valde exserta, 5 cm. longa, extremo spathulato-rotundata 6-7 mm. lata, jam versus partem mediam in longissimum angustissimum ungem coarctata. Staminorum columna gracilis erecta longissime exserta tomentosa ad 4 cm. longa, extremo in 5 lacinias antheriferas lineares crassiusculas 8-9 mm. longas producta; lacinias sex antherarum loculis oblongis 2-3 mm. longis contiguas munitis. Stylus gracilis pilis tenuibus stellato-setosis subcopiosis munitus. Stigma capitatum lobatum. Pedunculus fructifer robustus 4.5 cm. longus. Calyx fructifer cupularis coriaceus 1.5 cm. altus lobatus extus tomentosus intus villosus. Fructus globosus tomentosus 3 cm. diam. (statu praematuritate), 5 locularis 5-spermus.

*Typus*: Perú, Dept. Loreto: Balsapuerto, alt. about 320 met. forest, clearing manch "Tree 4 met., fls. red-violet born on main stems", collect. G. Klug 2972. Holotypus, F.

*M. stenopetala* pertenece a la sección *Eumatisia* Tr. & Pl. y llama la atención por sus grandes hojas orbiculares acorazonadas en la base y por las flores de largos y angostos pétalos rojo violáceos. Lo mismo los pétalos que la columna etsaminal y el estilo, adquieren el máximo desarrollo sólo al fin de la floración. Afín a *M. bicolor* Ducke se distingue por la forma, tamaño e indumento de la hoja, por el cáliz

tubuloso, columna estaminal tomentosa y pétalos quizás más largos con pelos crasos, sencillos.

*MATISIA RHOMBIFOLIA* Cuatr., *Phytologia*, 4:478

*Quararibea rhombifolia* Standley in Schaëda, *Bol. Mus. Hist. Nat.*, Lima 4: 476 (1940) nomen.

Arbor mediocris. Ramuli terminales ferrugineo-tomentosi.

Folia simplicia alterna subcarthacea. Petiolus circa 6 cm. longus, ferrugineis pilis congeste stellatis adpresse tomentoseque tectus. Lamina ambitu subobovata basi cordata lateraliter pandurato-contracta apice deltoidea margine integra 20-26 cm. longa, 14-6 cm. lata; supra atroviridis pilis minutis stellatis sparsis munita nervis principalibus tomentellis tantum notatis; subtum viridis 9 nervis basilaribus palmatis eminentibus subochraceis dense adpresseque stellato-tomentosis pilis minutis dense tectis, nervis secundariis transversis prominentibus pilis simplicibus vel fasciculatis tenuibus patentibus munitis ceteris nervulis in reticulo prominulo sparse hirtulo-pubescenti.

Fructus in ramulis exaxillares pedunculo crasso 2.5 cm. longo, circa 3.5 cm. in diametro subglobosi epicarpio subruguloso (in vivo aureo-brunneo velutino) basi breviter contracti apice subite grosse mucronati, endocarpio 5 pyrenis menospermis; seminibus circa 16 cm. longis 7 mm. latis.

*Typus*: Perú, Depart. Huanuco, Shapajilla, jungle 630 m. alt., collect. 12-I-1939 Felix Woytkowski 2. "A tree some 50 ft. high, 14" thick. The bark dark grey. Bears round, tapering fruit with a coarse texture, in appearance from distance like golden brown velvet. Had around it the parasitic plant nº 4. Habitat same as nº 1. Wood yellow". *Hootypus*, F.

La forma de la hoja, panduriforme con el extremo atenuado y su peculiar textura y pubescencia, distingue esta *Matisia* de todas las demás.

#### QUARARIBEA Y MATISIA

Desde hace unos cuatro años he venido considerando en mis publicaciones sinónimos a estos géneros. Impresionado por un interesante trabajo de W. Vischer (Sur les *Quararibea* Aubl., *Bull. Soc. Bot. Genève* 11: 199 [1919]) en 1948 tras pasé a *Quararibea* las especies de *Matisia* no transferidas en aquella fecha y describí varias especies de este último taxon como *Quararibea* (*Lloydia* 11: 185 [1948]). Baillon ya había considerado como un solo género estos dos grupos (*Histoire de Plantes* 4: 155 [1873]) y Standley signió este criterio en su *Flora de Costa Rica*.

Las diferencias fundamentales entre estos dos géneros radican en que en *Quararibea* el tubo estaminal tiene el extremo entero o con sólo 5 dientes, mientras que en *Matisia* forma 5 largas lacinas anteríferas. Además en *Matisia* el ovario es 5-locular y el fruto tiene 5 huesos, mientras que en *Quararibea* el ovario es bilocular y el fruto generalmente

es monospermo. Vischer estudió con detalle el caso de *Q. funebris* (Llave) Vischer, que según sus disecciones presenta el ovario 4-locular y el de *Q. fieldii* Millsp. (sinónimo de *Q. guatemalteca* (D. Sm.) St. & Steyererm.) que tiene los dientes de la columna estaminal relativamente alargados. En razón del carácter intermedio de estos caracteres en las mencionadas especies, concluyó que los dos grupos constituyen un solo género. Después de haberme adherido a este punto de vista he tenido ocasión de examinar nuevos materiales y de revisar los antiguos, y he podido ver que, en la práctica, no hay dificultad para distinguir estos dos grupos ya sea en ejemplares florecidos, ya fructificados. En realidad los casos de forma intermedia o tendiente al otro género son excepcionales, como ocurre con *Q. guatemalteca* cuyos dientes estaminales son un poco largos; asimismo es posible que el número de 4 celdas del ovario, observadas por Vischer en *Q. funebris*, sea inconstante o anormal; Standley y Steyermark (*Flora de Guatemala* VI: 402; 1949) señalan que *Q. gentlei* Lundell es idéntica a la anterior exceptuando el ovario bicelular. Bien puede tratarse de formas de una sola especie. Por todo ello parece lógica la aceptación del género *Matisia* y volver al criterio clásico en la clasificación de estas plantas.

A continuación doy la lista de las especies hasta la fecha válidamente publicadas que deben incluirse en cada uno de estos géneros:

*MATISIA ALATA* E. L. Little, *Journ. Wash. Acad. Sci.* 38: 100, fig. 16 (1948)—Ecuador.

*MATISIA ALCHORNAEFOLIA* Planch. & Triana, *Ann. Sc. Nat. Ser. 4*, 17: 327 (1862)—Colombia.

*MATISIA AMPLIFOLIA* Pittier, *Bol. Soc. Venez. C. Nat.* 10: 115 (1945)—Venezuela.

*MATISIA ASYMMETRICA* Cuatr., *Rev. Acad. Col. C. E. F. N.* 7: 49 (1948)—Colombia.

*MATISIA BICOLOR* Ducke, *Arch. Jard. Bot. Río de Janeiro* 3: 210 (1922)—Brasil.

*MATISIA BOLIVARI* Cuatr., *Ciencia (México)* 1: 401 (1940) figs. 1, 2—Colombia.

*MATISIA BOLIVARI* subsp. *occidentalis* Cuatr., *Phytologia* 4: 479 (1954) *Quararibea bolivari* subsp. *occidentalis* Cuatr., *Lloydia* 11: 189 (1948)—Colombia.

*MATISIA BRACTEOLOSA* Ducke, *Bol. Tec. Inst. Agr. N. Belem* 4: 17 (1945)—Brasil.

*MATISIA CASTANO* Triana & Karsten, in Triana, *Nuev. jen. i esp. de pl. Flora Neo-Granadina*, pag. 24, Bogotá (1854)—Colombia.

*MATISIA COLORADORUM* Benoist, *Bull. Soc. Bot. Fr.* 80: 335 (1933)—Ecuador.

*MATISIA CORDATA* Humb. & Bonpl., *Pl. Aequin.* 1: 10 tab. 2 (1805)—Colombia.

*MATISIA CORNU-COPIAE* Planch. & Triana, *Ann. Sc. Nat. Ser. 4*, 17: 326 (1862)—Colombia.

- MATISIA CRUCETO* Cuatr., Rev. Acad. Col. C. E. F. N. 6: 550 (1946)—Colombia.
- MATISIA DOWDINGII* Sprague, Trans. Proc. Bot. Soc. Edinb. 22: 428 (1905)—Colombia.
- MATISIA GLANDIFERA* Triana & Planch., Ann. Sc. Nat. Ser. 4, 17: 327 (1862)—Colombia.
- MATISIA GRANDIFOLIA* E. L. Little, Journ. Wash. Acad. Sci. 38: 102, fig. 18 (1948)—Ecuador.
- MATISIA HIRTA* Cuatr., Rev. Acad. Col. C. E. F. N. 6: 550 (1946)—Colombia.
- MATISIA HUALLAGENSIS* Cuatr., Phytologia 4: 476 (1954)—Perú.
- MATISIA IDROBOI* Cuatr., Phytologia 4: 476 (1954)—Colombia.
- MATISIA INAEQUALIS* Dugand, Caldasia 3: 359, tab. (1945)—Colombia.
- MATISIA INAEQUILATERA* (Cuatr.) Cuatr., Phytologia 4: 479 (1954) *Quararibea inaequilatera* Cuatr., Lloydia 2: 187 (1948)—Colombia.
- MATISIA LASIOCALYX* K. Schum., Mart. Fl. Bras. 12. 3: 239 (1886)—Brasil.
- MATISIA LECYTHICARPA* Ducke, Bol. Tec. Inst. Agr. N. Belem 4: 18 (1945)—Brasil.
- MATISIA LEPTANDRA* (Cuatr.) Cuatr., Phytologia 4: 479 (1954) *Quararibea leptandra* Cuatr., Lloydia 11: 185 (1948)—Colombia.
- MATISIA LOMENSIS* (Cuatr.) Cuatr., Phytologia 4: 479 (1954) *Quararibea lomensis* Cuatr., Lloydia 11: 187 (1948)—Colombia.
- MATISIA LONGIFLORA* Gleason, Phytologia 1: 26 (1933)—Colombia.
- MATISIA MURICATA* (Cuatr.) Cuatr., Phytologia 4: 479 (1954) *Quararibea muricata* Cuatr., Bot. Mus. Leafl. Harv. Univ. 15: 53 (1951)—Colombia.
- MATISIA OBLIQUIFOLIA* Standley, Publ. Field Mus. Nat. Hist. Chicago, Bot. Ser. 4: 232 (1929)—Panamá.
- MATISIA OBLONGIFOLIA* Poepp. & Endl., Nov. Gen. & Sp. 2: 35 tab. 150 (1838)—Perú.
- MATISIA OCHROCALYX* K. Schum., Mart. Fl. Bras. 12. 3: 238 (1886)—Brasil.
- MATISIA PARAENSIS* Huber, Bnl. Mus. Paraense 3: 430 (1902)—Brasil.
- MATISIA PUTUMAYENSIS* (Cuatr.) Cuatr., Phytologia 4: 479 (1954) *Quararibea putumayensis* Cuatr., Lloydia 11: 186 (1948)—Colombia.
- MATISIA RHOMBIFOLIA* Cuatr., Phytologia 4: 478 (1954)—Perú.
- MATISIA SAMARIENSIS* (Cuatr.) Cuatr., Phytologia 4: 479 (1954) *Quararibea samariensis* Cuatr., Lloydia 11: 188 (1948)—Colombia.
- MATISIA SCHULTESII* (Cuatr.) Cuatr., Phytologia 4: 479 (1954) *Quararibea Schultesii* Cuatr., Bot. Mus. Leafl. Harv. Univ. 14: 31 (1949)—Colombia.
- MATISIA SCLEROPHYLLA* Cuatr., Rev. Col. C. E. F. N. 6: 549 (1946)—Colombia.
- MATISIA STENOPETALA* Standley et Cuatr., Phytologia 4: 477 (1954)—Perú.
- MATISIA SULCATA* (Cuatr.) Cuatr., Phytologia 4: 480 (1954) *Quararibea sulcata* Cuatr., Lloydia 11: 188 (1948)—Colombia.
- MATISIA URIBEI* (García-B. & Hernández) Cuatr., Phytologia 4: 480 (1954) *Quararibea Uribei* H. García Barriga & J. Hernández, Mutisia, nº 2, pág. 1-5, ilustr. (V-1952).
- QUARARIBEA AMAZONICA* Ulbrich, Verhandl. Bot. Ver. Brandenburg 50: 91 (1908)—Brasil.
- QUARARIBEA ASTEROLEPIS* Pittier, Fedde Rep. Sp. Nov. 13: 316 (1914)—Panamá.
- QUARARIBEA CACAO* (Triana & Planch.) Baillon, Adansonia 10: 148 (1873).
- QUARARIBEA CHODATI* Vischer, Bull. Soc. Bot. Geneve Ser. 2, 11: 9 (1919); 207, figs. 1, 2, 5 (1920)—Costa Rica.
- QUARARIBEA DUCKEI* Huher, Bull. Soc. Bot. Geneve Ser. 2, 6: 186 fig. 3 (1915)—Gniana.
- QUARARIBEA FIELDII* Millsp., Publ. Field Mus. Nat. Hist. Chicago, Bot. Ser. 1: 309 tab. 19 (1896)—Yucatán.
- QUARARIBEA FLORIBUNDA* (St. Hil.) K. Schum., Mart. Fl. Bras. 12. 3: 242 tab. 50 (1886) (= *Myrodia floribunda* St. Hil.)—Brasil.
- QUARARIBEA FOENIGRAECA* (Cuatr., Phytologia 4: 473 (1954)—Colombia.
- QUARARIBEA FUNEBRIS* (Llave) Visher, Bull. Soc. Bot. Geneve Ser. 2, 11: 205, figs. 1, 3 (1920)—México.
- QUARARIBEA GENTLEI* Lundell, Contr. Univ. Mich. Herb. 6: 44 fig. 2 (1941)—British Honduras.
- QUARARIBEA GIGANTIFLORA* Pittier, Bol. Soc. Venez. C. Nat. 10: 114 (1945)—Venezuela.
- QUARARIBEA GUATEMALTECA* (J. D. Sm.) Standl. & Steyermark, Publ. Field Mus. Nat. Hist. Chicago, Bot. Ser. 23: 62 (1944)—Guatemala.
- QUARARIBEA GUIANENSIS* Aubl., Pl. Gui. II: 692, tab. 278 (1775)—Brasil, Guayana.
- QUARARIBEA LORETOYACUENSIS* Cuatr., Phytologia 4: 474 (1954)—Colombia.
- QUARARIBEA MAGNIFICA* Pittier, Bol. Soc. Venez. C. Nat. 6: 15 (1939)—Venezuela.
- QUARARIBEA MARTINI* Baill., Adansonia X: 180 (1872)—Guayana.
- QUARARIBEA OBOVALIFOLIA* Pittier, Bol. Soc. Venez. C. Nat. 6: 14 (1939)—Venezuela.
- QUARARIBEA PARVIFOLIA* Standley, Publ. Field Mus. Nat. Hist. Chicago Bot. Ser. 4: 232 (1929)—Costa Rica.

QUARARIBEA PENDULIFLORA (St. Hil.) K. Schum.,  
Mart. Fl. Br. 12. 3: 241 (1886)—(= *Myrodia pendu-*  
*liflora*)—Brasil.

QUARARIBEA PLATYPHYLLA Pittier et D. Smith,  
Coul. Bot. Gaz. 23: 239 (1897)—Costa Rica.

QUARARIBEA PTEROCALYX Hemsl., Diagn. Pl. Nov.  
1: 4 (1878)—Panamá.

QUARARIBEA SPATHULATA Ducke, Trop. Woods 76:  
20 (1943)—Brasil.

QUARARIBEA STENOPHYLLA Pittier, Fedde Rep.  
Spec. Nov. 13: 317 (1914)—Costa Rica.

QUARARIBEA STEYERMAEKII Cuatr., Fieldiana: Bo-  
tany, 28: 363, illustr. (1952).

QUARARIBEA TURBINATA Poir., Encyc. Suppl. IV:  
636 (1816)—Brasil. (= *Myrodia turbinata* Swartz,  
Prodr. 102, Fl. Ind. Occid. 2: 1227).

QUARARIBEA VELUTINA Cuatr., Phytologia 4: 475  
(1954)—Perú.

QUARARIBEA VERTICILLARIS (DC.) Vischer, Bull.  
Soc. Bot. Geneve Ser. 2, 11: 204 (1920)—México.

QUARARIBEA WITTII K. Sch. & E. Ulbr., Verhandl.  
Bot. Ver. Brandenburg 50: 90 (1908)—Brasil.

QUARARIBEA YUNCKERI Standley, Publ. Field Mus.  
Nat. Hist. Chicago Bot. Ser. 9: 306 (1940)—Hon-  
duras.

# CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO DEL CORAZON EN LAS ALTURAS

POR JOAQUIN PRADO VILLAMIL  
Médico

El trabajo del corazón ha sido un tema que ha entusiasmado por igual a fisiólogos y matemáticos y han sido muchos los estudios que se han llevado a cabo al respecto con lujo de detalles; las conclusiones que se han sacado de ellos están más o menos acordes y se ha logrado valorarlo, para la suma de los esfuerzos del corazón derecho e izquierdo, en un promedio de unos 1.205 kilográmetros por hora, en el individuo normal y en reposo.

Entre nosotros, hace algunos años, el doctor Antonio María Barriga Villalba se ocupó de este tema y lo trató con la seriedad y meticulosidad que lo caracterizan, dejándonos escritas páginas de incalculable valor científico.

En el presente estudio, no nos ocuparemos, pues, del trabajo del corazón en cuanto se refiere a la cifra que lo mide, ni a los procedimientos empleados para avaluarlo; nos contentaremos con recordar que el corazón es comparable a una bomba que tuviera que subir agua a un determinado nivel superior, en donde el trabajo dependería de la altura a la cual tuviera que hacerla llegar (presión), de la velocidad con que impulsara el agua y de la cantidad de líquido expulsado en cada bombeada. Asimismo, en el cálculo del trabajo del corazón intervienen tres factores principales que son: la presión arterial media, la frecuencia y el volumen sistólico; cualquier variación de estos factores hace variar también la cifra que mide el trabajo del corazón.

No es nuestro propósito volver sobre este tema, ni nos interesa en sí saber cuánto es el trabajo desarrollado por día. La pregunta que nos hacemos es esta: El corazón de un individuo que viva al nivel del mar rinde un trabajo determinado  $X$ ; si a este individuo lo montamos en un avión y lo llevamos a 3.000 o 4.000 metros de altura, por el solo hecho del ascenso a capas atmosféricas cada vez menos densas, ese trabajo  $X$  del corazón sufrirá un aumento, o por el contrario continuará efectuando un trabajo igual al desarrollado a 0 metros?

Esta pregunta ya se la han hecho fisiólogos y matemáticos y hay quienes sostienen que sí aumenta y otros que lo niegan. El doctor Barriga Villalba y el doctor Gnecco Mozo sostuvieron una interesante polémica al respecto en la cual el primero sostenía que el aumento del trabajo es cosa evidente, y el segundo lo negaba. De ahí que nos haya interesado mucho el tema y tal es el origen de este modesto estudio.

Para comprenderlo bien tendremos que tratarlo a al luz de la fisiología y debemos sentar algunas bases indispensables.

En primer lugar tenemos que considerar que se trata de un sujeto completamente normal y en condiciones de metabolismo basal mínimo, es decir, que apenas conserva sus funciones vitales para no sucumbir. En este caso la energía la obtiene de la mínima combustión de las sustancias energéticas de su organismo y como toda combustión no es posible realizarla sino en presencia del oxígeno, se deduce claramente que en esas condiciones la sangre está transportando el minimum de oxígeno posible por unidad de tiempo, para la conservación de la vida. El cálculo demuestra que no puede ser más ni puede ser menos del requerido.

Este estado sería comparable al de una bujía que arde en una atmósfera de oxígeno y que a voluntad pudiéramos graduar el suministro de este gas. Si gradualmente vamos disminuyendo el aporte de oxígeno, veríamos menguar su brillantez hasta llegar un momento en el cual no sería posible restarle más oxígeno, por pequeña que fuera esta cantidad, porque la bujía se apagaría. Este último sería el estado de "metabolismo basal mínimo" de la bujía.

En los animales superiores, la sangre es la única manera de transporte del oxígeno desde los alvéolos pulmonares hasta la más escondida célula del organismo, de tal manera que tendremos que estudiar detalladamente cómo se hace este transporte y las leyes que lo rigen.

El oxígeno se fija en la sangre en el momento de ponerse en contacto íntimo con los alvéolos pulmonares, así pues, nos es indispensable conocer la composición del aire que reina dentro de los alvéolos pulmonares, dato muchísimo más esencial que la composición del aire atmosférico, del cual no nos interesa saber sino que se compone de oxígeno y nitrógeno, pues estos gases al entrar a los pulmones se encuentran y suman con una mezcla de gases especial de los alvéolos que constituye el llamado "aire alveolar".

Este aire alveolar ha sido estudiado cuidadosamente, dada su grande importancia, y se halló que contiene una mezcla de cuatro gases principales (los gases raros del aire son despreciables) que son: vapor de agua, anhídrido carbónico, nitrógeno y oxígeno, y cuya presión total iguala a la presión atmosférica del lugar.

La física nos da a conocer la Ley de Dalton respecto a las presiones parciales de una mezcla de gases, que dice: "En una mezcla de gases a una determinada presión total  $P$ , cada gas tiene su propia presión parcial de acuerdo con el volumen que ocupe en la mezcla, y la suma de las presiones parciales de cada uno de los gases es igual a la presión total  $P$ ."

Por ejemplo: si tenemos una mezcla de 20% de Etileno, 50% de Nitrógeno y 30% de Oxígeno a una presión total de 600 mmHg., la presión parcial de cada uno de ellos será:  $\frac{20}{100}$  de 600 para el Etileno;  $\frac{50}{100}$  de 600 para el Nitrógeno; y  $\frac{30}{100}$  de 600 para el Oxígeno, o sea:

$$120 + 300 + 180 = 600$$

Y si generalizamos la ley, podemos escribir:

$$\frac{a}{100} P + \frac{b}{100} P + \frac{c}{100} P \dots + \frac{x}{100} P = P$$

Veamos, pues, qué ocurre con los cuatro gases que forman el aire alveolar, al nivel del mar:

a) *Vapor de Agua*. — Se encuentra siempre al estado de saturación en el aire alveolar y a la temperatura constante del cuerpo humano que es de 37° C. Según la tabla siguiente, su presión parcial es invariable y valdrá 47 mm. de Hg.

Grados C°	Milimtr. Hg.
0	4.6
10	9.2
20	17.5
30	31.8
37	47.
40	55.3
50	92.5

b) *Anhidrido Carbónico - CO<sub>2</sub>*. — Es el producto de la combustión del carbono en el organismo y se elimina por los alvéolos pulmonares; su presión parcial es de 40 mmHg. y es una constante para cada individuo, su valor no varía en ascensos más o menos rápidos. (Más adelante veremos sus variaciones en el individuo aclimatado a las alturas).

De manera que la suma de las presiones parciales del vapor de agua y del anhídrido carbónico en el aire alveolar será a cualquier altura, en ascensos rápidos, de 87 mmHg.; el resto que queda de presión parcial para igualar la presión atmosférica es ocupado por el oxígeno y el nitrógeno.

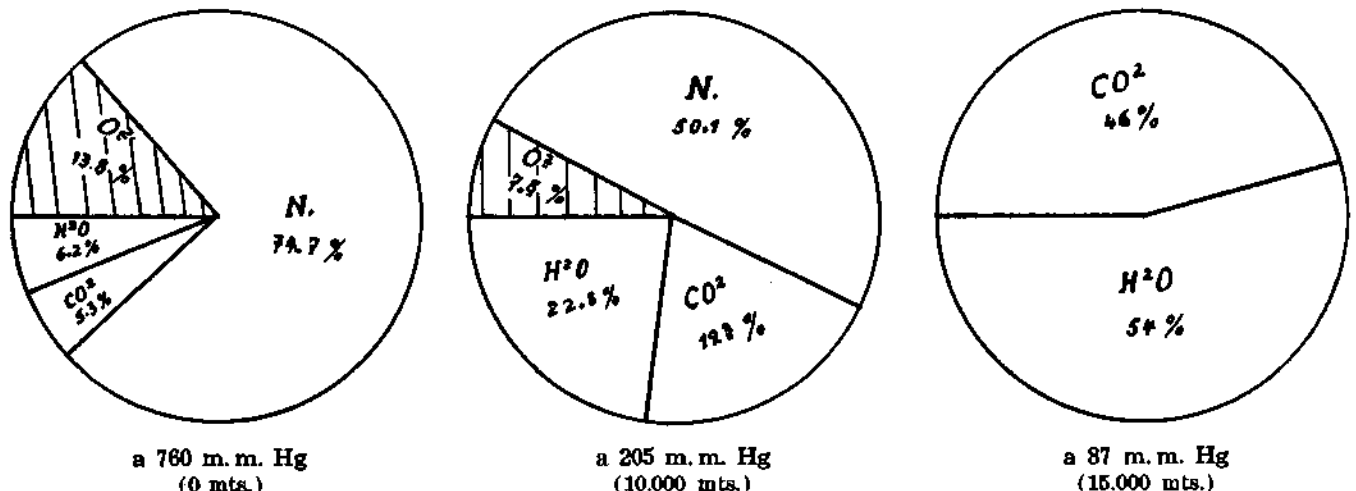
Este dato tiene una gran importancia porque a la presión de 760 mmHg., el vapor de agua y el CO<sub>2</sub> representan el 11.5% de la presión total, quedando un 88.5% para distribuir entre el O<sub>2</sub> y el N. En cambio a 10.000 metros de altura, por ejemplo, donde hay una presión atmosférica de 205 mmHg., el vapor de H<sub>2</sub>O y el CO<sub>2</sub> representan el 42.4% del total de la presión, quedando únicamente un 57.6% para distribuir entre el O<sub>2</sub> y el N. Si continuamos subiendo hasta los 15.000 metros, donde la presión atmosférica es alrededor de 87 mmHg., se igualará en ese momento con la suma de las presiones parciales del H<sub>2</sub>O y del CO<sub>2</sub>, éstos colmarían por entero los alvéolos y sería físicamente imposible la respiración; no habría sitio para introducir otros gases (véase Gráf. No. 1).

c) *Nitrógeno*. — No desempeña mayor papel fisiológico, fuera de servir de diluyente al oxígeno, su presión parcial está en relación con la barométrica.

d) *Oxígeno (O<sub>2</sub>)*. — Es el gas vital por excelencia, sin él no es posible la vida y en su ausencia el ser sucumbe por asfixia. Se combina con la sangre en los alvéolos pulmonares y es llevado por ésta, como vehículo, hasta la célula más escondida del organismo. Su aporte es proporcional a las necesidades de combustión, regulado por los mecanismos reflejos cardíacos y pulmonares, por eso en estado de metabolismo basal su aporte es el mínimo posible.

El oxígeno en presencia de la sangre no sigue las leyes de solubilidad de los gases en los líquidos; efectivamente no es una simple solución lo que acontece (como ocurriría en presencia del agua) sino que, por el contrario, tiene afinidad química con la hemoglobina de los glóbulos rojos, formando un compuesto nuevo inestable, llamado la oxihemoglo-

Gráf. 1



bina, y bajo esta forma circula por los vasos sanguíneos.

El oxígeno se combina con la sangre siguiendo las leyes que rigen a los gases que tienen afinidad química con los líquidos en los cuales se disuelven. De éstas hay dos:

1º—El gas se combina íntegramente con el líquido, independientemente de su presión parcial, como ocurre con el anhídrido carbónico en presencia de una solución de NaOH.

2º—El gas se combina con el líquido en diferentes porcentajes bien definidos, según sea la presión parcial del gas en ese momento. Es el caso del oxígeno y la sangre.

De manera que es indispensable por una parte conocer la presión parcial del O<sub>2</sub> en el alvéolo pulmonar, puesto que es allí donde se ponen en contacto, y por otra parte debemos saber en qué porcentajes se combina a las diferentes presiones.

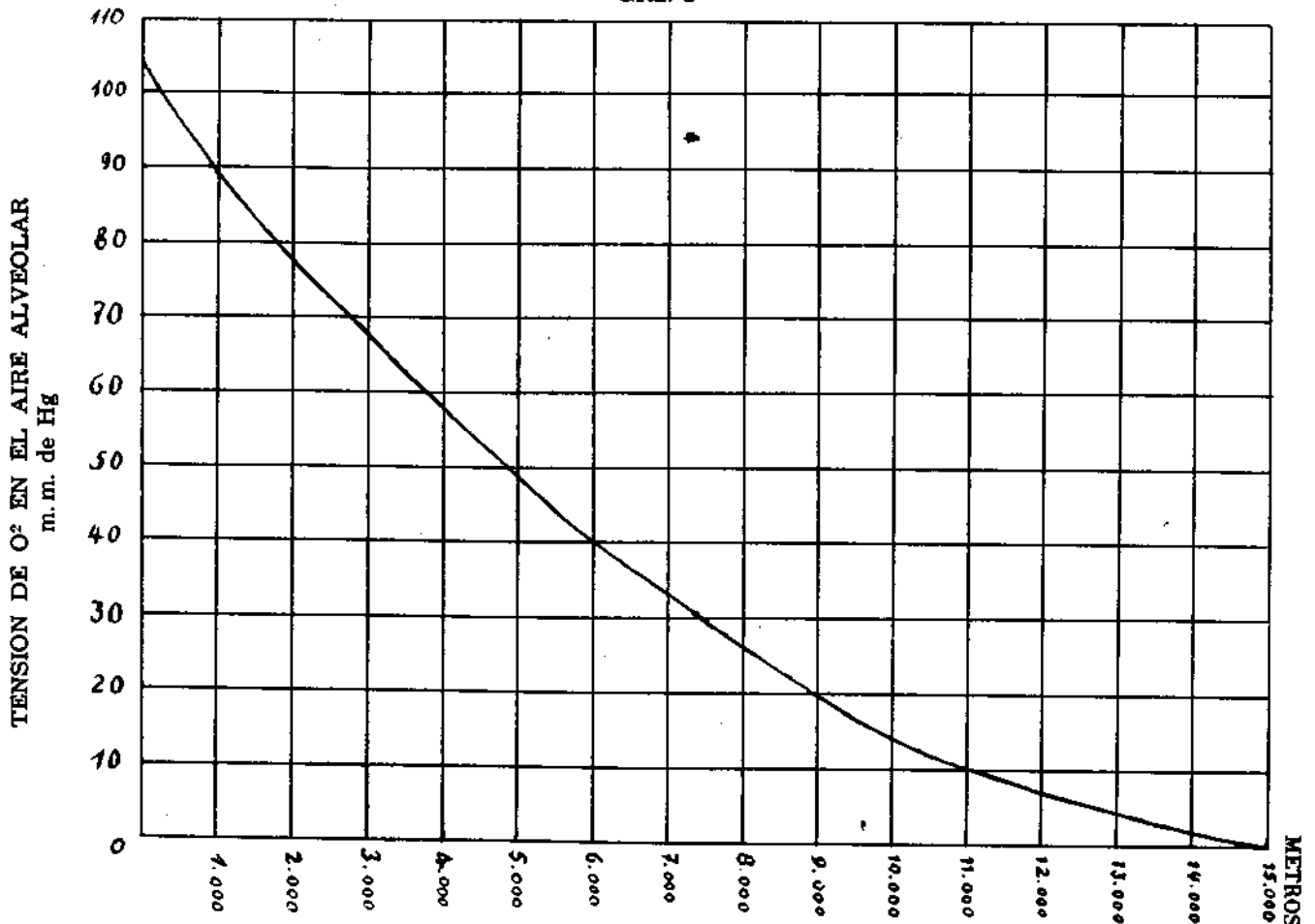
La presión parcial del oxígeno dentro del alvéolo pulmonar ha sido motivo de múltiples estudios y el cálculo y la experimentación están de acuerdo. Se han hecho cuidadosos análisis del aire alveolar, subiendo al individuo de 500 en 500 metros, y los resultados encontrados se llevaron a una gráfica donde las coordenadas representan las alturas en metros sobre el nivel del mar y las abscisas las presiones parciales del oxígeno correspondiente (véase Gráf. No. 2).

En cuanto a la manera de conocer el porcentaje de oxígeno que se combina con la hemoglobina cuando se hace variar la presión, se determinó experimentalmente tomando un volumen de sangre y sometiéndolo a presiones crecientes de 10 en 10 mm. Hg. y haciendo luego los análisis correspondientes. Se observó también que estos porcentajes variaban según los electrolitos disueltos en la sangre. La cantidad de CO<sub>2</sub> también lo hace variar, mientras más CO<sub>2</sub> haya menor es el porcentaje de oxígeno combinado. En la gráfica número 3 vemos la curva de saturación de la sangre normal (con 40 volúmenes de CO<sub>2</sub> que es lo corriente), cuando se somete a presiones variables de oxígeno. Obsérvese que la curva es una parábola; los primeros milímetros de presión saturan rápidamente de oxígeno la sangre, como si estuviera ávida de este gas, en cambio en los últimos milímetros las variaciones de saturación son insignificantes.

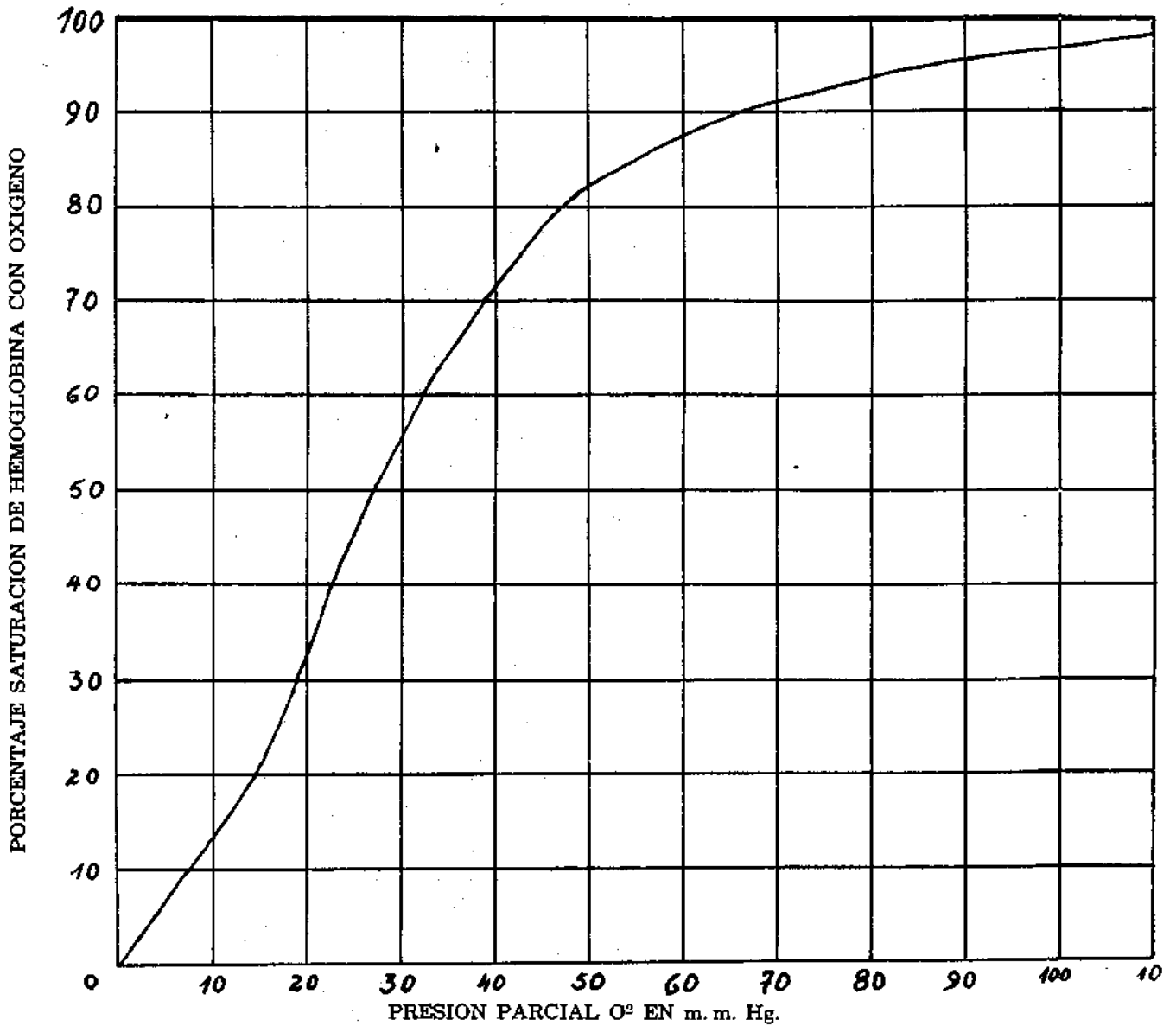
Por lo anterior hemos obtenido dos datos básicos. Si nos dan una altura sobre el nivel del mar, estamos en capacidad de saber cuál es la tensión parcial del oxígeno alveolar en ese lugar; y con el dato de esta presión parcial de O<sub>2</sub> podemos saber el porcentaje de saturación de la sangre normal con ese gas.

Con estos datos podemos abordar otro punto muy importante. Hemos dicho que un individuo en estado de metabolismo basal mínimo, consume la mínima cantidad de oxígeno posible por unidad de tiempo. Tratemos de averiguar cuál es esa cantidad.

Gráf. 2



Gráf. 3



Para ello se hace un análisis de sangre para determinar cuántos gramos de hemoglobina contienen 100 c.c. de sangre; la respuesta es que tiene variaciones con la edad, el sexo, la aclimatación, etc., pero que oscila entre un 13% a un 17%. Término medio 15%.

En seguida con otro análisis de laboratorio averiguamos cuántos centímetros cúbicos de oxígeno son capaces de combinarse con 1 gramo de hemoglobina. Hallamos que 1 gramo de hemoglobina (Hg) a saturación completa (100%) de oxígeno, puede captar de 1.32 cm<sup>3</sup> a 1.36 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>. Término medio 1.34 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>.

Pues bien, supongamos como ejemplo para mejor comprensión de los cálculos, que se trata de un individuo cuya sangre contiene un 15% de Hg. y que cada gramo de hemoglobina toma 1.34 cm<sup>3</sup> de oxígeno cuando está al 100% de saturación.

Entonces decimos: Si 1 gr. de hemoglobina se combina con 1.34 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>, los 15 grs. (contenidos en 100 c.c. de sangre) se combinarán con

$$15 \times 1.34 = 20.1 \text{ cm}^3 \text{ oxígeno.}$$

Luego cada 100 cm<sup>3</sup> de sangre son capaces de combinarse con 20.1 cm<sup>3</sup> de oxígeno al 100% de saturación. Pero como ya sabemos que la saturación depende de la presión parcial del oxígeno alveolar, basta con consultar la Gráf. No. 3 para saber el grado de saturación a una altura dada. Así decimos: si cuando hay un 100% de saturación la combinación se hace con 20.1 cm<sup>3</sup>, cuando hay una saturación *S* cuánta es la saturación?

$$\frac{100}{20.1} = \frac{S}{X}$$

Ejemplo. En Barranquilla donde la altura es 0 sobre el nivel del mar, la presión del O<sub>2</sub> alveolar es de 102 mml. (véase Gráf. No. 2); a esa presión corresponde un 98% de saturación del O<sub>2</sub> con la sangre (véase Gráf. No. 3). Cuánto oxígeno se combina con 100 cm<sup>3</sup> de sangre?

$$\frac{100}{20.1} = \frac{98}{X}$$

De donde  $X = 19.7 \text{ cm}^3 \text{ de O}_2$ .

Hemos hallado, pues, la cantidad de oxígeno que deben transportar 100 c.c. de sangre, en la unidad

de tiempo, al nivel del mar, en el individuo que analizamos en estado de metabolismo basal.

Veamos qué ocurre si lo subimos en un avión a la altura de Bogotá que tiene 2.640 mts. sobre el mar. Consultando las gráficas 2 y 3 vemos que a esa altura corresponde una presión parcial de oxígeno alveolar de 72 mmHg. y que a esta presión se combina el 92% del oxígeno. ¿Cuánto O<sub>2</sub> contienen 100 c.c. de sangre?

$$\frac{100}{20.1} = \frac{92}{X}$$

De donde  $X = 18.5 \text{ cm}^3$  de O<sub>2</sub>.

Salta a la vista que un mismo volumen (100 c.c.) de sangre lleva menos oxígeno en la unidad de tiempo, en Bogotá que en Barranquilla, hay una diferencia del 1.2 cm<sup>3</sup>%. Pero sabemos de sobra que a este organismo en las condiciones que lo analizamos, no es posible quitarle ni la más mínima cantidad de oxígeno. Qué hará para compensar esta pérdida si la cantidad de hemoglobina 15% no es posible modificarla en pocos minutos y lo mismo ocurre con la capacidad de saturación de la sangre que seguirá siendo de 1.34 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub> por cada gramo de hemoglobina?

La única manera de poder compensar esta pérdida de oxígeno es aumentando la velocidad de circulación de la sangre para que en la unidad de tiempo (supongamos 1 segundo) la sangre aporte los 19.7 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub> que requiere el organismo. De manera que si al nivel del mar circulan 100 c.c. de sangre por segundo para aportar 19.7 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>, en Bogotá tendrán que circular más de 100 c.c. de sangre por segundo para poder llevar esos mismos 19.7 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>.

En el trabajo del doctor Barriga Villalba se observa claramente en las gráficas, cómo a medida que se gana altura aumentan la frecuencia del pulso y la amplitud de las pulsaciones, lo cual necesariamente tiene que aumentar la velocidad de la sangre.

Es muy sencillo calcular cuál será el exceso de volumen sanguíneo que debe circular para que en él esté contenida la diferencia de 1.2 cm<sup>3</sup> de oxígeno que faltan, pues sabemos que en Bogotá cada 100 c.c. de sangre se saturan con 18.5 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>. Decimos: Si 100 c.c. se combinan con 18.5 de oxígeno, cuántos c.c. de sangre se combinan con 1.2 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>?

$$\frac{100}{18.5} = \frac{X}{1.2}$$

De donde  $X = 6.5 \text{ c.c.}$  de sangre.

De suerte que en la unidad de tiempo deben circular en Bogotá para aportar los 19.7 cm<sup>3</sup> de oxígeno, no ya 100 c.c. de sangre, sino  $100 + 6.5 = 106.5 \text{ c.c.}$  Los 100 c.c. llevan 18.5 de oxígeno y los 6.5 c.c. llevan 1.2 de oxígeno ( $18.5 + 1.2 = 19.7$ ).

Finalmente, con otra proporción sabremos cuál es el aumento por ciento del trabajo del corazón para mover ese nuevo volumen. Razonamos: Si

cuando circulan 100 c.c. de sangre por segundo, le asignamos al trabajo del corazón un valor del 100%, cuando circulan 106.5 c.c. por segundo cuánto trabajará?

$$\frac{100 \text{ c.c.}}{100\%} = \frac{106.5 \text{ c.c.}}{X}$$

De donde  $X = 106.5\%$

Lo que quiere decir que en Bogotá el corazón ya no trabaja un 100%, como al nivel del mar, sino un 106.5%, o sea que hay un aumento del 6.5%. Luego es evidente que el trabajo del corazón aumenta a medida que se asciende en la atmósfera con alguna rapidez, a causa de la disminución de la presión parcial del oxígeno.

Es bueno anotar que cuando un móvil aumenta su velocidad, entra en juego el factor inercia o fuerza viva, que es necesario sumar al aumento del trabajo y que se calcula por medio de la fórmula  $\frac{mv^2}{2}$ , donde  $m$  es la masa y  $v$  la velocidad. Esta cifra es despreciable cuando el aumento de velocidad es poco, pero adquiere valores muy grandes cuando la velocidad alcanza una buena proporción.

Ahora bien; todos los cálculos anteriores los hicimos, para facilitar la comprensión del asunto, sobre el caso particular de un sujeto cuya sangre tiene un 15% de hemoglobina, y donde cada gramo de ésta fija 1.34 cm<sup>3</sup> de oxígeno, y lo hemos colocado sucesivamente en Barranquilla y Bogotá.

Pero nuestro deseo es generalizar el cálculo para cualquier individuo y para cualquier altura propuesta, pues ya vimos cómo son variables, para cada persona, los factores capacidad de saturación de la sangre con oxígeno (de 1.32 a 1.36) y el tanto por ciento que contiene en hemoglobina (de 13% a 18%). Para generalizar los cálculos podemos recurrir a una ecuación algebraica que sea aplicable a cualquier persona y a cualquier altura a donde se traslade. Veamos la manera de hacerlo.

Como cada caso es distinto del otro, lo primero que necesitamos es determinar por medio del laboratorio, la cantidad de hemoglobina que contienen 100 c.c. de sangre del candidato al experimento y luego determinar los centímetros cúbicos de oxígeno que son fijados por cada gramo de su hemoglobina.

Si llamamos  $V$  el volumen de sangre;  $Hgl.$  los gramos de hemoglobina que contienen los 100 c.c. de sangre; y  $C$  la cantidad de cent. cúb. de oxígeno que fija cada gramo de hemoglobina analizada, tendremos que:

$$V \times \frac{Hgl.}{100} \times C = \text{Capacidad total de saturación (100\%) del volumen de sangre dado.}$$

Pero como sabemos que la saturación con oxígeno depende de la presión parcial de este gas en el aire alveolar (Gráf. 3), bastará con multiplicar la ecuación anterior por el porcentaje de saturación o índice de saturación, que llamaremos  $S$ , del lugar

propuesto y así sabremos la cantidad de O<sub>2</sub> que fija el volumen de sangre dado, o sea:

$$V \times \frac{Hgl.}{100} \times C \times \frac{S}{100} = \text{Centímetros cúbicos de oxígeno fijados en el lugar propuesto por cada volumen de sangre.}$$

La ecuación anterior puede también escribirse así:

$$\frac{V \times Hgl. \times C}{10.000} \times S = \text{O}_2 \text{ fijado.}$$

Si estudiamos los términos de la ecuación última vemos que: *V*, es el volumen de sangre analizado (100 c.c.) que siempre es el mismo; *Hgl.*, es la cantidad de hemoglobina encontrada en ese volumen de sangre, dato que tampoco varía; *C*, es la capacidad de saturación de esa sangre, dato también invariable; y *S*, es el índice de saturación que varía con la altura donde se lleve al individuo, éste es el único término variable de la ecuación. De manera que el producto

$$\frac{V \times Hgl. \times C}{10.000} = K$$

será una constante para la persona que se analiza. La primera ecuación podremos entonces reemplazarla por esta otra mucho más sencilla:

$$K \times S = \text{cm}^3 \text{ de O}_2 \text{ fijados por cada 100 c.c. de sangre.}$$

Si llevamos al sujeto a otro sitio más elevado, el término *K* permanecerá constante, y el índice de saturación será *S'*, el valor de la ecuación en ese nuevo sitio será:

$$K \times S' = \text{cm}^3 \text{ de O}_2 \text{ fijados por cada 100 c.c. de sangre, en ese otro lugar.}$$

Por ejemplo: En Barranquilla será  $K \times 98$

En Bogotá será  $K \times 92$

Si restamos las dos ecuaciones obtendremos la diferencia de cantidad de oxígeno que hay entre el lugar inferior y el superior

$$K.S - K.S' = \text{Diferencia de oxígeno.}$$

Por medio de una sencilla proporción calculamos qué cantidad de sangre se requiere para fijar ese oxígeno faltante en la estación superior. Decimos: Si en ese lugar de mayor altura cada 100 c.c. de sangre fijan  $K.S'$  cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>, la diferencia  $K.S - K.S'$  en cuántos centímetros de sangre se fijan

$$\frac{K.S'}{100} = \frac{K.S - K.S'}{X}$$

Haciendo las operaciones resulta

$$X = \frac{100 S}{S'} - 100$$

Esta ecuación representa precisamente el exceso de volumen de sangre que debe circular en la unidad de tiempo para completar la cantidad de oxígeno faltante con el fin de subvenir a las necesi-

dades mínimas de ese organismo. Y como los cálculos los estamos haciendo sobre 100 c.c. de sangre, representa también el exceso de trabajo del corazón, por ciento.

Ejemplo: Si en Barranquilla el índice de saturación es del 98%, ¿en qué porcentaje aumenta el corazón su trabajo en Bogotá, donde el índice de saturación es del 92%?

$$\frac{100 \times 98}{92} - 100 = 6.5\%$$

Aplicando esta fórmula es fácil hacer un cuadro donde esté indicado el aumento del porcentaje de trabajo del corazón, en ascensos de 1.000 en 1.000 metros, partiendo del nivel del mar, como puede verse.

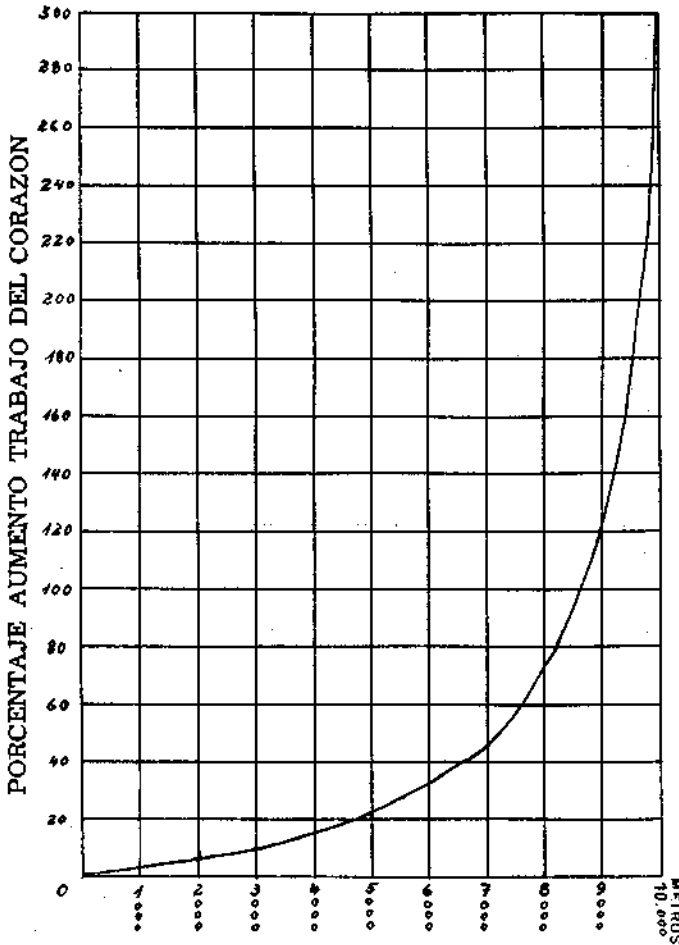
Altura sobre nivel del mar Metros	Presión barométr. mm. Hg.	Presión parcial O <sub>2</sub> alveolar mm. Hg.	Porcentaje Saturación O <sub>2</sub> en sangre	Porcentaje aumento trabajo corazón
0	760	105	98%	0%
1.000	675	87.3	95	3
2.000	598	77	93	5.3
3.000	529	67	90	8.9
4.000	466	53.3	86	14.0
5.000	411	48	81	21.0
6.000	360	40.5	74	32.0
7.000	315	34	67	46.0
8.000	274	27.7	55	78.0
9.000	242	22	44	120.0
10.000	205	16	24	315.0

Se ve en este cuadro cómo aumenta el trabajo del corazón a medida que se gana altura, y aún mejor representado está en la gráfica número 4, donde observamos que en los primeros metros es muy poco el aumento y en cambio en los últimos es vertiginoso.

Aun cuando en el cuadro consignamos el dato del aumento del trabajo hasta los 10.000 metros, la experiencia nos enseña que impunemente no puede llegar el hombre a tan gran altura, pues el descenso de la presión es tan grande que compromete el buen funcionamiento de todo el organismo. De manera que debemos estudiar el límite posible a donde pueda ascender el individuo, respirando normalmente el aire atmosférico (sin recurrir a inhalaciones de oxígeno ni a cámaras de presión), pues llegará un momento en que la presión parcial del oxígeno del aire alveolar baje tanto que no sea posible una correcta hematosi y entonces todo el organismo entra en anoxia y ya en condiciones patológicas el corazón anóxico no puede rendir más trabajo.

El responsable de la aparición de los síntomas que impiden seguir subiendo, no es el simple hecho de la baja de la presión barométrica, ésta, dentro ciertos límites, no provoca ninguna perturbación. El causante de todo es el descenso de la presión parcial del O<sub>2</sub> alveolar, pues cuando aparecen los

Gráf. 4



primeros síntomas basta con inhalar oxígeno puro para que todo entre en orden.

Para el ascenso hay un límite teórico y otro real.

El teórico sería cuando la cifra de 87 mm. Hg., que es la suma de las presiones parciales constantes del CO<sub>2</sub> (40 mm.) y del Vapor de agua (47 mm.) del aire alveolar, igualara a la presión atmosférica; en ese caso no habría manera de introducir ningún gas dentro de los alveólos por estar copados por esos dos gases. Este límite estaría alrededor de los 15.000 metros donde reina una presión atmosférica de unos 87 mm. Hg.

Pero el límite práctico o real está en un lugar muy inferior a los 15.000 metros. Tratemos de averiguarlo fisiológicamente.

A medida que se asciende en la atmósfera, la tensión parcial del oxígeno alveolar va descendiendo paulatinamente, hasta llegar a una cifra donde el porcentaje de oxígeno fijado por la sangre arterial no alcanza a sobrepasar satisfactoriamente las tensiones intracelulares, de aquí resulta que hay una mala oxigenación y aparecen entonces los síntomas de la anoxia, que son los que constituyen el "Mal de las alturas" o "Mal de las montañas". El principal y más objetivo de estos signos es la cianosis, en todos sus grados, debida a la hipo-oxigenación. Este signo es el que nos va a servir para el cálculo.

Experimentalmente se sabe que aparece la cianosis cuando en 100 c.c. de sangre de los capilares existe un mínimo de 5 grs. de hemoglobina sin oxigenar.

Como sabemos que cada gramo de hemoglobina puede captar 1.34 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>, deducimos que para un promedio de 5 gr. sin oxigenar corresponden 6.7 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub> faltante en el momento de aparecer la cianosis.

Otro dato básico es que el porcentaje de oxigenación de la sangre capilar es el término medio del porcentaje de saturación de la sangre arterial y del de la venosa.  $(Capl = \frac{a\% + v\%}{2})$ . Así también, el porcentaje de hemoglobina no saturada en la sangre capilar es el término medio entre el porcentaje de Hgl. no saturada en la sangre arterial y el no saturado en la sangre venosa.

Ahora bien; cada 100 c.c. de sangre arterial al pasar por los capilares cede aproximadamente 5.5 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>, de tal suerte que la diferencia en oxígeno entre la sangre arterial y la venosa es de 5.5 cm<sup>3</sup>. También sabemos, desde el principio de este trabajo, que la capacidad total (100%) de fijación de oxígeno de cada 100 c.c. de sangre es, en promedio, de 20.1 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>.

Con estos datos, ya sentados, es posible hacer los cálculos aproximados. Como ejemplo supongamos el caso al nivel del mar.

Capacidad total de saturación de O <sub>2</sub> en la sangre.....	20.1 cm <sup>3</sup> %
Saturación de O <sub>2</sub> de la sangre arterial	19.7 cm <sup>3</sup> %
Saturación de O <sub>2</sub> de la sangre venosa (19.7 - 5.5).....	14.2 cm <sup>3</sup> %

De donde deducimos que:

A la sangre arterial le falta para su saturación total 20.1 - 19.7 = 0.4 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>%.

A la sangre venosa le falta para su saturación total 20.1 - 14.2 = 5.9%.

O sea que a la sangre capilar le falta para su saturación total  $\frac{0.4 + 5.9}{2} = 3.2$  cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>. Lo que corresponde a 2.4 grs. de hemoglobina no saturada. No habrá cianosis porque no alcanzó a llegar a 5 grs. de Hgl. no saturada.

Generalizando y llamando A el porcentaje de saturación de la sangre arterial y V el porcentaje de saturación de la sangre venosa, podemos decir que:

$$\frac{(20.1 - A) + (20.1 - V)}{2} = \text{Cantidad de O}_2 \text{ que falta para saturar la sangre capilar.}$$

Pero ya dijimos que V = A - 5.5

De donde,

$$\frac{(20.1 - A) + (20.1 - (A - 5.5))}{2} = X$$

Haciendo las operaciones resulta:

$$X = \frac{45.7 - 2A}{2}$$

Cuando X tome el valor de 6.7 será el momento en que hay 5 grs. de hemoglobina sin saturar en

la sangre capilar y entonces comenzará a aparecer la cianosis.

$$6.7 = \frac{45.7 - 2A}{2}$$

Fácilmente podemos hallar el valor de  $A$  en la ecuación anterior, que traduce precisamente el grado de saturación de la sangre arterial.

$$A = \frac{45.7 - 13.4}{2} = 16.15$$

Lo que quiere decir que cuando en la sangre arterial hay 16.15 cm<sup>3</sup> O<sub>2</sub> es cuando comienza la cianosis. Ahora bien; sabemos que cuando hay 20.1 de oxígeno % la saturación es del 100%, luego cuando hay 16.15 la saturación será del 83%. En el gráfico número 3 vemos que a una saturación del 83% corresponde una presión parcial de oxígeno alveolar de 53 mm. Hg, y en el gráfico número 2 observamos que a 53 mm. de presión corresponde una altura aproximada de 4.500 mts. sobre el nivel del mar.

De manera que los 4.500 mts. es el término medio del límite real hasta donde puede ascender una persona normal sin experimentar mayor molestia, porque los mecanismos adaptadores funcionan correctamente. Como este dato es un término medio nada más, habrá personas que antes de esta altura comienzan a sentir trastornos y otras, por el contrario, podrán pasar sin molestias los 4.500 mts. Los individuos acostumbrados a vivir en grandes alturas soportan muy bien el paso a niveles más altos. Las personas cuya constante  $K$  es alta son mucho más adaptables a las alturas que aquellas que tienen la constante  $K$  baja.

Otro asunto de gran interés en este mismo tema del trabajo del corazón y sus variaciones con las alturas, es el siguiente: Una persona ha subido en poco tiempo —digamos algunas horas— a una determinada altura y decide quedarse a vivir en ese sitio por largo tiempo; subemos y aun lo podemos calcular, que al llegar a su nueva ubicación el trabajo del corazón ha aumentado en cierto porcentaje con relación al sitio inferior de donde proviene. Nos preguntamos: ¿Este aumento del trabajo del corazón es definitivo mientras viva allí? O, por el contrario, ¿pasado algún tiempo el organismo se adapta y aclimata a la nueva altura y, por consiguiente, tiene medios reguladores para hacer volver el trabajo del corazón a su cifra normal que tenía en la estación inferior, y de esta manera no condenar al corazón a aumentar su trabajo para siempre?

Hay varias razones para concluir que el organismo tiene medios para adaptarse a este nuevo estado e indirectamente quitarle al corazón el exceso de trabajo que se le impuso por la disminución del oxígeno. Estas razones son:

1º—Aumento de la presión parcial del oxígeno en el aire alveolar. Veamos cómo:

El centro bulbar respiratorio es sumamente sensible a la hipoxia, de manera que por ligera que ésta sea, como cuando se gana altura, provoca un reflejo que se traduce en aceleración de la respiración y mayor profundidad de la misma. Esto trae como consecuencia una verdadera barrida de CO<sub>2</sub> alveolar que hace disminuir paulatinamente su volumen en la mezcla de gases, por consiguiente disminuye su tensión parcial y deja así un mayor espacio para el oxígeno que se respira; es decir, éste puede ocupar un volumen mayor en la mezcla de gases alveolares y como consecuencia lógica aumenta su presión parcial. Ya vimos cómo a mayor presión parcial de O<sub>2</sub> en el aire alveolar hay una mayor saturación de la hemoglobina (Gráf. 3).

Según algunos experimentos para estudiar estas variaciones, se vio que un individuo llevado del nivel del mar a 4.000 mts. de altura, a los 35 días de permanencia allí, la presión parcial del CO<sub>2</sub> bajó de 40 mm. Hg. a 26 mm. para permanecer en adelante en esta cifra.

2º—Mayor disociación de la Oxihemoglobina. Experimentalmente se ha comprobado que la oxihemoglobina cede su oxígeno con más facilidad en medio ácido que en alcalino. Esto es precisamente lo que ocurre en las alturas como consecuencia de la disminución de la tensión parcial del CO<sub>2</sub> alveolar y por consiguiente del de la sangre. Se rompe el equilibrio ácido-básico y como resultado final ocurre una disminución de la reserva alcalina que es comparable a un estado de acidosis normal del individuo. En la gráfica número 5 podemos comparar la diferencia de saturación de la sangre con O<sub>2</sub> según que haya 20 o 40 volúmenes de CO<sub>2</sub>; mientras menos CO<sub>2</sub> haya mayor es la oxigenación.

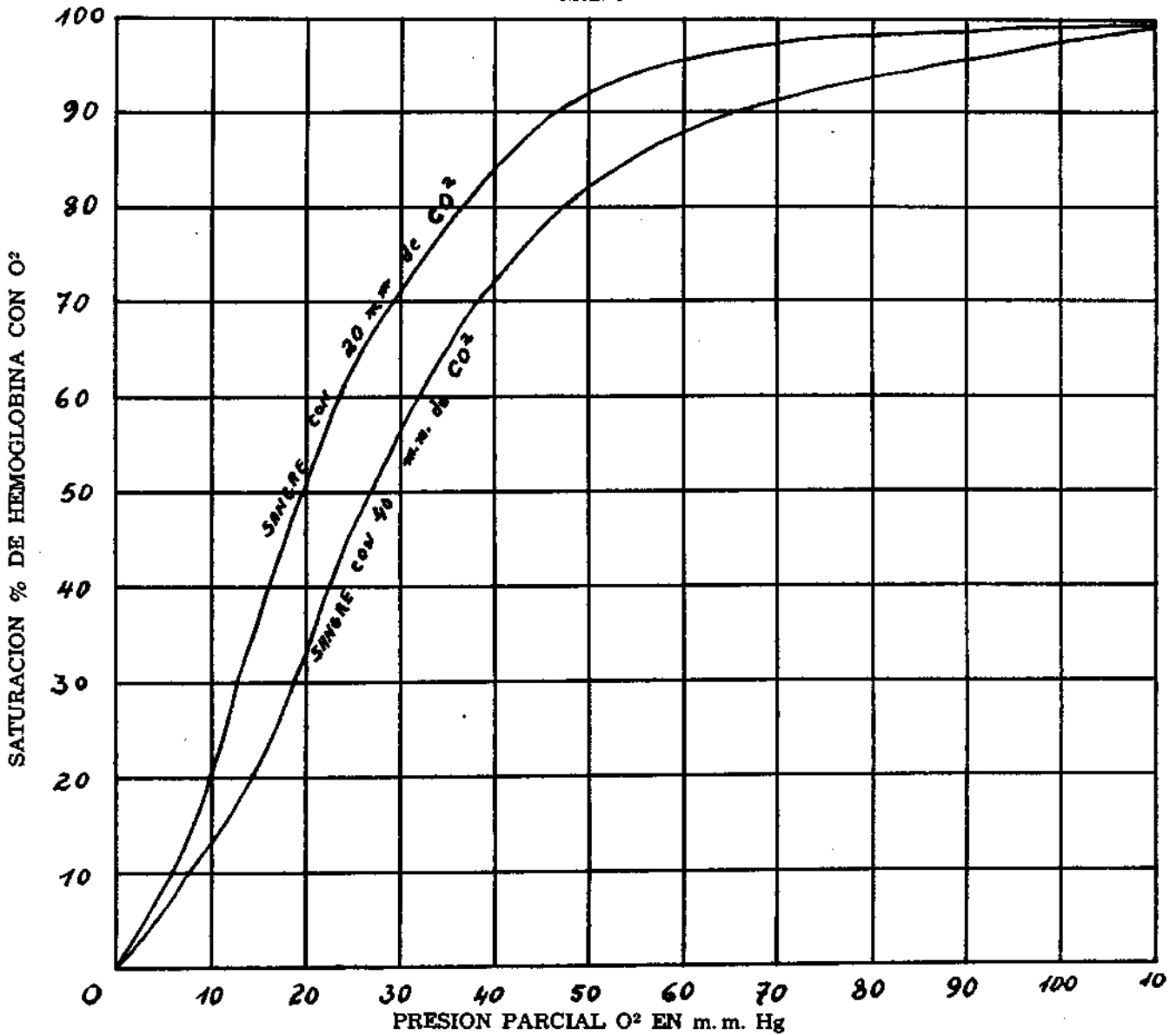
3º—Aumento de la cantidad de glóbulos rojos por milímetro cúbico.

Es un hecho sabido y comprobado que después de algún tiempo —semanas o meses— de vivir un individuo en las alturas aumenta paulatinamente su policitemia, según vemos en este cuadro (tomado de Houssey):

Altura mts.	Eritrocitos mml. <sup>3</sup>
0	4.25 millones
1.300	5.20 "
2.400	6.00 "
3.100	6.60 "
3.700	6.80 "
4.100	7.50 "
4.800	7.80 "
5.600	8.30 "

En esta forma se dispone de una mucha mayor cantidad de hemoglobina que transporte el oxígeno. Basta con recordar que cada glóbulo rojo contiene 30 micro-microgramos de hemoglobina y que un aumento de un millón de glóbulos rojos por milímetro cúbico de sangre, significa el aumento de un billón de glóbulos por litro, en los cuales hay contenidos

Gráf. 5



30 grs. de hemoglobina. De esta manera el factor *Hgl.* que interviene en la constante *K* sufre un aumento.

4º—Parece que la capacidad de fijación del oxígeno por la sangre aumenta con la altura. Así, si 1 gramo de *Hgl.* capta al nivel del mar 1.34 cm<sup>3</sup> de O<sub>2</sub>, a una altura de 4.000 mts., en el individuo aclimatado, capta 1.36 cm. cúb. de O<sub>2</sub>. En esta forma aumenta otro de los factores componentes de la constante *K*.

5º—El doctor Gonzalo Esguerra G. llevó a cabo un interesante estudio sobre la posibilidad de una hipertrofia cardíaca debida a un supuesto aumento del trabajo del corazón en las alturas y encontró que sus medidas radiológicas, relacionándolas con el índice antropométrico, eran iguales al nivel del mar que en las alturas; lo mismo en Nueva York que en Bogotá. Relacionó los datos encontrados por el doctor Benigno Jiménez en su trabajo de tesis "El Ortodiagrama", con el índice antropométrico, única manera de valorar estos datos, y halló que el resultado caía rigurosamente dentro

de lo normal. En conclusión, se puede decir que los diámetros cardíacos no aumentan en los individuos que viven en las alturas.

6º—Hay un hecho experimentado personalmente por cada individuo, que ocurre muy a menudo ahora que los viajes pueden realizarse tan rápidamente. Cuando una persona ha vivido por un tiempo largo en un lugar situado a baja altura y se traslada a otro de mayor altura, experimenta en las primeras semanas una sensación de asfixia y de cansancio al menor esfuerzo y llega a inquietarse porque siente que su corazón palpita fuertemente y cree que está enfermo de este órgano. Si en estas condiciones, por un esfuerzo de voluntad, trata de forzar al organismo a rendir un trabajo superior, puede sufrir un vértigo o un síncope por anoxia. Pero a las pocas semanas ya se siente perfectamente adaptado a la altura y todos los síntomas anteriores desaparecen y se desenvuelve con la misma facilidad que los nativos del lugar. Todo esto indica que el corazón estaba en un principio sometido a una sobrecarga de trabajo por falta de O<sub>2</sub>, pero que a medida que transcurren los días esta sobrecarga va disminu-

yendo porque hay mecanismos indirectos que compensan la hipoxia y liberan al corazón de ese exceso de trabajo.

Todo esto indica que el organismo se pone en condiciones de volver a transportar la misma cantidad de oxígeno por unidad de tiempo, sin necesidad de aumentar la velocidad de circulación de la sangre y en esta forma el trabajo del corazón vuelve a su rendimiento primitivo, igual o muy semejante al que tenía en la estación inferior.

De tal manera que para calcular el aumento del trabajo del corazón en una altura mayor, no puede tenerse como base el trabajo al nivel del mar, sino del lugar donde el individuo esté aclimatado. Para aclarar pongamos un ejemplo: Supongamos a dos individuos normales, semejantes fisiológicamente, uno en Cartagena (0 mts.) y otro en Bogotá (2.640 mts.). Por los mecanismos de compensación y aclimatación, el trabajo del corazón debe ser igual o muy semejante para ambos individuos, aun cuando estén a diferente altura.

Ahora bien; subamos al de Cartagena en avión a 4.000 mts. y apliquemos la fórmula del aumento del trabajo,

$$\frac{100 S}{S'} - 100 = \frac{100 \times 98}{86} - 100 = 14\%$$

aumentará, pues, en una 14 por ciento.

Si subimos al de Bogotá a los mismos 4.000 mts., el aumento será:

$$\frac{100 \times 92}{86} - 100 = 7\%$$

Es decir, el de Cartagena aumentará su trabajo básico en un 14% y el de Bogotá aumentará ese mismo trabajo básico en un 7%, o sea exactamente la mitad.

De las consideraciones anteriores se deduce que la fórmula del trabajo total del corazón  $Z$ , con respecto a un cambio de altura más o menos rápida, sería: El trabajo del corazón en el lugar donde esté aclimatado  $T$ , más el aumento del porcentaje correspondiente de ese mismo trabajo al lugar donde se traslade  $\frac{100 S}{S'} - 100$ , más el valor de la fuerza viva debida al aumento de velocidad de la sangre  $\left(\frac{mv^2}{2}\right)$ . Traducida a términos algebraicos sería:

$$Z = T + \frac{T \left( \frac{100 S}{S'} - 100 \right)}{100} + \frac{mv^2}{2}$$

y haciendo las operaciones indicadas resulta:

$$Z = \frac{T S}{S'} + \frac{mv^2}{2}$$

O sea que:

El trabajo total del corazón ( $Z$ ) es igual a: el trabajo del corazón en el sitio donde esté aclimatado ( $T$ ), multiplicado por el índice de saturación de la hemoglobina con  $O_2$  ( $S$ ) en ese lugar, dividido por el índice de saturación ( $S'$ ) del lugar donde se traslade, más el componente cinético  $\left(\frac{mv^2}{2}\right)$

De ahí se deduce que el corazón de un individuo aclimatado en las alturas, está más preparado para emprender un ascenso a cierta altura, que el que vive al nivel del mar y tiene que remontarse a la misma altura.

Al comparar nuestros resultados con los obtenidos por el doctor Barriga Villalba, única y exclusivamente en cuanto a lo que se refiere a la diferencia del trabajo del corazón con respecto a los cambios de altura, hallamos algunas discrepancias. El doctor Barriga encuentra un aumento del 14% en la persona que sube de Barranquilla a Bogotá; nosotros encontramos únicamente un aumento del 6.5%.

En ningún momento queremos significar que los cálculos y fórmulas empleadas por el doctor Barriga estén errados, tratándose de una persona tan versada en las ciencias matemáticas. Solamente nos parece que quizás enfocó el tema desde un punto de vista diferente y que como éste no era el tema principal ni medular de su trabajo, no se extendió lo suficiente en la explicación de los cálculos para hacerlos entender de los que no trajinamos diariamente con las matemáticas.

Con esta debida aclaración, anotamos las discrepancias entre uno y otro estudio, donde nosotros tuvimos que servirnos de ciertos conceptos, que quizás para los cálculos del doctor Barriga Villalba no le eran necesarios.

1º—Para la fijación del oxígeno en la sangre lo importante es la composición del aire alveolar y no la del atmosférico, que son bien diferentes, puesto que la sangre se pone en contacto íntimo con el primero y no con el segundo.

2º—El oxígeno se combina químicamente con la hemoglobina para formar un nuevo producto, la oxihemoglobina, y esa combinación sigue las leyes de los gases que tienen afinidad química con el solvente (V. Gráf. 3) y no simplemente las que rigen la solución de los gases en los líquidos, que son muy distintas. Al leer al doctor Barriga nos parece que él consideró la absorción del oxígeno por la sangre como una simple solución en cualquier líquido, pues al referirse a este punto dice textualmente "basados rigurosamente en las leyes conocidas de *solubilidad de los gases*, podemos escribir la expresión final que nos indica el trabajo del corazón..., etc."

3º—Hay razones muy convincentes para creer que cuando una persona se traslada por un tiempo largo (semanas o meses) a un lugar de mayor altura, el organismo se aclimata y adapta a esas nuevas condiciones y existen mecanismos indirectos que hacen volver el corazón al trabajo primitivo que tenía cuando estaba a menor altura, conforme lo comentamos atrás.

Es lo más posible que el doctor Barriga no pensara en esa posibilidad y quizás jamás sus intenciones fueran avocar este problema, enteramente

distinto y ajeno a su trabajo. El comenta: "Esto significa, que el corazón en Bogotá, después de su aclimatación, aumenta en un 14% su energía potencial..., etc."

Y para el cálculo final del trabajo del corazón, dice: "Esta expresión es la siguiente:

$$"T = T_{76} \left( 2 - \frac{H'}{H} \frac{\sqrt{D}}{\sqrt{D'}} \right) "$$

"Esto quiere decir: El trabajo del corazón en una estación superior, es igual al trabajo del mismo corazón en el nivel del mar, aumentado en relación inversa de las presiones de la atmósfera y en relación directa de las raíces cuadradas de las densidades del aire".

Nosotros propondríamos substituir esta fórmula del doctor Barriga, por la deducida y estudiada en las páginas anteriores que es:

$$Z = \frac{T S}{S'} + \frac{mv^2}{2}$$

O sea:

El trabajo total del corazón ( $Z$ ) en una estación superior, es igual al trabajo ( $T$ ) del corazón en el lugar donde esté aclimatado, multiplicado por el índice de saturación ( $S$ ) de la hemoglobina con oxígeno en ese lugar de aclimatación, dividido por el índice de saturación ( $S'$ ) del lugar a donde se traslada y agregado del componente cinético  $\frac{mv^2}{2}$

En cuanto al estudio del doctor Francisco Gnecco Mozo, sobre el trabajo del corazón, nos permitimos hacer algunas observaciones.

a) El volumen sistólico no es en realidad una cantidad invariable que no pueda adaptarse a las circunstancias; puede ser constante, para el individuo, en determinadas condiciones estables. Pero cuando el organismo necesita mayor cantidad de sangre por unidad de tiempo, para cualquiera de sus requerimientos, v. gr., ejercicio físico exagerado, el volumen sistólico se adapta y aumenta. Houssay se refiere a este punto en los siguientes términos: "Además de la serie de variaciones del volumen ventricular durante un ciclo completo de la actividad cardíaca, es interesante tener una idea de las oscilaciones del volumen cardíaco en una serie de latidos, ya que, especialmente cuando obran circunstancias que modifican las condiciones del funcionamiento cardíaco, no todos los latidos presentan iguales tamaños sistólicos y diastólicos." Y más adelante dice: "Las variaciones del aflujo venoso producen variaciones paralelas del volumen ventricular medio. Si aumenta o disminuye el aporte venoso, aumenta o disminuye también el volumen ventricular medio, debido especialmente a variaciones del tamaño diastólico".

No compartimos, pues, la idea del doctor Gnecco cuando dice que el volumen sistólico es una constante invariable.

b) No hay razón ninguna para pensar que el trabajo del corazón permanezca invariable cuando el individuo gana altura en corto tiempo. Por el contrario, a medida que se asciende, tanto el oxígeno atmosférico como el alveolar van disminuyendo gradualmente y como la sangre es el único vehículo para movilizar este gas, tiene que reemplazar la disminución de éste, aumentando la velocidad circulatoria, cosa que acarrea necesariamente un aumento del trabajo cardíaco para movilizar un volumen mayor de sangre por minuto. En el individuo aclimatado el asunto es muy diferente porque hay medios indirectos para reemplazar el oxígeno faltante y quitarle ese exceso de trabajo al corazón, como lo sugerimos en páginas anteriores.

c) El doctor Gnecco Mozo llevó a cabo una excursión en funicular al cerro de Monserrate para observar lo que ocurría en el ascenso. Encontró que en 5 personas de las 6 que subieron había un aumento de 2 a 6 pulsaciones, y concluyó que un aumento tan pequeño no era de tenerse en cuenta y que eso probaba la igualdad de trabajo en la base y en la cima del cerro.

Nosotros no pensamos igual y nos pareció bien calcular los resultados del doctor Gnecco. Las deducciones tienen un valor muy relativo porque la subida al cerro tuvo más de paseo que de experimentación, pues casi todo se redujo a contar cuidadosamente las pulsaciones al pie y en lo alto del cerro.

Sabemos que en el trabajo del corazón intervienen tres factores principales que son: Presión arterial media, Volumen sistólico y Frecuencia. El doctor Gnecco afirma que las dos primeras son constantes e invariables y en cambio las pulsaciones sí aumentan; lógicamente el trabajo cardíaco debe aumentar proporcionalmente.

Estudiando los datos del experimento encontramos que en la base del cerro, el promedio de las pulsaciones de las seis personas es de 79 por minuto y en la cima de 83. Si consideramos que el valor más aproximado de la descarga ventricular es de 120 c.c. (conjunto de los dos ventrículos), el volumen de sangre movido por minuto en la base será de  $120 \times 79 = 9.480$  c.c. y el volumen movido en la cima será de  $120 \times 83 = 9.960$  c.c.

Con una simple proporción podemos encontrar el porcentaje de aumento del trabajo cardíaco. Decimos: si cuando mueve un volumen de 9.480 c.c. le asignamos un trabajo del 100%, cuando mueve 9.960 c.c. cuánto trabaja?

$$\frac{9.480}{100} = \frac{9.960}{X}$$

$X = 105\%$ , o sea que el trabajo es de un 5% mayor en la altura que en la base. No es pues tan despreciable el aumento del número de las pulsaciones, por pocas que éstas sean.

Si por curiosidad aplicamos la fórmula ya estudiada en anteriores páginas, para calcular el por-

centaje del aumento del trabajo cardíaco, sabiendo que en Bogotá, a 2.640 mts., el índice de saturación es del 92% y en la cima de Monserrate, a 3.150 mts., el índice es del 88%, resulta:

$$\frac{100 S}{S'} - 100 = \frac{100 \times 92}{88} - 100 = 4.5\%$$

Es sorprendente la similitud de los dos resultados y los experimentos del doctor Gnecco parecen como hechos expresamente para probar que la ecuación anterior se cumple con bastante exactitud y por consiguiente que el trabajo del corazón sí aumenta con la ascensión rápida en la atmósfera.

#### CONCLUSIONES

Del estudio del presente trabajo inferimos que:

1º—En las ascensiones más o menos rápidas, el corazón aumenta su trabajo en una proporción bien definida y calculable.

2º—Que después de algunas semanas el organismo se aclimata a la altura y el aumento de trabajo impuesto al corazón, va regresando paulatinamente hasta volver a su cifra normal.

3º—Que todos estos cálculos tienen valor cuando el individuo respira aire atmosférico en alturas comprendidas entre 0 mts. y 4.500 mts. aproximadamente, pues de allí para arriba ocurren perturbaciones fisiológicas y patológicas que impiden una adaptación satisfactoria por parte del organismo.

Bogotá, septiembre de 1953.

#### BIBLIOGRAFIA

- Barriga Villalba A. M.** — "El trabajo del corazón y la presión arterial media. De cómo el trabajo del corazón aumenta en las alturas". *Rv. Colg. Rosario*. Sep. 1936.
- Bateman Alfredo.** — "Caldas y el Hipsómetro". *Rev. Ciencias Exact. Fis. y Nat.* Junio 1952.
- Esguerra G. Gonzalo.** — "Question of cardiac hypertrophy in residents of high altitudes". *The Journal of the Amer. Med. Association*. Agst. 1948.
- Esguerra G. Gonzalo.** — "Importance of the relation between the anthropometric index and the transverse cardiac diameter for appraising the size of the heart". *Radiological Society of North Amerc.*
- Esguerra G. Gonzalo.** — "Estudios radiológicos para avaluar el tamaño del corazón en los individuos normales que viven en la ciudad de Bogotá". *Bolet. Clin. Marly*. Jun. 1945.
- Gnecco Mozo Francisco.** — "El trabajo del corazón en Bogotá".
- Gnecco Mozo Francisco.** — "Más sobre el trabajo del corazón en Bogotá". *Rev. Fac. Medic.* Mayo 1937.
- Trujillo G. Carlos.** — "Juicio crítico sobre un trabajo científico (El trabajo del corazón en Bogotá)". *Rev. Fac. Medic.* Junio 1936.
- Harry G. Armstrong.** — "Principles and practice of aviation Medicine".
- Chalmers Gemmill.** — "Physiology in aviation".
- War Department (U.S.A.).** — "Notes en physiology in aviation".
- J. Malmejac.** — "Medicine de l'aviation. Bases physiologiques et phlsiopatologiques".
- Cameron A. T.** — "Manual de bioquímica".
- Cristol Paul.** — "Précis de chimie biologique médical".
- E. Gley.** — "Traité de Physiologie".
- Ganot Manuevrier.** — "Traité de physique".
- H. Hedon.** — "Précis de Physiologie".
- L. Hugouenq.** — "Précis de chimie physiologique et pathologique".
- Magner-William.** — "A texbook of hematology".
- Polonowsky et Lespagnol.** — "Elements de chimie organique et biologique".
- Roger et Binet.** — "Traité de physiologie".
- Howell.** — "A texbook of physiology".
- Houssay.** — "Fisiología humana".
- Osgood.** — "Laboratory diagnosis".
- Gradwohl.** — "Clinical Laboratory".

# LA MODERNA "ALGEBRA DE LAS MAGNITUDES" COMO INSTRUMENTO DE BUSQUEDA EN LA FASE INDUCTIVA DE LA FISICA

## APLICACION AL ESTUDIO DE LA "RADIACION NEGRA"

POR CARLO FEDERICI  
de la U. N.

### SUMARIO

En el presente estudio queremos llegar a la fórmula de Planck  $Df = 8 \pi Pl Fr^3/Rm^3 (e^{PIFr/Bl Tm} - 1)$  en donde  $Df$  es la densidad energética específico-frecuencial monocromática,  $Fr$  es la frecuencia,  $Tm$  la temperatura absoluta,  $Rm$  la constante óptica de Roemer ( $3,00 \cdot 10^8$  mt sc),  $Bl$  la constante térmica de Boltzmann ( $1,38 \cdot 10^{-23}$  mt<sup>2</sup> sc<sup>-2</sup> Kg Kl<sup>-1</sup>),  $Pl$  la constante dinámica de Planck ( $6,62 \cdot 10^{-34}$  mt<sup>2</sup> sc<sup>-1</sup> Kg), usando como "instrumento de búsqueda" la moderna álgebra de las magnitudes, axiomatizada por el autor, y como "datos" los que tenía a disposición Planck en el año de 1900, es decir, la ley integral de Stefan,  $Df = St \cdot Tm^4$ ,  $et$ ,  $St =$  constante termóptica de Stefan  $= 7,57 \cdot 10^{-16}$  mt<sup>-1</sup> sc<sup>-2</sup> Kg Kl<sup>-4</sup> y las "isotermas" de Lummer-Pringsheim, imágenes geométricas de la ecuación  $Df = fn (Fr, Tm)$  siendo  $fn$  aún incógnita.

En el Cp 0 se busca dar una definición analítica y dimensional de las magnitudes que intervienen en el presente estudio, así como deducir, bajo las hipótesis más sencillas, las leyes que rigen cualquier tipo de radiación que satisfaga a los principios más generales de la física (1º y 2º principio de la termodinámica). Los fines que me empujaron a encabezar un estudio sobre "radiación negra" con un capítulo sobre definiciones elementales y principios fundamentales, son los siguientes:

- 0 tener listo el material "dimensional" para cuando se necesite durante la búsqueda que se desarrolla en los Cp sucesivos sin deber interrumpir la búsqueda misma para calcular las dimensiones de tal o tal otra magnitud.
- 1 llegar a poseer, de la manera más obvia, los coeficientes  $2$  y  $4 \pi$  que se demuestran fundamentales para la realización de la búsqueda misma.
- 2 presentar un paradigma, por cuanto me sea posible, completo, del tratamiento de una teoría con el álgebra de las magnitudes.

En el Cp 1 se demuestra cómo debían fracasar, necesariamente, los esfuerzos que los físicos del último cuarto del siglo XIX hicieron para demostrar, por una parte con el uso de la "termóptica ( $Rm, Bl$ )" o sea de la termóptica caracterizada por las constantes dimensionales  $Rm$  y  $Bl$  (óptica maxwelliana y térmica boltzmanniana) la ley de Stefan  $Dp = St \cdot Tm^4$ , y para buscar, de otra parte, la ley, analíticamente aún para determinar  $Df = fn (Fr, Tm)$ , pero geoméricamente expresada por las "isotermas" de Lummer-Pringsheim.

En el Cp 2 se demuestra cómo los físicos hubieran debido considerar, necesariamente, como termóptica, apta para explicar las experiencias, aquella caracterizada por las constantes dimensionales  $Rm, Bl, St$  (termóptica ( $Rm, Bl, St$ )) porque, en efecto, la misma lleva a la demostración de la ley de Stefan (en la forma  $Dp = Ad St Tm^4$  en donde  $Ad$  es una constante adimensional indeterminada) y no a una ley de tipo más general, y a la afirmación que la ley  $Df = fn (Fr, Tm)$  tiene que ser del tipo  $Df = Ad_1 Bl^{1/3} Fr^3/Rm^3 St^{1/3} pl (Ad Bl^{1/3} Fr/Rm St^{1/3} Tm)$  en donde  $Ad_1$  y  $Ad$  son dos constantes adimensionales indeterminadas y  $pl$  una función indeterminada también.

En el Cp 3 se busca, y se logra, simplificar los resultados obtenidos, y eliminar también las indeterminaciones numéricas  $Ad_1$  y  $Ad$ , encontradas durante la búsqueda desarrollada en el Cp 1, llegando a demostrar que la consideración de una termóptica caracterizada por las constantes dimensionales  $Rm, Bl, Pl^{**}$  ( $Pl^{**}$ , 2ª constante dinámica de Planck y tal que  $Pl^{**} = 3,55 \cdot 10^{-34}$  mt<sup>2</sup> sc<sup>-1</sup> Kg) nos lleva a la fórmula de Stefan en la forma  $Dp = 8 \pi Bl^4 Tm^4 / Rm^3 Pl^{**3}$ , y a la ley de distribución de la densidad energética específico-frecuencial monocromática en la forma (de Wien más especificada)

$Df = 8 \pi Ri Pl^{**} Fr^3/Rm^3 pl (Ri Pl^{**} Fr/Bl Tm)$  en donde todavía,  $pl$  queda para determinar y en donde  $Ri = (S_0^\infty x^3 dx/plx)^{1/3}$ .

En el Cp 4, finalmente, se logra demostrar que la nueva termóptica que interpreta óptimamente las experiencias es aquella determinada por las constantes dimensionales  $Rm, Bl, Pl$  ( $Pl$ , constante dinámica de Planck y tal que  $Pl = 6,62 \cdot 10^{-34}$  mt<sup>2</sup> sc<sup>-1</sup> Kg) y por la ley de distribución

$$Df = 8 \pi Pl Fr^3/Rm^3 (e^{Pl Fr/Bl Tm} - 1)$$

que es la llamada fórmula de Lummer-Planck.

En el Cp 5 se demuestra que la hipótesis cuantística "el número  $d Fc$ " de "frecuencias características" o "grados de libertad" de un sistema de ondas estacionarias electromagnéticas contenidas en una cavidad  $Cv$  a la temperatura absoluta  $Tm$  y de volumen  $Vl$  y relativas al campo espectral  $Fr \pm Fr + d Fr$  es igual a  $8 \pi Vl Fr^2 d Fr/Rm^3$  y la totalidad  $Fc$  de las mismas se distribuye en grupos de números  $Fcx$  iguales a

$$Fcx (1 - e^{-Pl Fr/Bl Tm}) e^{-x Pl Fr/Bl Tm}$$

caracterizados por el hecho de que cada grado perteneciente al grupo  $Fcx$  posee una energía  $Efx$  igual

a  $\alpha$ . *Pl Fr* siendo  $\alpha = 0, 1, 2, \dots$  = "nacida como proposición suficiente" para explicar las experiencias es también "proposición necesaria" porque deriva "necesariamente" (en el sentido lógico) de la interpretación de la fórmula de Lummer-Planck.

Por fin, en el Cp 6 se consignan en tablas los resultados obtenidos durante la búsqueda, y las expresiones, en términos de la nueva termóptica (*Rm, Bl, Pl*) de las ecuaciones encontradas durante el desarrollo de la misma (búsqueda), la relativa bibliografía y los diagramas.

Cp 0 Conceptos, definiciones, leyes fundamentales sobre "radiación".

Pr 00 Emisión monocromática y radiador puntiforme.

0 Sea *Rp* un radiador de energía radiante monocromática en el intervalo espectral longitudinal  $L_n \vdash L_n + dL_n$ , *Pc* un punto cualquiera distante *Rd* de *Rp*, *Un* un punto sobre la recta *Rp Pc* y distante 1 de *Rp*  $d^2 As$  un ángulo sólido de eje *Rp Pq* y de amplitud sólida  $d^2 As$ ,  $d^2 Ar$  y  $d^2 Ar_0$  dos secciones planas de  $d^2 As$  por *Pc*, la primera cualquiera y la segunda normal al eje *Rp Pc* de  $d^2 As$ , *Nr* y *Nr\_0* respectivamente las normales en *Pc* a  $d^2 Ar$  y  $d^2 Ar_0$ , así que *Nr\_0* coincide con la recta *Rp Pc*, y, por fin *Ap* el ángulo plano entre *Nr* y *Nr\_0* y de amplitud plana *Ap*.

1 Si  $d^4 El^*$  es la energía radiante monocromática en el intervalo  $L_n \vdash L_n + dL_n$ , emitida por *Rp*, y que pasa a través de  $d^2 Ar$  durante la duración *d Dr*, entonces se pone por definición que  $d^2 Fl$  (que es igual al flujo

10 monocromático específico-longitudinal" en el intervalo espectral  $L_n \vdash L_n + dL_n$ , según la dirección *Nr*, a través de la superficie  $d^2 Ar$ ) =  $d^4 El^*/d Dr \cdot d Ln$  de donde se deduce que  $d^4 El^* = d^2 Fl \cdot d Dr \cdot d Ln$  y dimensionalmente tenemos que  $fl$  = energía/duración longitud =  $ln^2 dr^{-2} mi/dr ln = ln dr^{-3} mi$  y entonces que  $fl = ln dr^{-3} mi$ .

11 *Il* (que es igual a la "irradiación monocromática específico-longitudinal", en el intervalo espectral  $L_n \vdash L_n + dL_n$ , según la dirección *Nr\_0*, sobre la superficie  $d^2 Ar$ ) =  $d^2 Fl/d^2 Ar$  de donde se deduce que  $d^2 Fl = Il d^2 Ar$  de donde se deduce que  $d^4 El^* = Il d^2 Ar d Dr d Ln$  y dimensionalmente tenemos que  $il$  = flujo específico/área =  $ln dr^{-3} mi/ln^2 = ln^{-1} dr^{-3} mi$  y entonces que  $il = ln^{-1} dr^{-3} mi$ .

12 *El* (que es igual a la emitividad monocromática específico longitudinal en el intervalo espectral  $L_n \vdash L_n + dL_n$ , según la dirección *Nr\_0*) =  $d^2 Fl/d^2 As$  de donde se deduce que  $d^2 Fl = El d^2 As$  de donde se deduce que  $d^4 El^* = El d^2 As \cdot d Dr \cdot d Ln$ , y además que  $El d^2 As = Il d^2 Ar$  o también que  $Il = El d^2 As/d^2 Ar$  y dimensionalmente tenemos que  $el$  = flujo específico/amplitud sólida =  $ln dr^{-3}$

$mi/ap^2 = ln ap^{-2} dr^{-3} mi$  y entonces que  $el = ln ap^{-2} dr^{-3} mi$ .

13 Es conveniente notar que *El* depende de la naturaleza de *Rp*, de las condiciones que hacen de *Rp* un radiador, de la dirección de *Nr* y, por fin, de la longitud de onda *L<sub>n</sub>*.

2 Recordando que  $cs Ap \cdot d^2 Ar = d^2 Ar_0 = Rd^2 d^2 As/rd^2$  se deduce que  $Il = d^2 Fl/d^2 Ar = d^2 Il/(Rd^2 d^2 As/rd^2 cs Ap) = (d^2 Fl/d^2 As) (cs Ap \cdot rd^2/Rd^2) = El rd^2 cs Ap/Rd^2$  o sea que  $Il = El rd^2 cs Ap/Rd^2$  que es la primera ley del coseno o de Lambert (Juan Enrico; Mulhausen 1728, Berlin 1777)-Leslie (Juan; Largo 1766, Edimburgo 1832) para el caso de una emisión monocromática y generalización de la ley del "cuadrado" de Kepler (Juan; Weil 1571, Ratisbona 1630).

Pr 01 Emisión pancromática y radiador puntiforme.

0 Si  $d^3 Ep^*$  es la energía pancromática emitida por *Rp*, en el intervalo espectral  $0 - \infty$ , y que pasa a través de  $d^2 Ar$ , durante la duración *d Dr*, entonces se pone, por definición

00  $d^2 Fp$  (que es igual al flujo pancromático, en el intervalo espectral  $0 - \infty$ , según la dirección *Nr\_0*, a través de la superficie  $d^2 Ar$ ) =  $d^3 Ep^*/d Dr$  de donde se deduce que  $d^3 Ep^* = d^2 Fp \cdot d Dr$  y dimensionalmente tenemos que  $fp$  = energía/duración =  $ln^2 dr^{-2} mi/dr = ln^2 dr^{-3} mi$  y entonces que  $fp = ln^2 dr^{-3} mi$ .

01 *Ip* (que es igual a la irradiación pancromática, en el intervalo espectral  $0 - \infty$ , según la dirección *Nr\_0*, sobre la superficie  $d^2 Ar$ ) =  $d^2 Fp/d^2 Ar$  de donde se deduce que  $d^2 Fp = Ip \cdot d^2 Ar$  y entonces que  $d^3 Ep^* = Ip \cdot d^2 Ar d Dr$  y dimensionalmente tenemos que  $ip$  = flujo pancromático/área =  $ln^2 dr^{-3} mi/ln^2 = dr^{-3} mi$  y entonces que  $ip = dr^{-3} mi$ .

02 *Ep* (que es igual a la emitividad pancromática en el intervalo espectral  $0 - \infty$ , según la dirección *Nr\_0*) =  $d^2 Fp/d^2 As$  de donde se deduce que  $d^2 Fp = Ep \cdot d^2 As$  y entonces que  $d^3 Ep^* = Ep \cdot d^2 As \cdot d Dr$  y además que  $Ip d^2 Ar = Ep d^2 As$  o también que  $Ip = Ep d^2 As/d^2 Ar$  y dimensionalmente tenemos que  $ep$  = flujo pancromático/amplitud sólida =  $ln^2 dr^{-3} mi/ap^2 = ln^2 ap^{-2} dr^{-3} mi$  y entonces que  $ep = ln^2 ap^{-2} dr^{-3} mi$ .

1 Análogamente al 00.2 podemos deducir que  $Ip = Ep rd^2 cs Ap/Rd^2$  que es la primera ley del coseno o de Lambert-Leslie en el caso de una emisión pancromática, y generalización de la ley del "cuadrado" de Kepler.

2 Como la energía radiante de un haz pancromático es la suma de las energías monocromáticas que competen a cada intervalo espectral  $L_n \vdash L_n + dL_n$  cuando  $L_n$  varía en el intervalo  $0 - \infty$  así podemos deducir que  $d^3 Ep^* = S_0^\infty d^4 El^*$  variando  $L_n$ .

20 Por la relación  $d^3 Ep^* = S_0^\infty d^4 El^*$  variando  $Ln$  se deduce que  $d^2 Fp = d^3 Ep^*/d Dr = (S_0^\infty d^4 El^*)/d Dr = S_0^\infty (d^4 El^*/d Dr) = S_0^\infty (d^2 Fl d Dr d Ln/d Dr) = S_0^\infty d^2 Fl d Ln$  o sea que  $d^2 Fp = S_0^\infty d^2 Fl d Ln$  y por este motivo el flujo pancromático,  $d^2 Fp$ , se llama también flujo integral o total.

21 Es conveniente notar que la proporcionalidad de  $d^2 Fl d Ln$  a  $d Ln$  está suficientemente satisfecha hasta a  $d Ln$  tal que  $d Ln = 10^{-8}$  mt para un espectro continuo  $d Ln = 10^{-13}$  mt para un espectro de rayas.

22 Por la relación  $d^2 Fp = S_0^\infty d^2 Fl d Ln$  se deduce que  $Fp = d^2 Fp/d^2 Ar = (S_0^\infty d^2 Fl d Ln)/d^2 Ar = S_0^\infty (d^2 Fl/d^2 Ar) d Ln = S_0^\infty Il d Ln$  o sea que  $Ip = S_0^\infty Il d Ln$  y por este motivo la irradiación pancromática,  $Ip$ , se llama también irradiación integral o total.

23 Por la relación  $d^2 Fp = S_0^\infty d^2 Fl d Ln$  se deduce que  $Ep = d^2 Fp/d^2 As = (S_0^\infty d^2 Il d Ln)/d^2 As = S_0^\infty (d^2 Fl/d^2 As) d Ln = S_0^\infty El d Ln$  o sea que  $Ep = S_0^\infty El d Ln$  y por este motivo la emitividad pancromática  $Ep$  se llama también emitividad integral o total.

Pr 02 Emisión monocromática y radiador extenso.

0 Sea  $Re$  un radiador extenso de energía radiante,  $Pr$  un punto del mismo,  $d^2 Ar^*$  un elemento superficial de  $Re$  que contenga a  $Pr$ ,  $Nr^*$  la normal en  $Pr$  a  $d^2 Ar^*$ ,  $Po$  un punto cualquiera distante  $Rd$  de  $Pr$ ,  $Un$  un punto sobre la recta  $Pr Pc$  y distante 1 de  $Pr$ ,  $d^2 As$  un ángulo sólido de eje  $Pr Pc$  y de amplitud sólida  $d^2 As$ ,  $d^2 Ar$  una sección plana de  $d^2 As$  por  $Pc, Nr$  la normal a  $d^2 Ar$  en  $Pc, Ap$  el ángulo plano entre  $Nr_0$  y  $Nr$ ,  $Ap^*$  el ángulo plano entre  $Nr^*$  y  $Nr_0$  siendo  $Nr_0$  otro nombre de la recta  $Pr Pc$ .

1 Si  $d^6 El^*$  es la energía radiante monocromática en el intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$ , emitida por  $d^2 Ar^*$ , y que pasa a través de  $d^2 Ar$ , durante la duración  $d^4 Dr$ , entonces se pone por definición

10  $d^4 Fl$  (que es igual al flujo monocromático específico longitudinal en el intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$ , emitido por  $d^2 Ar^*$ , según la dirección  $Nr_0$ , a través de la superficie  $d^2 Ar$ ) =  $d^6 El^*/d Dr \cdot d Ln$  de donde se deduce que  $d^6 El^* = d^4 Fl \cdot d Dr \cdot d Ln$  y dimensionalmente tenemos que  $fl = \text{energía/duración} \cdot \text{longitud} = \text{ln}^2 \text{ dr}^{-2} \text{ mi/dr ln} = \text{ln dr}^{-3} \text{ mi}$  y entonces que  $fl = \text{ln dr}^{-3} \text{ mi}$ .

11  $Bl$  (que es igual a la brillantez monocromática específico longitudinal en el intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$ , de  $Re$  en  $Pr$  según la dirección  $Nr_0$ ) =  $d^4 Fl/cs Ap^* d^2 Ar^* d^2 As$  de donde se deduce que  $d^4 Fl = Bl cs Ap^*$

$d^2 Ar^* d^2 As$  y entonces que  $d^6 El^* = Bl cs Ap^* \cdot d^2 Ar^* \cdot d^2 As \cdot d Dr \cdot d Ln$  y dimensionalmente tenemos que  $bl = \text{flujo específico/área} \cdot \text{amplitud sólida} = \text{ln dr}^{-3} \text{ mi/ln}^2 \text{ ap}^2 = \text{ln}^{-1} \text{ ap}^{-2} \text{ dr}^{-3} \text{ mi}$  y entonces que  $bl = \text{ln}^{-1} \text{ ap}^{-2} \text{ dr}^{-3} \text{ mi}$ .

12  $El$  (que es igual a la emitencia monocromática específico longitudinal en el intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$ , de  $Re$  en  $Pr$ ) =  $(S_{st}^2 d^4 Fl)/d^2 Ar^*$  (en donde la integral doble  $S_{st}^2$  se refiere al espacio irradiado  $S_i$ ) de donde se deduce que  $S_{st}^2 d^4 Fl = El \cdot d^2 Ar^*$  y dimensionalmente tenemos que  $el = \text{flujo específico/área} = \text{ln dr}^{-3} \text{ mi/ln}^2 = \text{ln}^{-1} \text{ dr}^{-3} \text{ mi}$  y entonces que  $el = \text{ln}^{-1} \text{ dr}^{-3} \text{ mi}$ .

2 Por la relación  $d^2 Ar = Rd^2 d^2 As/rd^2 cs Ap$  se deduce que  $d^4 Fl = Bl cs Ap^* d^2 Ar^* d^2 As = Bl cs Ap^* d^2 Ar^* (d^2 Ar rd^2 cs Ap/Rd^2) = Bl rd^2 cs Ap^* cs Ap d^2 Ar^* d^2 Ar/Rd^2$  o sea que  $d^4 Fl = Bl rd^2 cs Ap^* cs Ap d^2 Ar^* d^2 Ar/Rd^2$  y como en primera aproximación, para sólidos y líquidos incandescentes,  $Bl$  es independiente de  $Ap^*$  se deduce que " $d^4 Fl$  es proporcional directamente a  $cs Ap^*$ " que es la segunda ley del coseno o de Lambert-Leslie en el caso de irradiación monocromática.

3 Si vale la segunda ley de Lambert-Leslie (independencia de  $Bl$  de  $Ap^*$ ) se deduce que  $El = (S_{st}^2 d^4 Fl)/d^2 Ar^* = S_{st}^2 (Bl cs Ap^* d^2 Ar^* d^2 As/d^2 Ar^*) = S_{st}^2 Bl cs Ap^* d^2 As = S_{\pi}^2/2 Bl cs Ap^* 2\pi sn Ap^* (d Ap^*/rd) rd^2 = (\pi rd^2/2) S_{\pi}^2/2 Bl sn 2 Ap^* d 2 Ap^*/rd = (\pi rd^2 Bl/2) S_{\pi}^0 d cs An = (\pi rd^2 Bl/2) |_{\pi}^0 cs An = (\pi rd^2 Bl/2) (1 + 1) = \pi Bl rd^2$  o sea que  $El = \pi Bl rd^2$ , y no  $El = \pi Bl$  como de costumbre.

Pr 03 Emisión pancromática y radiador extenso.

0 Si  $d^5 Ep^*$  es la energía radiante pancromática, en el intervalo espectral  $0 - \infty$ , emitida por  $d^2 Ar^*$ , que pasa a través de  $d^2 Ar$ , durante la duración  $d Dr$ , entonces se pone por definición

00  $d^4 Fp$  (que es igual al flujo pancromático en el intervalo espectral  $0 - \infty$  emitido por  $d^2 Ar^*$ , según la dirección  $Nr_0$ , a través de  $d^2 Ar$ ) =  $d^5 Ep^*/d Dr$  de donde se deduce que  $d^5 Ep^* = d^4 Fp \cdot d Dr$  y dimensionalmente tenemos que  $fp = \text{energía/duración} = \text{ln}^2 \text{ dr}^{-2} \text{ mi/dr} = \text{ln}^2 \text{ dr}^{-3} \text{ mi}$  o sea que  $fp = \text{ln}^2 \text{ dr}^{-3} \text{ mi}$

01  $Bp$  (que es igual a la brillantez pancromática en el intervalo espectral  $0 - \infty$ , de  $Re$  en  $Pr$ , según la dirección  $Nr_0$ ) =  $d^4 Fp/cs Ap^* d^2 Ar^* \cdot d^2 As$  de donde se deduce que  $d^4 Fp = Bp cs Ap^* d^2 Ar^* d^2 As$  y entonces que  $d^5 Ep^* = Bp cs Ap^* d^2 Ar^* d^2 As \cdot d Dr$  y dimensionalmente tenemos que  $bp = \text{flujo/área} \cdot \text{amplitud sólido} = \text{ln}^2 \text{ dr}^{-3} \text{ mi/ln}^2 \text{ ap}^2 = \text{ap}^{-2} \text{ dr}^{-3} \text{ mi}$  y entonces que  $bp = \text{ap}^{-2} \text{ dr}^{-3} \text{ mi}$ .

02  $E_p$  (que es igual a la emitencia pancromática en el intervalo espectral  $0 - \infty$ , de  $Re$  en  $Pr$ )  
 $= (S_{21}^2 d^4 F_p) / d^2 Ar^*$  de donde se deduce que  
 $S_{21}^2 d^4 F_p = E_p \cdot d^2 Ar^*$  y dimensionalmente  
tenemos que  $ep = \text{flujo/área} = \text{ln}^2 dr^{-3} \text{ mi} / \text{ln}^2$   
 $= dr^{-3} \text{ mi}$ .

1 Análogamente al 02.2 podemos deducir que  
 $d^4 F_p = B_p r d^2 cs Ap^* cs Ap d^2 Ar^* d^2 Ar / R d^2$   
y como en primera aproximación para sólidos  
y líquidos incandescentes  $B_p$  es independiente  
de  $Ap^*$ , se deduce que " $d^4 F_p$  es proporcional  
a  $cs Ap^*$ ", que es la segunda ley de Lambert-  
Leslie en el caso de radiación pancromática.

2 Análogamente al 02.3 si vale la segunda ley de  
Lambert-Leslie (independencia de  $B_p$  de  $Ap^*$ )  
se deduce que  $E_p = \pi B_p r d^2$  y no  $E_p = \pi B_p$ .

3 Como la energía radiante de un haz pancro-  
mático es la suma de las energías monocro-  
máticas que competen a cada intervalo espec-  
tral  $Ln \vdash Ln + d Ln$  al variar de  $Ln$  en el  
intervalo  $0 - \infty$ , así se deduce que  $d^5 Ep^* =$   
 $S_0^\infty d^6 El^*$  variando  $Ln$ .

30 Por la relación,  $d^5 Ep^* = S_0^\infty d^6 El^*$  varian-  
do  $Ln$ , se deduce que  $d^4 F_p = d^5 Ep^* / d Dr =$   
 $(S_0^\infty d^6 El^*) / d Dr =$   
 $S_0^\infty (d^4 Fl d Dr d Ln / d Dr) =$   
 $S_0^\infty d^4 Fl d Ln$ , o sea que,  
 $d^4 F_p = S_0^\infty d^4 Fl \cdot d Ln$  y por este motivo el  
flujo pancromático  $F_p$  se llama también flujo  
integral total.

31 Por la relación  $d^4 F_p = S_0^\infty d^4 Fl d Ln$  se  
deduce que  $B_p = d^4 F_p / d^2 Ar^* d^2 As cs Ap^*$   
 $= (S_0^\infty d^4 Fl \cdot d Ln) / d^2 Ar^* d^2 As cs Ap^*$   
 $= S_0^\infty (d^4 Fl / cs Ap^* d^2 Ar^* d^2 As) \cdot d Ln$   
 $= S_0^\infty Bl \cdot d Ln$  o sea que  $B_p = S_0^\infty Bl \cdot d Ln$   
y por este motivo la brillantez pancromática  
se llama también brillantez integral o total.

32 Por la relación  $d^4 F_p = S_0^\infty d^4 Fl \cdot d Ln$  se  
deduce que  $E_p = (S_{21}^2 d^4 F_p) / d^2 Ar^*$   
 $= (S_{21}^2 \int_0^\infty S d^4 Fl d Ln) / d^2 Ar^*$   
 $= S_0^\infty [(S_{21}^2 d^4 Fl) / d^2 Ar^* \cdot d Ln]$   
 $= S_0^\infty El \cdot d Ln$  o sea que  $E_p = S_0^\infty El \cdot d Ln$   
y por este motivo la emitencia pancromática  
se llama también emitencia integral o total.

Pr 04 Emisión y absorción térmica.

0 Todo cuerpo en cuanto no tenga temperatura  
absoluta igual a cero emite energía radiante  
y es, luego, un "radiador", y siempre y cuando  
no se encuentre solo en el espacio, recibe  
energía radiante de otros cuerpos y es, pues,  
un "ceptor".

Fijado un radiador, el estado de su super-  
ficie, la naturaleza del medio que lo circunda,  
entonces la radiación que el mismo emite  
depende de su temperatura, aunque pueda  
depender también de otros factores como en  
el caso de la fluorescencia, de la fosfores-

cencia. Es difícil enumerar "todos" los facto-  
res que deben excluirse para que la emisión  
de energía radiante de un radiador sea "pu-  
ramente térmica" que sea, a saber, función de  
la sola temperatura del radiador que la emite.

1 Termodinámicamente se define como emisión  
puramente térmica aquella de un radiador  
cuyo estado interno puede mantenerse invari-  
ado (no obstante la pérdida de energía ra-  
diante emitida) suministrándole energía tér-  
mica (por medio de un conveniente calorí-  
metro-termostato).

En este sentido se dice que la emisión pu-  
ramente térmica es mantenida a expensas de  
la energía cedida al radiador isoterma, y el  
radiador mismo se dice "puramente térmico".

2 Si un radiador  $Re$  es puramente térmico el  
flujo de energía radiante que de cada ele-  
mento  $d^2 Ar^*$  de su superficie se propaga  
en el semiespacio irradiado  $Si$  debe pensar-  
se que es producido por el radiador a expen-  
sas de una igual cantidad de energía térmica,  
y fijada la naturaleza de  $Re$ , el estado de su  
superficie, el medio en que sucede la emisión,  
el intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$  de  
la radiación, entonces la energía radiante  
emitida tiene que depender de la tempera-  
tura absoluta  $T_m$  del mismo  $Re$ .

3 Se indica con  $d^6 El^*$  la energía radiante  
emitida por  $d^2 Ar^*$  en la dirección  $Nr_0$ , en  
el ángulo sólido  $d^2 As$ , en el intervalo espec-  
tral  $Ln \vdash Ln + d Ln$ , durante la duración  
 $d Dr$ , entonces  $d^6 El^*$  se puede expresar, aná-  
logamente a como vimos en 02.11 según la  
fórmula

$$d^6 El^* = Bl cs Ap^* d^2 Ar^* d^2 As d Ln d Dr$$

de manera que si vale la segunda ley de  
Lambert-Leslie  $Bl$  viene a medir la bri-  
llanza monocromática de  $Re$  en  $Pr$  según  
la dirección  $Nr_0$ , en el intervalo espectral  
 $Ln \vdash Ln + d Ln$  y la emitencia monocro-  
mática en el intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$   
de  $Re$  en  $Pr$ , si se indica con  $El$ , es ligada  
a  $Bl$ , como ya vimos en 0. según la fórmula  
 $El = \pi Bl r d^2$ . La brillantez  $Bl$  y la emiten-  
cia  $El$ , monocromáticas, competen al ele-  
mento  $d^2 Ar^*$  de superficie de  $Re$ , pero como  
la energía radiante emitida se supone "crea-  
da" en  $Re$  a expensas de una igual cantidad  
de energía térmica cedida a  $Re$ , se sigue que  
 $Bl$  y  $El$  se llamen también brillantez y emi-  
tencia monocromáticas de  $Re$ , y por una  
emisión puramente térmica, fijada la natura-  
leza de  $Re$ , el estado de superficie,  $Bl$  y  $El$   
tiene que ser funciones solamente de  $Ln$  y  
de  $T_m$ .

4 Sobre el elemento  $d^2 Ar$  de superficie de  
unceptor  $Ac$ , incida un haz de rayos de  
un ángulo sólido  $d^2 As$  cuyo eje  $Nr_0$  forme

con la normal  $Nr$  a  $d^2 Ar$  el ángulo plano  $Ap$ , y cuyo intervalo espectral sea  $Ln \pm d Ln$ . De la energía radiante incidente  $d Ei$ , durante la duración  $d Dr$  sobre  $d^2 Ar$ , una parte  $d Ea$  penetra en  $Ac$  y la otra  $d Er$  se refleja, más o menos regularmente según el estado de la superficie  $d^2 Ar$ .

Si se supone que  $Ac$  sea ni turbio ni transparente y de espesor suficiente para poder concluir que la energía radiante  $d Ea$  penetrada en  $Ac$  a través de  $d^2 Ar$  sea integralmente absorbida y transformada en energía de otra especie, entonces por el principio de conservación de la energía tenemos que  $d Ei = d Ea + d Er$  de donde se deduce que  $1 = d Ea/d Ei + d Er/d Ei = Ab + Rf = 1$  en donde  $Ab$  y  $Rf$  son los factores de absorción y de reflexión o, mejor, la absorbibilidad y reflexividad del elemento  $d^2 Ar$  en el intervalo espectral  $Ln \pm d Ln$ , bajo el ángulo de incidencia  $Ap$ .

5 Si la absorción es puramente térmica entonces  $d Ea$  se transforma completamente en energía térmica dentro de  $Ac$  así que  $d Ea$  es la cantidad de energía térmica que por medio de un calorímetro-termostato necesita restar a  $Ac$  al que pertenece  $d^2 Ar$ , para que el mismo se mantenga isoterma, y por este motivo  $Ab$  se llama también "absorbibilidad de  $Ac$ ". Resulta que  $Ab$  y  $Rf$  son independientes de la intensidad del haz incidente  $d Ei$ , pero dependen del ángulo de incidencia  $Ap$  de la longitud de onda  $Ln$ , de la temperatura absoluta  $Tm$ .

6 Si recordamos que en la reflexión vítrea la luz reflejada es polarizada, más o menos completamente en el plano de incidencia y que la parte de energía incidente que se refleja es mayor para la energía incidente que compete a las vibraciones del vector eléctrico, que se realizan normalmente al plano de incidencia, entonces podemos afirmar que  $Ab$  y  $Rf$  además de depender de  $Ap$ , de  $Ln$ , de  $Tm$ , como ya vimos, tienen que depender también del plano de polarización del haz incidente, o, en otras palabras,  $Ab$  y  $Rf$  son funciones, además de  $Ap$ , de  $Ln$ , de  $Tm$ , también del plano de vibración que se considera.

7 En la emisión puramente térmica el flujo de energía que sale de  $d^2 Ar^*$  es debido a una transformación de energía térmica que sucede en el "interior" de  $Re$  de manera que el flujo radiante que sale de  $d^2 Ar^*$  proviene del interior de  $Re$  después de una refracción a través de  $d^2 Ar^*$ ; se sigue que de  $d^2 Ar^*$  sale en mayor cantidad energía radiante cuyas vibraciones eléctricas pertenezcan al plano de incidencia.

El porcentaje de energía que puede salir de  $d^2 Ar^*$  bajo un ángulo  $Ap^*$  depende en

tonces del estado de polarización así que siendo la energía emitida por  $d^2 Ar^*$  más o menos polarizada se deduce que  $Bl$ , como  $Ab$  y  $Rf$  tiene que depender del plano de vibración que se considera.

8 El elemento de superficie  $d^2 Ar$  de un aceptor  $Ac$  se dice "negro" con respecto a una determinada 4-pla de valores (siendo  $Pl$  un parametro que fija el plano de polarización)  $Ln, Tm, Ap, Pl$  si por la 4-pla misma resulta que  $Ab = 1$  y de consecuencia  $Rf = 0$ .

Un  $Ac$  cuya superficie es "negra" y dentro del cual la energía radiante penetrada se transforme íntegramente en energía térmica se llama "cuerpo negro" o, mejor, "radiador negro".

Si se considera una cavidad  $Cv$  cuyas paredes sean bien opacas y ennegrecidas con "negro de humo" o "negro de platino" y que tenga un pequeño hoyo  $Hy$ , entonces todas las radiaciones que penetran en  $Cv$  por  $Hy$  son absorbidas por las paredes o a la primera incidencia o después de algunas reflexiones y la parte de energía que puede salir de  $Hy$  es absolutamente despreciable; se sigue que el área de  $Hy$  es perfectamente negra por cada longitud de onda, bajo cualquier ángulo de incidencia, por cualquier estado de polarización, por cualquier temperatura, de manera que  $Hy$  realiza una  $d^2 Ar$  perfectamente negra.

Pr 05 Termodinámica y emisión puramente térmica.

0 Según la definición de "emisión puramente térmica" la emisión de energía radiante se hace a expensas de una igual cantidad de energía térmica, es decir que está satisfecho el primer principio de la termodinámica.

1 Si en una cavidad  $Cv$ , con paredes  $Pr$  perfectamente reflejantes, se encuentran dos cuerpos  $Cr_1$  y  $Cr_2$ , capaces de cambiar energía térmica por energía radiante, y, a menos de  $Cr_1$ , y de  $Cr_2$ ,  $Cv$  es perfectamente vacía entonces el  $Cr$  a temperatura más baja se calienta a expensas de la energía emitida por el cuerpo a temperatura más alta, que a su vez se enfría hasta alcanzar un estado de equilibrio cuando  $Cr_1$  y  $Cr_2$  tengan la misma temperatura.

Nunca se pudo observar que tal sistema a partir de este estado de equilibrio diera lugar a una transformación espontánea con el resultado de que uno de los dos  $Cr$  se calentara a expensas de la energía térmica del otro, es decir que está satisfecho el 2º principio de la termodinámica.

2 Considérese una cavidad  $Cv$  que contenga, eventualmente, cuerpos  $Cr_1$  y  $Cr_2, \dots$  y que por lo demás esté vacía y tal que sus paredes

*Pr*, impermeables a la energía radiante, y los *Cr* se encuentren a la misma temperatura *Tm*.

En un punto cualquiera *Pc* de *Cv* introduzcase un termómetro capaz de absorber, por lo menos en parte, la energía radiante que sobre el mismo incide, cualquiera sea la longitud de onda *Ln*.

Este termómetro, que conviene tenga prontitud máxima y capacidad térmica mínima, acabará por marcar, él también, la temperatura *Tm*, absorbiendo o emitiendo energía radiante hasta llegar, precisamente, a la temperatura *Tm* de régimen constante. En estas condiciones la *Cv* se encuentra en equilibrio termodinámico a la temperatura *Tm* y es atravesada por "radiación puramente térmica" que la recorre en todas direcciones y en todos sentidos y que es producida por la paredes de *Cv* o por los cuerpos *Cr* o, también, por los termómetros usados para asegurarse del equilibrio térmico alcanzado.

- 3 Si  $d^5 I^*$  (que es igual a  $d^6 E^*/d Dr$ ) es el flujo de energía radiante monocromática en el intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$ , polarizada en el plano *Pl*, relativo a la superficie  $d^2 Ar$  y al ángulo sólido  $d^2 As$  cuyo eje *Nr* es normal a  $d^2 Ar$  en *Pc* entonces  $d^5 I^* = I^* d^2 Ar d^2 As d Ln$  y el coeficiente *I* se llama "irradiación monocromática específico-longitudinal en el punto *Pc* en la dirección *Nr*, en el intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$  y en el plano de polarización *Pl*."
- 4 En las condiciones de equilibrio térmico  $I^*$  tiene que ser constante con respecto a la duración en todos los *Pc* de *Cv*, por cualquiera dirección y sentido, por cualquier plano de polarización, y una tal distribución uniforme de radiación se dice "isótropa", y como  $I^*$  tiene que ser independiente de la naturaleza de las paredes de *Cv* se puede concluir que  $I^*$  tiene que ser función de *Ln* y de *Tm* únicamente.
- 5 Si la radiación en *Cv* no es polarizada entonces el flujo  $d^5 Fl$  de energía radiante "natural" es el doble del flujo de energía polarizada de manera que  $d^5 Fl = 2 d^5 Fl^* = 2 I^* d^2 Ar d^2 As d Ln = I d^2 Ar d^2 As d Ln$  y si el medio que llena la cavidad *Cv* es un cuerpo transparente isótropo, de índice de refracción *Rr*, entonces  $I_{Rr} = Rr^2 I$ .

En efecto, si se considera el mismo ángulo sólido  $D^2 As$ , el mismo intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$ , la misma duración  $d Dr$  y las dos secciones normales al eje de  $d^2 As$ ,  $d^2 Ar_v$ ,  $d^2 Ar$  distantes respectivamente  $Rm_v d Dr$  y  $Rm_m d Dr$  de *Pc*, siendo  $Rm_v$  y  $Rm_m$  las velocidades de la radiación respectivamente en el vacío y en el medio, y siendo entonces  $Rr_{que} = Rm_v/Rm_m$  el índice de refracción

absoluto del medio tenemos que

$$\begin{aligned} I_v d^2 Ar_v d^2 As d Ln d Dr &= d^6 E^* \\ &= I_m d^2 Ar_m d^2 As d Ln d Dr \end{aligned}$$

de donde se deduce que

$$I_v d^2 Ar_v = I_m d^2 Ar_m \text{ y entonces que}$$

$$I_m = I_v (d^2 Ar_v/d^2 Ar_m) = I_v (Rm_v/Rm_m) = I_v Rr^2 \text{ o sea que } I_m = I_v \cdot Rr^2.$$

- 6 Las demostraciones satisfactorias de las propiedades de *I* son delicadas, pero, en conclusión, se trata de probar que toda anisotropía de *I*, toda dependencia de *I* de la naturaleza de las paredes *Pr* de *Cv*,... permitiría crear en *Cv*, supuesta inicialmente en equilibrio térmico, diferencias de temperatura lo que estaría en contradicción con el 2º principio de la termodinámica.

#### Pr 06 Densidad de radiación.

- 0 En las condiciones de equilibrio termodinámico, en el vacío, sea  $d^3 Vl$  un elemento de volumen alrededor de un punto *Pc* cualquiera de *Cv* y contenido en *Cv*. Divídase  $d^3 Vl$  en *mb* elementos de base  $d^2 Ar$  y de espesor  $d Es$ . Por la base relativa a *Es* el flujo relativo al ángulo sólido  $d^2 As$  es igual a  $I^* d^2 As d Ar cs Ap d Ln$  supuesto polarizado, por ejemplo, en el plano del dibujo.

- 1 Este flujo atraviesa la base relativa a *Sp* con velocidad *Rm* de manera que la energía radiante que "llena" el sub-elemento  $D^2 Ar d Es$  y proporcionada por el haz de intensidad constante  $I^*$  que *ln* atraviesa según la dirección *Nr* es igual a  $I^* d^2 As d^2 As cs Ap d Ln (d Es/Rm cs Ap)$  de manera que la energía radiante que "llena" el subelemento  $d^2 Ar d Es$  y que es proporcionada por todos los haces que lo atraviesan en todas las direcciones es igual a  $S (I^* d^2 Ar d Ln d Es/Rm) d^3 As$  que es igual a  $4 \pi I^* d^2 Ar d Ln d Es/Rm$  de manera que la energía radiante "natural" (y no "polarizada" en un determinado plano de polarización) contenida en el elemento de volumen  $d^3 Vl$  es tal que

$$\begin{aligned} d^4 El &= 2 S (4 \pi I^* d Ln/Rm) (d^2 Ar d Es) \\ &= 8 \pi I^* d Ln d^3 Vl/Rm \end{aligned}$$

- 2 Es entonces natural definir como "densidad energética monocromática específico-longitudinal" la función *Dl* de *Ln* y de *Tm* tal que  $Dl = d^4 El/d^3 Vl d Ln = 8 \pi I^*/Rm$  y en un medio de índice de refracción absoluto *Rr*  $Dl_m = Rr^2 \cdot Dl = 8 \pi I^* Rr^2/Rm$  y como "densidad energética integral o total o pancromática la función *Dp* de *Tm* tal que  $Dp = (8 \pi/Rm) S_0^{\infty} I^* \cdot d Ln$

#### Pr 07 Leyes sobre "radiador negro".

- 0 Sea  $d^2 Ar^*$  un elemento de superficie de un cuerpo *Cr* o, también, de la pared *Pr* de

una cavidad  $Cv$  en que  $Cr$  está encerrado, cavidad en equilibrio a la temperatura  $Tm$ . Si se considera el ángulo sólido  $d^2 As$  cuyo eje es  $Nr_0$ , entonces el flujo relativo al mismo,  $d^5 Fl$ , se puede expresar como sigue  $d^5 Fl = Bl^* d^2 As cs Ap^* d^2 Ar^* d Ln$ , en que  $Bl$  es la brillantez energética monocromática, específico-longitudinal, en el intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$ , por la temperatura  $Tm$ , por la dirección  $Nr_0$ , por el plano de polarización  $Pl$ .

Se admite que esa energía sea emitida por  $d^2 Ar^*$  por emisión térmica, o sea que en  $d^2 Ar^*$  una igual cantidad de energía térmica se haya transformado en energía radiante.

1 Simultáneamente, en el mismo ángulo sólido  $d^2 As$  llega a  $d^2 Ar^*$  la energía  $Il^* d^2 As d Ln d^2 Ar cs Ap^*$  y de tal energía  $d^2 Ar^*$  absorbe la fracción  $Ab Il^* d^2 As d Ln d^2 Ar cs Ap^*$ , y hay que suponer que esa parte de energía sea efectivamente absorbida por el cuerpo  $Cr$  o por la pared  $Pr$  de  $Cv$  y transformada en energía térmica (el cuerpo  $Cr$  debe entonces poseer bastante espesor para evitar una posible transparencia, lo que ya se había supuesto por la pared de  $Cv$ ).

2 En total la variación de flujo a través de  $d^2 Ar^*$  es igual a  $(Bl^* - Ab Il^*) d As d Ln d^2 Ar^* cs Ap^*$  y en virtud del supuesto equilibrio térmico se debe verificar la siguiente identidad

$$0 = \int \int S_{As} S_{Ln} S_{Ar^*} (Bl^* - Ab Il^*) d^2 As d Ln d^2 Ar^* cs Ap^*$$

en donde la integral tiene que ser extendida a toda la  $Ar^*$  de  $Cr$  (o la  $Pr$  de  $Cv$ ), a todas las  $Ln$ , a todo  $As$ , a todo  $Ap^*$  y como  $Il^*$  es independiente de  $Cr$ , de su forma y posición y la precedente identidad tiene que ser verificada por cualquier  $Cr$  y por cualquier posición se deduce que

$$0 = Bl^* - Ab Il^*, \text{ o sea que, } Bl^*/Ab = Il^*$$

que es la ley de Kirchhoff

enunciable en palabras como sigue

“en una cavidad  $Cv$  isoterma, a la temperatura absoluta  $Tm$ , la brillantez  $Bl^*$  y la absorbibilidad  $Ab$ , por cada elemento  $d^2 Ar^*$  de la superficie de un cuerpo ( $Cr$  o  $Pr$ ), por una misma dirección  $Nr$ , por un mismo intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$ , por un mismo plano  $Pl$  de polarización tienen el mismo cociente  $Il^*$  y esto por todos los cuerpos  $Cr$ , por todas las direcciones, por todos los elementos de superficie  $d^2 Ar^*$  por todos los planos de polarización y tal cociente, como su valor  $Il^*$  es por lo tanto una función universal de  $Ln$  y de  $Tm$ , únicamente”.

3 Esta ley de Kirchhoff puede generalizarse Todo elemento  $d^3 Vl$  de  $Cv$ , que se piensa

está lleno de materia ponderable de índice de refracción  $Rr$  coopera en la emisión de la radiación en equilibrio térmico, o sea que cada elemento  $d^3 Vl$  “crea” energía radiante a expensas de energía térmica. Esta energía radiante emitida por  $d^3 Vl$  durante la duración  $d Dr$  en el ángulo sólido  $d^2 As$ , en el intervalo espectral  $Ln \vdash Ln + d Ln$ , polarizada en un determinado plano  $Pl$  es de la forma

$d^7 El = Bl^* d^2 As d Ln d^3 Vl d Dr$ , y el flujo emitido entonces

$d^8 Fl = Bl^* d^2 As d Ln d^3 Vl$ , en donde  $Bl^*$  se puede llamar “brillantez de volumen” de  $d^3 Vl$ . El mismo  $d^3 Vl$  absorbe, o sea transforma en energía térmica la parte  $Ab Il^*_{Br} d^2 As d Ln d^3 Vl$  del haz de flujo de “irradiancia”  $Il^*_{Br}$  (que es igual a  $Rr^2 Il^*$ ) que lo atraviesa de manera que para el equilibrio se necesita la relación  $Bl^*/Ab = Il^*_{Br} = Rr^2 Il^*$ .

4 Cualitativamente la ley de Kirchhoff se considera probada por la experiencia de la inversión del espectro. La necesidad de tal ley es consecuencia en último análisis del hecho que si un cuerpo  $Cr$  encerrado en una cavidad  $Cv$  isoterma absorbiera (emitiera) sin emitir (absorber) su temperatura aumentaría (disminuiría) más allá (acá) de aquella de los cuerpos vecinos y a expensas (provecho) de la energía térmica de los mismos, contra el 2º principio de la termodinámica.

5 La ley de Kirchhoff fija una relación entre  $Bl$ ,  $Ab$ ,  $Il$ , que vale solamente en  $Cv$  en equilibrio térmico; pero  $Bl$  y  $Ab$  son coeficientes característicos de  $Cr$ , del estado de su superficie, de su temperatura del intervalo espectral, del estado de polarización de la radiación, coeficientes, en total, capaces de caracterizar a las propiedades de emisión y absorción del cuerpo y que el cuerpo conserva también cuando se encuentra fuera de  $Cv$ .

6 En los cuerpos negros  $Ab = 1$  de manera que  $Bl = Il$ , o sea que la radianza monocromática  $Il$  en equilibrio térmico en  $Cv$  es igual a la brillantez monocromática del radiador negro, y por este motivo la radiación de intensidad  $Il$  (que es igual a  $Bl$ ) en equilibrio térmico en  $Cv$  se llama “radiación negra” y tanto  $Bl$  como  $Il$  es función universal de  $Ln$  y  $Tm$  solamente, o sea independiente de la naturaleza del radiador negro, lo que puede expresarse también diciendo que “todos los radiadores negros emiten igualmente”, y como  $Il$  no depende del plano de polarización se sigue que “los radiadores negros emiten “lux” natural y no polarizada” y como  $Il$  no depende del ángulo  $Ap$  entonces la  $Bl$  del radiador negro no depende de  $Ap$  y por lo tanto se puede afirmar que “por

los radiadores negros vale la 2ª ley de Lambert".

7 Son estas condiciones intrínsecas de privilegio que indican el "radiador negro" con preferencia en la búsqueda de la unidad fotométrica fundamental. La emisión del radiador negro no depende, no obstante, del medio transparente en que el mismo está sumergido y precisamente si  $Rr$  es el índice de refracción del mismo, tenemos que

$$I_{Rr} = Rr^2 I, \text{ y entonces que } Bl_{NgRr} = Rr^2 Bl_{Ng}$$

8 Puesto que en los radiadores no negros  $Ab < 1$  para los mismos la brillantez monocromática  $Bl$  está sujeta a la condición  $Bl < Bl_{Ng}$  o sea, a paridad de  $Ln$  y  $Tm$  el radiador negro es aquel que emite más (de mayor brillantez) o en otras palabras el radiador negro es el más irradiante entre los cuerpos que a paridad de  $Tm$  dan una emisión puramente térmica.

La denominación del radiador negro no es pues, muy feliz, y se prefiere, hoy día, aquella de "radiador integral" o de "radiador Kirchhoff-Lummer.

9 La brillantez monocromática negra  $Bl_{Ng}$  por evidentes razones físicas no puede ser infinita de manera que tienen que ser verificadas las condiciones  $Bl \neq 0$  y  $Ab \neq 0$  por la misma  $Ln$  y  $Tm$  lo que puede enunciarse como sigue

"si un radiador emite una radiación (un  $Ln$ ), a la misma  $Tm$  tiene que absorberla" y en efecto esta proposición se verifica en la "inversión del espectro"; pero el recíproco no es verdadero o sea si  $Ab \neq 0$  entonces puede que  $Bl = 0$  o en otras palabras un cuerpo puede absorber radiaciones que a la misma  $Tm$  no emite. Esto se verifica siempre a  $Tm$  no muy altas para todas las  $Ln$  visibles porque en tales condiciones prácticamente  $Bl = 0$  o sea un radiador, también si es negro, a temperaturas bajas no emite luz por pura causa térmica es decir no es incandescente de manera que  $Bl = 0$  por cualquier  $Ln$ , aún para los que el radiador (no negro) absorbe.

Pr 08 Leyes experimentales sobre "radiador negro".

0 Con respecto a la emisión puramente térmica el radiador negro posee una posición de privilegio, como ya decimos, porque su brillantez monocromática, específico-longitudinal  $Bl$  es función solamente de  $Ln$  y de  $Tm$ , e independiente, pues, de la naturaleza del radiador mismo.

Nos preguntamos entonces cuál es la función  $Bl(Ln, Tm)$  que da la brillantez monocromática específico-longitudinal o más sencillamente cuál es la función  $Bp$  de  $Tm$  que

es igual a  $S_0^\infty Bl(Ln, Tm) \cdot dLn$  que da la brillantez integral o total o pancromática del radiador negro.

1 Para contestar experimentalmente a estas dos preguntas sirven mediciones de la energía radiante emitida por el radiador de Kirchhoff-Lummer que en último análisis es un horno eléctrico a temperatura constante. Del hueco  $Hc$  de área  $d^2 Ar$  sale energía radiante y por la alta temperatura, energía luminosa.

El área  $d^2 Ar$  tiene que ser bastante pequeña, con respecto a la cavidad  $Cv$  del horno porque la energía radiante que sale puede ser inmediatamente substituída por emisión de las paredes  $Pr$  de  $Cv$  de manera que en la  $Cv$  misma subsista siempre una radiación en equilibrio térmico.

Entonces un haz  $\Delta^2 As$  de radiación que salga de  $Cv$  a través de  $\Delta^2 Ar$  es un haz de "luz" natural y de intensidad específica  $I(Ln, Tm) = 2 I^*(Ln, Tm) = 2 Bl(Ln, Tm)$  y la energía emitida por el área  $d^2 Ar$  durante la duración  $Dr$  en el intervalo espectral  $Ln \pm Ln + Ln$ , en el ángulo sólido  $\Delta^2 As$  (cuyo eje es normal a  $\Delta^2 Ar$ ) es  $\Delta^6 El$  tal que

$$\begin{aligned} \Delta^6 El &= 2 I^* \Delta^2 As \Delta^2 Ar \Delta Ln \Delta Dr \\ &= 2 Bl \Delta^2 As \Delta^2 Ar \Delta Ln \Delta Dr \end{aligned}$$

de manera que

$$Bl = I^* = \Delta^6 El / 2 \Delta^2 As \Delta^2 Ar \Delta Ln \Delta Dr$$

o sea se mide simultáneamente la  $Bl$  monocromática de  $Cv$  y la intensidad monocromática de la radiación negra

2 Las mediciones de  $\Delta Dr$  y de  $\Delta^2 Ar$  son banales mientras que la de  $\Delta^6 El$  es muy delicada

para la medición de la energía pancromática  $\Delta^5 Ep$  (que es igual a  $S_0^\infty \Delta^6 El$  al variar  $Ln$ ) se necesita recibir la radiación sobre un aceptor integral  $Ap$  de capacidad térmica conocida que transforme  $\Delta^5 Ep$  en (una igual cantidad de) energía térmica, y para tal fin sirve muy bien un bolómetro o un par termoelectrónico, y se deduce que

$$Bp = S_0^\infty Bl \cdot dLn = \Delta^5 Ep / 2 \Delta^2 As \Delta^2 Ar \Delta Dr$$

3 Para medir la brillantez monocromática  $Bl$  se necesita interponer entre  $Hc$  y  $Ap$  un monocromador o más sencillamente un filtro que permita limitar el intervalo espectral  $Ln \pm Ln + \Delta Ln$  que se quiere considerar. Si a lo largo del haz que sale de  $\Delta^2 Ar$  se interpone un "nicol" las mediciones precedentes de  $\Delta^6 Ep$  o  $\Delta^5 Ep$  dan la energía de la radiación considerada polarizada en un plano de manera que no se necesita el factor 1/2.

4 Conocidos  $Bl$  y  $Bp$ , por medio de las mediciones precedentes se conocen entonces las densidades energéticas monocromática y pancromática de la radiación negra por medio de las fórmulas

$$\begin{aligned} Dl &= 8 \pi I^*/Rm = 8 \pi Bl^*/Rm \\ Dp &= (8 \pi /Rm) S_0^\infty I^* dLn \\ &= (8 \pi /Rm) S_0^\infty Bl^* dLn = 8 \pi Bp/Rm \end{aligned}$$

5 Los resultados de las experiencias se sintetizan en la "curva de Stefan" y en las "isotermas de Lummer-Pringsheim", pero, mientras de la primera se logró encontrar, con cierta facilidad, la imagen analítica, lo mismo no se puede decir para la familia de las segundas.

La ley empírica de Stefan se puede escribir como sigue

$Ep = St^* Tm^4$ , *et*,  $St^*$  = constante termóptica de Stefan =  $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ sc}^{-3} \text{ Kg Kl}^{-4}$  y recordando las fórmulas vistas se deduce que

$$\begin{aligned} Dp &= (4 \pi /Rm) Bp r d^2 = (4/Rm) \pi Bp r d^2 \\ &= (4/Rm) Ep = (4/Rm) St^* Tm^4 \\ &= (4 St^*/Rm) Tm^4 = St \cdot Tm^4 \end{aligned}$$

o sea que

$Dp = St Tm^4$ , *et*,  $St$  = constante termóptica de Stefan =  $7,57 \cdot 10^{-16} \text{ mt}^{-1} \text{ sc}^{-2} \text{ Kg Kl}^{-4}$

Cp I Insuficiencia de la termóptica clásica para explicar las leyes sobre "radiación negra".

1.0 En el año de 1879 el físico austriaco Stefan (José; Klagenfurt 1835, Viena 1893) aprovechando también de las mediciones hechas por el físico irlandés Tyndall (Juan; Carlow 1820, Halsmere 1893) demuestra experimentalmente, que la relación que liga unívocamente la densidad  $Dp$  de la energía radiante pancromática contenida en una cavidad y allí en equilibrio térmico, a su temperatura absoluta  $Tm$  es la siguiente:

(1.0)  $Dp = St \cdot Tm^4$ , *et*,  $St$  = constante termóptica de Stefan =  $7,57 \cdot 10^{-16} \text{ m}^{-1} \text{ sc}^{-2} \text{ Kg Kl}^{-4}$ .

1.1 En el año de 1884 el físico austriaco Boltzmann (Luis; Viena 1844, Decino 1906) demuestra o, mejor, cree demostrar, la fórmula (1.0) profundizando por una parte los estudios sobre "presión de la radiación" desarrollados en el año de 1874 por el físico italiano Bártoli (Adolfo; Florencia 1851, Florencia 1896) —en donde él mismo hizo empleo sistemático de las entonces no divulgadas "experiencias ideales"—, y por otra parte especificando tratarse de radiación electromagnética, y usando entonces implícitamente de la óptica maxwelliana y de la termodinámica boltzmanniana llegando de tal manera a afirmar que

(1.1)  $Dp = Ar \cdot Tm^4$ , *et*,  $Ar$  = constante (arbitraria) de (una) integración

1.2 La afirmación "o, mejor, cree demostrar" insertada en el período precedente es debida al hecho de que no es posible admitir como "demostración" a una secuencia de razonamientos que conduzcan a una fórmula, la (1.1) que si bien es "isomorfa" (en el sentido etimológico a la que se debe explicar, la (1.0), con tiene, no obstante, constantes arbitrarias, la  $Ar$ , a diferencia de la última que contiene una constante bien definida (entre los límites de error), la  $St$ .

1.3 La pregunta que entonces surge espontánea es la siguiente: "el no haber logrado demostrar la (1.0) con el uso de la óptica maxwelliana y de la termodinámica boltzmanniana, y el haber logrado, sin embargo, llegar a la (1.1), ¿débese tomar como debilidad de los teóricos o como debilidad implícita, aunque no reconocida, de la teoría termóptica empleada? Hay que pensar en que si una demostración de la (1.0), en términos de termóptica clásica existiese, la misma no se hubiera escapado a los formidables cerebros de los Boltzmann, de los Wien, de los Planck, ... y entonces aparece evidente la necesidad de encontrar un medio que permita contestar a la pregunta arriba enunciada.

1.4 Para demostrar que con la termóptica clásica no se podía explicar la (1.0) es útil poner en evidencia

1.40 que la aplicación de una teoría lleva siempre consigo el uso de determinadas constantes que caracterizan a la teoría misma, y que en el caso en cuestión son  $Rm$  = constante óptica de Roemer (Olaf; Aarbuns 1644, Copenhague 1710) =  $3,00 \cdot 10^8 \text{ mt sc}^{-1}$

$$\begin{aligned} Bl &= \text{Constante térmica de Boltzmann} \\ &= 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ mt}^2 \text{ sc}^{-2} \text{ Kg Kl}^{-1} \end{aligned}$$

1.41 que si el álgebra de las magnitudes con el empleo de dichas constantes logra o no logra demostrar la ley en cuestión, entonces, y sólo entonces, podemos concluir que la termóptica clásica puede o no puede mostrar la fórmula (1.0).

1.5 Veamos entonces si la termóptica clásica, que por ser caracterizada por las constantes  $Rm$  y  $Bl$  llamaremos con más precisión "termóptica ( $Rm, Bl$ )" puede o no puede demostrar la (1.0) según el criterio arriba enunciado. Si queremos explicarnos, según el álgebra de las magnitudes, la (1.0) basándonos en la "termóptica ( $Bm, Bl$ )" debemos proceder como sigue

"como estamos buscando una relación, que ya sabemos debe existir entre  $Dp, Tm, Rm, Bl$ , o sea una  $0 = f_i(Dp, Tm, Rm, Bl)$  el álgebra de las magnitudes nos sugiere buscar los monomios cero dimensionales  $Cd$ , efectivamente

dependientes de los argumentos de  $fi$ , o sea los monomios  $Cd$  tales que, siendo  $d, t, r, b$  no todos ceros

$$\begin{aligned} ln^0 dr^0 mi^0 tm^0 &= Cd = Dp^d Tm^t Rm^r Bl^b = \\ &= (ln^{-1} dr^{-2} mi)^d (tm)^t (ln dr^{-1})^r \\ (ln^2 dr^{-2} mi tm^{-1})^b &= \\ &= ln^{-d+r+2b} dr^{-2d-r-b} mi^{d+b} tm^{t-b} = \\ &= ln^0 dr^0 mi^0 tm^0 \end{aligned}$$

de donde se deduce que

$$\begin{aligned} 0 &= -d + r + 2b = -2d - r - b = \\ &= d + b = t - b \end{aligned}$$

y entonces que

$$(1.5) \quad d = t = r = b = 0$$

Las (1.5) permiten afirmar que no existe un tal monomio cerodimensional

$Cd = Dp^d Tm^t Rm^r Bl^b$  con  $d, t, r, b$  no todos ceros, y por lo tanto y en virtud de lo dicho, podemos concluir que

“la termóptica ( $Rm, Bl$ ) caracterizada por el grupo de constantes  $Rm, Bl$  es insuficiente para demostrar la ley de Stefan

$$\begin{aligned} Dp &= St. Tm^4, et, St = \\ &= 7,57 \cdot 10^{-16} mt^{-1} sc^{-2} Kg Kl^{-4} \end{aligned}$$

así que, el análisis hecho, sugiere la explicación del fracaso de Boltzmann, de Wien, de Planck,...

1.6 Aunque sea innecesaria, queremos traer una prueba más, en favor de la afirmado, buscando la relación que debe ligar la densidad energética monocromática  $Df$  (ligada a  $Dp$  por medio de la relación  $Dp = S_{\infty}^0 Df \cdot d Fr$ ) de la energía radiante monocromática en el intervalo espectral  $Fr \pm Fr + d Fr$  y contenida en una cavidad  $Cv$  y allí en equilibrio térmico, con la temperatura absoluta  $Tm$  de la misma, con la frecuencia  $Fr$  en el cuadro de la termóptica ( $Rm, Bl$ ), relación cuya existencia es evidenciada por la familia de las “isotermas” que expresan  $Df$  en función de  $Fr$  para cada prefijada  $Tm$ , y construídas en el año de 1897 por los físicos alemanes. Lummer (Otto; Gers 1860, Breslan 1925) Pringsheim

(Ernesto; Ohlan 1850, Breslan 1917)

y en el año de 1900 por los físicos alemanes también

Rubens (Enrico;	1865,	1922)
Kurlbaum (Hernan	1857,	1927)

1.7 Como la ley que estamos buscando tiene que ser del tipo

$$0 = fi (Df, Fr, Tm, Rm, Bl)$$

el álgebra de las magnitudes nos sugiere buscar los monomios cerodimensionales cuyos factores, no todos aparentes, sean los argumentos de  $fi$ , o sea los monomios  $Cd$  tales

$$\begin{aligned} \text{que siendo } d, f, t, r, b \text{ no todos ceros,} \\ ln^0 dr^0 mi^0 tm^0 &= Cd = Df^d Fr^t Tm^t Rm^r Bl^b \\ &= (ln^{-1} dr^{-1} mi)^d (dr^{-1})^t (tm)^t (ln dr^{-1}) \\ ln^2 dr^{-2} mi tm^{-1})^b &= \\ &= ln^{-d+r+2b} dr^{-d-t-r-2b} mi^{d+b} tm^{t-b} = \\ &= ln^0 dr^0 mi^0 tm^0 \end{aligned}$$

de donde se deduce que

$$\begin{aligned} 0 &= -d + r + 2b = -d - f - r - 2b = \\ &= d + b = t - b \end{aligned}$$

de donde, eligiendo a  $d$  como variable independiente se deduce que

$$f = -2d, et, t = -d, et, r = 3d, et, b = -d$$

así que los monomios que estamos buscando tienen que ser del tipo  $Cd$  tal que

$$\begin{aligned} Cd &= Df^d Fr^{2d} Tm^{-d} Rm^{3d} Bl^{-d} = \\ &= (Df Fr^{-2} Tm^{1-} Rm^3 Bl^{-1})^d = Cd \end{aligned}$$

y por la arbitrariedad de  $d$  se puede concluir que los monomios cerodimensionales  $Cd$  que estamos buscando son todas potencias y sólo potencias del único monomio  $Cd$  tal que

$$Cd = Df Rm^3 Fr^{-2} Tm^{-1} Bl^{-1}$$

y entonces el álgebra de las magnitudes nos sugiere, en virtud de la definición de ley física, que la relación que estamos buscando tiene que ser del tipo tal que

$$\begin{aligned} 0 &= fi^* (Ad^* Df Rm^3 Fr^{-2} Tm^{-1} Bl^{-1}) = \\ &= fi^* (Ad^* Cd) \end{aligned}$$

en donde  $Ad^*$  es una constante adimensional indeterminada y  $fi^*$  una función indeterminada también, de donde resolviendo con respecto a  $Ad^* Cd$  y siendo  $ad^*$  otra constante adimensional indeterminada (el cero de  $fi^*$ ), se deduce que

$$ad^* = Ad^* Cd = Ad^* Df Rm^3 Fr^{-2} Tm^{-1} Bl^{-1}$$

de donde indicando con  $Ad$  la constante adimensional indeterminada  $ad^*/Ad^*$  se deduce que  $Df = Ad Bl Fr^2 Tm/Rm^3$

de donde, recordando la presencia del factor  $8\pi$  en la fórmula que nos da  $Df$  en función de  $Fr$  y de  $Tm$  y aprovechando de la indeterminación de  $Ad$  se deduce que

$$(1.7) \quad Df = Ad \cdot 8\pi Bl Fr^2 Tm/Rm^3$$

que a menos del factor adimensional indeterminado  $Ad$  es la ley enunciada en el año de 1900 por el físico inglés Strutt (Juan Guillermo, barón de Rayleigh; Langford Grave 1842, Withman 1919) y, por algunos físicos atribuída al físico inglés Jeans (Jaime Hopwood; Londres 1882, Dorking 1946).

1.8 De todo lo que precede se sigue que

“la sola ley que la familia de las “isotermas” de Lummer-Pringsheim declara existente y que la termóptica  $Rm Bl$  nos puede proporcionar tiene que ser del tipo (1.7) y efectivamente se puede deducir que

$$(1.8) Df = 8 \pi Bl Fr^2 Tm/Rm^3$$

fórmula que si bien es válida para valores bastante pequeños de  $Fr/Tm$  o sea por bajas frecuencias (infrarrojo) o altas temperaturas, sin embargo está en plena contradicción con lo que sugieren las isoterimas de Lummer-Pringsheim, porque mientras éstas sugieren que  $\lim_{Fr \rightarrow \infty} Df = 0$ , la (1.8) sugiere que

$\lim_{Fr \rightarrow \infty} Df = \infty$  es decir que la energía ra-

dianante tendería a pasar al "éter" con las más altas frecuencias (catástrofe del ultravioleto) y además está en contradicción con la ley de Stefan porque mientras ésta afirma que

$$Dp = St. Tm^4 \text{ la (1.8) implica que}$$

$$\begin{aligned} Dp &= S_0^\infty Df \cdot d Fr = \\ &= S_0^\infty (8 \pi Bl Fr^2 Tm/Rm^3) d Fr = \\ &= (8 \pi Bl Tm/Rm^3) \Big|_0^\infty (Fr^2/3) = \infty \end{aligned}$$

Del análisis desarrollado se puede concluir que nos encontramos frente a una formidable contradicción

"por una parte las experiencias de Stefan y de Lummer-Pringsheim afirman que existen leyes que ligan unívocamente  $Dp$  a  $Tm$  y  $Df$  a  $Tm$  y  $Fr$  respectivamente mientras que por la otra el álgebra de las magnitudes (confirmada por el fracaso de los esfuerzos de los mejores físicos del fin del siglo XIX) afirma que cualquier termóptica caracterizada por las constantes  $Rm$  y  $Bl$  es insuficiente para explicar los "datos" de la experiencia.

Cp 2 La nueva termóptica ( $Rm, Bl, St$ ) es suficiente para explicar las leyes sobre "radiación negra".

2.0 Al llegar a este punto crítico será útil recordar y aclarar que una contradicción en una ciencia es un síntoma de que existen verdades más amplias y perspectivas más sutiles dentro de las cuales debe ser encontrada una reconciliación o mejor dicho una superación más profunda y más sutil de las varias proposiciones, y que si mientras en la lógica formal una contradicción es un desastre o un síntoma de fracaso, en una ciencia es más bien una oportunidad, y en la evolución del saber real indica el primer paso en el avance hacia una victoria.

2.1 Para superar entonces la contradicción, así puesta en evidencia, hay que recurrir de nuevo al álgebra de las magnitudes, y ésta, en efecto, nos sugiere probar sencillamente una termóptica que no esté caracterizada únicamente por el grupo invariantivo ( $Rm, Bl$ ) sino por el grupo invariantivo ( $Rm, Bl, X$ ) en donde  $X$  es un nuevo invariante (una nueva constante dimensional), y además con la misma sencillez con la cual el álgebra de

las magnitudes a través de la ley de Stefan puso en evidencia la impotencia de la termóptica ( $Rm, Bl$ ) en explicar las experiencias, así la misma sugiere adoptar, por lo menos en un primer momento, como nuevo invariante  $X$  a la misma constante  $St$  de Stefan que interviene en la (1.0) y que por lo tanto es del tipo dimensional tal que

$$\begin{aligned} St &= Dp/Tm^4 = ln^{-1} dr^{-2} mi/tm^4 = \\ &= ln^{-1} dr^{-2} mi tm^{-4} \end{aligned}$$

independientemente de  $Rm$  y de  $Bl$  como es fácil verificar

2.2 Veamos entonces lo que una nueva termóptica caracterizada por el grupo invariantivo ( $Rm, Bl, St$ ), y que por lo tanto llamaremos "termóptica ( $Rm, Bl, St$ )" permite deducir

Es fácil probar que si buscamos la relación que liga la  $Dp$  con la  $Tm$  en la nueva termóptica encontraremos la fórmula

$Dp = Ad St Tm^4$ , et,  $Ad =$  constante adimensional indeterminada porque, en efecto, debiendo buscar una ley del tipo

$$\begin{aligned} 0 &= fi (Dp, Tm, Rm, Bl, St) \text{ el álgebra de las magnitudes nos sugiere buscar en primer lugar los monomios cerodimensionales cuyos factores, no todos aparentes, sean los argumentos de } fi, \text{ es decir los monomios } Cd \text{ tales que, siendo } d, t, r, b, s \text{ no todos ceros} \\ ln^0 dr^0 m^0 tm^0 &= Cd = Dp^d Tm^t Rm^r Bl^b St^s \\ &= (ln^{-1} dr^{-2} mi)^d (tm)^t (ln^2 dr^{-2} mi tm^{-1})^b \\ &= (ln^{-1} dr^{-2} mi tm^{-1})^s = \\ &= ln^{-d+r+2b-s} \cdot dr^{-2d-r-2b-2s} \cdot \\ &mi^{d+b+s} \cdot tm^{t-b-s} = ln^0 dr^0 m^0 tm^0 \end{aligned}$$

de donde se deduce que

$$\begin{aligned} 0 &= -d + r + 2b - s = \\ &= -2d - r - 2b - 2s = \\ &= d + b + s = t - b - 4s \end{aligned}$$

de donde, eligiendo a  $d$  como variable independiente, se deduce que

$$t = -4d, \text{ et, } r = 0, \text{ et, } b = 0, \text{ et, } s = -d$$

de manera que los monomios cerodimensionales  $Cd$  cuyos factores sean los argumentos de  $fi$  son todos y solos del tipo tal que

$$\begin{aligned} Cd &= Dp^d Tm^{-4d} Rm^0 Bl^0 St^{-d} = \\ &= (Dp St^{-1} Tm^{-4})^d \end{aligned}$$

o sea potencias del monomio  $Cd$  tal que

$$Cd = Dp St^{-1} Tm^{-4}$$

así que la relación que estamos buscando, en virtud de la definición de ley física que el álgebra de las magnitudes sugiere tiene que ser del tipo

$$0 = fi^* (Ad^* Cd) = fi^* (Ad^* Dp St^{-1} Tm^{-4})$$

en donde  $Ad^*$  es una constante adimensional indeterminada y  $fi^*$  una función indeterminada también, y de ahí, resolviendo con respecto a  $Ad^* Cd$  e indicando con  $ad^*$  otra

constante adimensional indeterminada, el cero de  $f^*$ , se deduce que

$$Ad^* = Ad^* Cd = Ad^* Dp St^{-1} Tm^{-4}$$

de donde indicando con  $Ad$  a la constante adimensional indeterminada,  $ad^*/Ad^*$  se deduce que

$$Dp = Ad \cdot St Tm^4$$

resultado que aunque lo habíamos previsto lo buscamos por el hecho de que el uso de una termóptica ( $Rm, Bl, St$ ) habría podido conducirnos a un resultado más general que la ley de Stefan.

2.3 Vamos a buscar ahora, con el auxilio de la nueva termóptica ( $Rm, Bl, St$ ) la relación que debe subsistir entre  $Df, Tm, Fr$ , según lo afirman las "isotermas" de Lummer-Pringsheim, y las constantes  $Rm, Bl, St$  que caracterizan a la misma termóptica. La relación que estamos buscando siempre podremos escribirla en la forma

$$0 = f_i (Df, Fr, Tm, Rm, Bl, St)$$

y entonces el álgebra de las magnitudes nos sugiere determinar los monomios cerodimensionales cuyos factores, no todos aparentes, sean los argumentos de  $f_i$ , es decir los monomios  $Cd$  tales que, siendo  $d, f, t, r, b, s$  no todos ceros

$$\begin{aligned} ln^0 dr^0 mi^0 tm^0 &= Cd = \\ &= Df^d Fr^r Tm^t Rm^r Bl^b St^s = \\ &= (ln^{-1} dr^{-1} mi)^d (dr^{-1})^t (tm)^t (ln dr^{-1})^r \\ &= (ln^2 dr^{-2} mi tm^{-1})^b (ln^{-1} dr^{-2} mi tm^{-4})^s = \\ &= ln^{-d+r+2b-s} \cdot dr^{-d-t-r-2b-2s} \cdot mi^{d+b+s} \cdot \\ &tm^{t-b-4s} = ln^0 dr^0 mi^0 tm^0 \end{aligned}$$

de donde se deduce que

$$\begin{aligned} 0 &= -d + r + 2b - s = \\ &= -d - f - r - 2b - 2s = \\ &= d + b + s = t - b - 4s \end{aligned}$$

de donde, eligiendo a  $d$  y a  $t$  como variables independientes se deduce que

$$\begin{aligned} f &= -3d - t, et, r = 4d + t, et, b = \\ &= (-4d - t) / 3, et, s = (d + t) / 3 \end{aligned}$$

de manera que los monomios  $Cd$  que estamos buscando son todos y solos del tipo tal que

$$\begin{aligned} Cd &= Df^d Fr^{-3d-t} Tm^t Rm^{4d+t} \\ &Bl^{(4-d-t)/3} St^{(d+t)/3} = \\ &= (Df Fr^{-3} Rm^4 Bl^{-4/3} St^{1/3})^d \cdot \\ &(Fr Tm^{-1} Rm^{-1} Bl^{1/3} St^{1/3})^{-t} \end{aligned}$$

o sea son todos y solos productos de potencias de los dos monomios  $Cd$  independientes entre si tales que

$$\begin{aligned} Cd_1 &= Df Fr^{-3} Rm^4 Bl^{-4/3} St^{1/3}, et, Cd^2 = \\ &= Fr Tm^{-1} Rm^{-1} Bl^{1/3} St^{1/3} \end{aligned}$$

y entonces, en virtud de la definición de ley física que el álgebra de las magnitudes nos sugiere, podemos afirmar que la relación que estamos buscando tiene que ser del tipo

$$\begin{aligned} 0 &= f^* (Ad_1^* Cd_1, Ad_2^* Cd_2) = \\ &= (Ad_1^* Df Fr^{-3} Rm^4 Bl^{-4/3} St^{1/3}, \\ &Ad_2^* Fr Tm^{-1} Rm^{-1} Bl^{1/3} St^{1/3}) \end{aligned}$$

en donde  $Ad_1^*$  y  $Ad_2^*$  son dos constantes adimensionales indeterminadas y  $f^*$  una función indeterminada también, y de ahí, resolviendo con respecto a  $Ad_1^* Cd_1$  se deduce que

$$\begin{aligned} Ad_1^* Df Fr^{-3} Rm^4 Bl^{-4/3} St^{1/3} &= \\ &= fe (Ad_2^* Fr Tm^{-1} Rm^{-1} Bl^{1/3} St^{1/3}) \end{aligned}$$

en donde  $fe$  es una nueva función indeterminada también, de la cual (ecuación) poniendo

$$Ad_1 = 1/Ad_1^*, Ad = Ad_2^*, pl = fe^{-1}$$

se deduce que

$$\begin{aligned} 2.3 \quad Df &= Ad_1 Bl^{4/3} Fr^3/Rm^4 St^{1/3} \cdot \\ pl (Ad Bl^{1/3} Fr/Rm St^{1/3} Tm) \end{aligned}$$

de manera que podemos concluir, por ahora sólo parcialmente, como sigue "la consideración de la nueva termóptica ( $Rm, Bl, St$ ) permite llegar, además que a la ley "integral" de Stefan

$$Dp = St Tm^4$$

a la ley "diferencial" de distribución de la densidad energética monocromática

$$\begin{aligned} Df &= Ad_1 Bl^{4/3} Fr^3/Rm^4 St^{1/3} pl \\ &(Ad Bl^{1/3} Fr/Rm St^{1/3} Tm) \end{aligned}$$

en donde  $Ad_1$  y  $Ad$  son dos constantes adimensionales indeterminadas y  $pl$  una función (función de Planck) indeterminada también.

Cp 3 La termóptica ( $Rm, Bl, Pl$ ) como racionalización de las constantes características y eliminación de las indeterminaciones numéricas puras.

3.3 Obtenido el resultado enunciado en la conclusión del 2.3 nace el deseo de simplificar la (2.3) y de eliminar, hasta donde sea posible, las indeterminaciones que en la misma aparecen, y entonces si recordamos que la variable  $Tm$  se presenta cuando también se presenta la constante  $Bl$  ligada a la misma en el producto  $Bl Tm$ , nos queda bastante natural escribir la (2.3) como sigue

$$\begin{aligned} Df &= Ad_1 (Bl^4 St^{-1} Rm^{-3})^{1/3} Fr^3/Rm^3 \\ pl [Ad (Bl^4 St^{-1} Rm^{-3})^{1/3} Fr/Bl Tm] \end{aligned}$$

y la (2.3) así escrita nos sugiere poner

$$Pl^* = \text{primera constante dinámica de Planck}$$

$$\begin{aligned} &= (Bl^4 St^{-1} Rm^{-3})^{1/3} = \\ &= [(1,38 \cdot 10^{-23} mt^2 sc^{-2} Kg Kl^{-1})^4 \\ &(7,57 \cdot 10^{-16} mt^{-1} sc^{-2} Kg Kl^{-4})^{-1} \\ &(3,00 \cdot 10^8 mt sc^{-1})^{-3}]^{1/3} = \\ &= 1,21 \cdot 10^{-34} mt^2 sc^{-1} Kg \end{aligned}$$

de manera que la (2.3) se simplifica, habiendo eliminado las irracionalidades que grava-

ban sobre las constantes características y asume la forma

$$Df = Ad_1 Pl^* Fr^3/Rm^3 pl (Ad Pl^* Fr/Bl Tm)$$

3.1 Llegados a este punto podemos afirmar que "si se considera una termóptica caracterizada por las tres constantes dimensionales

$Rm =$  constante óptica de Roemer

$$= 3,00 \cdot 10^8 \text{ mt } \sigma^{-1}$$

$Bl =$  constante térmica de Boltzmann

$$= 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ mt}^2 \sigma^{-2} \text{ Kg } Kt^{-1}$$

$Pl^* = 1^{\text{a}}$  constante dinámica de Planck

(Max; Kiel 1858, Berlino 1948)

$$= 1,21 \cdot 10^{-34} \text{ mt}^2 \sigma^{-1} \text{ Kg}$$

entonces la misma sugiere la ley integral de Stefan en la forma

$$Dp = Bl^4 Tm^4/Rm^3 Pl^{*3}$$

como es fácil constatar, y la ley diferencial de distribución de la densidad energética monocromática en la forma

$$3.1 \quad Df = Ad_1 Pl^* Fr^3/Rm^3 pl (Ad Pl^* Fr/Bl Tm)$$

en donde, es conveniente recordarlo, aparecen dos indeterminaciones adimensionales  $Ad_1$  y  $Ad$  y una indeterminación funcional, la  $pl$ . Con lo que precede hemos racionalizado, dimensionalmente, la terna de las constantes que caracterizan a la nueva termóptica.

3.2 Vamos entonces a ver hasta dónde nos es posible eliminar estas indeterminaciones y empezamos recordando que definimos  $Df$  por medio de la relación

$Dp = S_0^\infty Df \cdot d Fr$  de manera que

$$Bl^4 Tm^4/Rm^3 Pl^{*3} = Dp = S_0^\infty Df \cdot d Fr =$$

$$= S_0^\infty Ad_1 Pl^* Fr^3 d Fr/Rm^3 \int$$

$$pl (Ad Pl^* Fr/Bl Tm) =$$

$$= (Bl^4 Tm^4/Rm^3 Pl^{*3}) (Ad_1/Ad)$$

$$S_0^\infty (Ad Pl^* Fr/Bl Tm)^3 /$$

$$pl (Ad Pl^* Fr/Bl Tm) \cdot d (Ad Pl^* Fr/Bl Tm)$$

$$= (Ad_1/Ad) (S_0^\infty \int x^3 dx/pl x)$$

$$(Bl^4 Tm^4/Rm^3 Pl^{*3}) =$$

$$= (Ad_1 In/Ad) (Bl^4 Tm^4/Rm^3 Pl^{*3})$$

en donde indicamos, por mayor sencillez que

$$In = S_0^\infty \int x^3 dx/pl x$$

Así podemos deducir que

$$Ad_1 In/Ad = 1, \text{ y entonces que } Ad_1 = Ad/In$$

de manera que la (3.1) se simplifica en la siguiente

$$Df = Ad^4 Pl^* Fr^3/In Rm^3$$

$$pl (Ad Pl^* Fr/Bl Tm)$$

y de esta manera las tres indeterminaciones iniciales se han reducido a dos: una numérica, la  $Ad$ , y la otra funcional, la  $pl$ , que una vez conocida nos permitirá conocer también la  $In$  que nos es dada por igualdad

$$In = S_0^\infty \int x^3 dx/pl x$$

3.3 Si ahora se escribe la (3.2) en la forma

$$(3.3) \quad Df = (Ad^3/In) \cdot (Bl Fr^3 Tm/Rm^3) \cdot$$

$$[(Ad Pl^* Fr/Bl Tm) pl (Ad Pl^* Fr/Bl Tm)]$$

y recordamos la ley de Rayleigh-Jeans en la forma

$$Df = (8 \pi) \cdot (Bl Fr^3 Tm/Rm^3) \cdot 1$$

y recordamos también a un nuevo postulado metodológico sugerido por el álgebra de las magnitudes, y que afirma en el caso en cuestión debe encontrarse la ley de Rayleigh-Jeans cuando en la (3.3) se pase al límite por  $Pl^* \rightarrow 0$  o sea cuando  $Ad Pl^* Fr/Bl Tm \rightarrow 0$  entonces resulta que  $Ad^3/In = 8 \pi$ , o sea que  $Ad^3 = 8 \pi In$ , o sea que

$$Ad = (8 \pi In)^{1/3} \text{ y además que } \lim_{x \rightarrow 0} (x/pl x)$$

$= 1$ , o sea, recordando la regla de l'Hospital, que  $pl 0 = 0$ , *et*,  $pl^1 0 = 1$  condiciones que nos servirán luego para determinar la hasta ahora indeterminada función  $pl x$ , de manera que la (3.3) se simplifica aún más en la siguiente

$$(3.3)^* \quad Df = 8 \pi (8 \pi In)^{1/3} Pl^* Fr^3/Rm^3$$

$$pl ((8 \pi In)^{1/3} Pl^* Fr/Bl Tm)$$

en donde las indeterminaciones están entonces reducidas a la sola funcional  $pl$  siendo que  $In = S_0^\infty \int x^3 dx/pl x$ .

3.4 Si entonces ponemos  $Ri = In^{1/3}$  entonces la (3.3)\* se puede poner en la forma

$$(3.4) \quad Df = 8 \pi Ri (8 \pi)^{1/3} Pl^* Fr^3/Rm^3$$

$$pl [Ri (8 \pi)^{1/3} Pl^* Fr/Bl Tm]$$

que sugiere poner

$Pl^{**} = 2^{\text{a}}$  constante dinámica de Planck =

$$= (8 \pi)^{1/3} Pl^* = 3,55 \cdot 10^{-34} \text{ mt}^2 \sigma^{-1} \text{ Kg}$$

y entonces la (3.4) se simplifica aún más en la siguiente

$$(3.4)^* \quad Df = 8 \pi Ri Pl^{**} Fr^3/Rm^3$$

$$pl (Ri Pl^{**} Fr/Bl Tm)$$

en donde la presencia del factor  $8 \pi$ , producto de 2 por  $4 \pi$  recuerda con su primer factor que estamos en presencia de "radiación natural" y no "polarizada" y con su segundo factor que estamos en presencia de una distribución radiante espacial siendo  $4 \pi$  el valor en  $r d^2$  del ángulo sólido esférico

3.5 En este punto podemos concluir, pero por ahora sólo parcialmente, y afirmar que, "si consideramos una termóptica caracterizada por las constantes dimensionales

$Rm =$  constante óptica de Roemer =

$$= 3,00 \cdot 10^8 \text{ mt } \sigma$$

$Bl =$  constante térmica de Boltzmann =

$$= 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ mt}^2 \sigma^{-2} \text{ Kg } Kt^{-1}$$

$Pl^{**} = 2^{\text{a}}$  constante dinámica de Planck =

$$= 3,55 \cdot 10^{-34} \text{ mt}^2 \sigma^{-1} \text{ Kg}$$

entonces tal teoría nos proporciona la ley de Stefan, como es fácil averiguar, en la forma

$$Dp = 8 \pi Bl^4 Tm^4 / Pl^{**3} Rm^3$$

que evidencia el factor  $8 \pi$  de cuyo significado físico hablamos en el 3.4, y la ley de repartición de la densidad energética monocromática en la forma

$$(3.5) \quad Df = 8 \pi Ri Pl^{**} Fr^3 / Rm^3 \\ pl (Ri Pl^{**} Fr / Bl Tm),$$

en donde, es conveniente recordarlo

$$Ri = (S_0^\infty x^3 dx / pl x)^{1/3}$$

de manera que la (3.5) contiene la sola indeterminación funcional  $pl x$ , que una vez conocida nos permitirá calcular la  $Ri$  y por lo tanto la  $Pl$  si por los cálculos que han de seguir ponemos para una mayor sencillez que  $Pl = 3^3$  constante de Planck =  $Ri Pl^{**}$

así que las precedentes dos leyes se pueden escribir todavía más sencillamente como sigue

$$Dp = 8 \pi In Bl^4 Tm^4 / Pl^3 Rm^3$$

en donde  $In = S_0^\infty x^3 dx / pl x$

$$(3.5)^* \quad Df = 8 \pi Pl Fr^3 / Rm^3 pl (Pl Fr / Bl Tm)$$

y a esta última queremos llamarla "ley de Wien-Planck" para recordar que en el año de 1894 el físico alemán Wien (Guillermo; Gafken 1864, München 1928) había logrado demostrar, basándose en la termóptica clásica ( $Rm$ ,  $Bl$ ) y además en la hipótesis que  $Df$  debe poseer un solo máximo por cada prefijada  $Tm$ , y a través de una secuencia de razonamientos delicados, difíciles y sutiles que  $Df$  tiene que estar ligada a  $Fr$  y a  $Tm$  por una ley del tipo

$$Df = Cs Fr^3 / fn (Cs^2 Fr / Tm)$$

sin poder, pero, conseguir la determinación ni de  $Cs_1$  ni de  $Cs_2$  ni mucho menos de  $fn$ .

#### Cp 4 Determinación de la función $pl$ de Planck.

4.0 Nace ahora el deseo de determinar también la  $pl$ , cuya importancia como factor de la ley universal que caracteriza las relaciones entre "materia" y "éter" había hecho escribir en el año de 1860 al físico alemán Kirchhoff (Gustavo Roberto; Koenisberg 1824, Berlín 1887) "es ist eine Aufgabe von hochster Wichtigkeit diese Function zu finden" en el trabajo que establecía su famosa ley ( ) entre emisión y absorción, ley que abrió el camino al magnífico surgimiento de la espectroscopia, deseo que Planck, en su conferencia dictada en la Real Academia Sueca de Ciencias, en Estocolmo, expresaba con el siguiente período "el objetivo que durante largo tiempo tuve delante de mi mente era la solución de la distribución de la energía radiante en el espectro normal del calor radiante. Gustavo Kirchhoff había demostrado que la naturaleza

de la radiación calorífica es completamente independiente del carácter de los cuerpos radiantes. Tal demostración indicaba pues la existencia de una función universal que tiene que depender exclusivamente de la temperatura y de la longitud de onda, pero de ningún modo de las propiedades de las sustancias en cuestión.

Si esta notable función pudiese ser descubierta entonces sería posible profundizar el conocimiento de las relaciones entre energía y temperatura, relaciones que constituyen el principal problema de la termodinámica y por consecuencia de la física molecular considerada en su conjunto".

4.1 Para conseguir el fin arriba enunciado es conveniente recordar que las isotermas de Lummer-Pringsbeim sugieren que por cada  $Tm$  prefijada existe una y una sola  $Fr^*$  para la cual  $Df$  se vuelve máxima y entonces  $Fr^*$  es, ciertamente, función de  $Tm$  en el sentido de Dirichlet, pero, nos preguntamos ¿de qué tipo?

Como buscamos la relación que necesariamente liga unívocamente  $Fr^*$  a  $Tm$  en el cuadro de la nueva termóptica ( $Rm$ ,  $Bl$ ,  $Pl$ ) se sigue que la misma podremos siempre representarla como sigue

$$0 = fi (Fr^*, Tm, Rm, Bl, Pl)$$

y entonces el álgebra de las magnitudes nos sugiere encontrar los monomios cerodimensionales cuyos factores, no todos aparentes, sean los argumentos de  $fi$ , es decir los monomios  $Cd$  tales que, siendo  $f, t, r, b, p$  no todos ceros  $ln^0 dr^0 mi^0 tm^0 = Cd = Fr^{*t} Tm^t Rm^r Bl^b Pl^p = (dr^{-1})^t (tm)^t (ln dr^{-1})^r (ln^2 dr^{-2} mi tm^{-1})^b (ln^2 dr^{-1} mi)^p = ln^{r+2b+2p} . dr^{-t-r-2b-p} . mi^{b+p} . tm^{t-b} = ln^0 dr^0 mi^0 tm^0$

de donde se deduce que

$$t = -f, et, r = 0, et, b = -f, et, p = f$$

de manera que los monomios  $Cd$  que estamos buscando son todos y solos tales que

$$Cd = Fr^{*t} Tm^{-t} Rm^0 Bl^{-t} Pl^t = (Fr^* Tm^{-1} Bl^{-1} Pl)^t$$

o sea todas y solas las potencias del monomio  $Cd$  tal que

$$Cd = Fr^* Tm^{-1} Bl^{-1} Pl$$

y entonces, en virtud de la definición de ley física que el álgebra de las magnitudes nos sugiere se deduce que la relación que estamos buscando debe ser del tipo

$$0 = fi^* (Ad^* Cd) = fi^* (Ad^* Fr^* Pl Tm^{-1} Bl^{-1})$$

en donde  $Ad^*$  es una constante adimensional indeterminada y  $fi^*$  una función indeterminada también, y de ahí, resolviendo con respecto a  $Ad^* Cd$  e indicando con  $ad^*$  una

nueva constante adimensional indeterminada, el cero de  $f^*$ , se deduce que

$$ad^* = Ad^* Fr^* Pl Bl^{-1} Tm^{-1}$$

de donde indicando con  $Af$  la constante adimensional indeterminada  $ad^*/Ad^*$ , se deduce que

$$Fr^* = Af Bl Tm/Pl$$

que es la primera ley de Wien o del desplazamiento expresada en términos de frecuencias, ley que explica el hecho de que "aumentando  $Tm$  aumenta, proporcionalmente,  $Fr^*$  o sea la frecuencia por la cual  $Df$  es máxima", y como la experiencia (las isoterms de Lummer-Pringsheim) nos sugiere que

$$Fr^* = Wf^* Tm, \text{ et, } Wf^* = \text{constante termópica de Wien} = 5,88 \cdot 10^{10} \text{ Sc}^{-1} \text{ Kt}^{-1}$$

se sigue la relación  $Af Bl/Pl = Wf^*$

de donde se deduce que

$$(4.1) Af = Wf^* Pl/Bl$$

Además, como  $Fr^*$  es el valor de  $Fr$  maximante  $Df$  se deduce que

$$\begin{aligned} 0 &= D_{Fr^*} Df = \\ D_{Fr^*} [8 \pi Pl Fr^{*3}/Rm^3 pl (Pl Fr^*/Bl Tm)] &= \\ = (8 \pi Bl^3 Tm^3/Rm^3 Pl^2) D_{Fr^*} Pl/Bl Tm &= \\ [(Pl Fr^*/Bl Tm)^3/pl (Pl Fr^*/Bl Tm)] &= \\ = (8 \pi Bl^3 Tm^3/Rm^3 Pl^2) D_{Af} (Af^3/pl Af) &= \\ = (8 \pi Bl^3 Tm^3/Rm^3 Pl^2) &= \\ (Af^2/pl^2 Af) (3 pl Af \cdot Af \cdot pl^1 Af) &= 0 \end{aligned}$$

de donde, recordando la (4.1) se deduce que

$$(4.1)^* 0 = 3 pl (Wf^* Pl/Bl) - (Wf^* Pl/Bl) pl^1 (Wf^* Pl/Bl)$$

4.2 Vamos ahora a calcular el valor máximo de  $Df$  que indicaremos con  $Lf^*$ ; recordando la (4.1) se tiene que

$$\begin{aligned} Df^* &= 8 \pi Pl Fr^{*3}/Rm^3 pl (Pl Fr^*/Bl Tm) = \\ = 8 \pi Bl^3 Tm^3 Af^3/Rm^3 Pl^2 pl Af &= \\ [8 \pi Wf^3 Pl/Rm^3 pl (Wf^* Pl/Bl)] Tm^3 &= Df^3 \end{aligned}$$

y como la experiencia (las isoterms de Lummer-Pringsheim) sugiere que

$$\begin{aligned} Df^* &= Wf Tm^3, \text{ et, } Wf = \\ = 7,95 \cdot 10^{-27} \text{ mt}^{-1} \text{ sc}^{-1} \text{ Kg Kt}^{-3} \end{aligned}$$

se sigue la relación

$$Wf = 8 \pi Wf^3 Pl/Rm^3 pl (Wf^* Pl/Bl)$$

de donde se deduce que

$$(4.2)^* pl (Wf^* Pl/Bl) = 8 \pi Wf^3 Pl/Rm^3 Wf$$

Si ahora recordamos los valores de las constantes, que encontramos durante nuestra búsqueda, podremos simplificar las (4.2) y (4.2)\* calculando los monomios cerodimensionales que en las mismas intervienen, y precisamente

$$\begin{aligned} Wf^* Bl^{-1} Pl &= \\ = 5,88 \cdot 10^{10} \cdot 1,38^{-1} \cdot 10^{23} \cdot 3,55 \cdot 10^{-34} Ri &= \\ = 1,51 Ri \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 8 \pi Wf^3 Rm^{-3} Wf^{-1} Pl &= 8 \cdot 3,14 \cdot 5,88^3 \cdot 10^{30} \cdot \\ 3,00^{-3} \cdot 10^{-24} \cdot 7,95^{-1} \cdot 10^{27} \cdot 3,25 \cdot 10^{-34} Ri &= \\ = 8,66 Ri \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 24 \pi Wf^{*2} Bl Rm^{-3} Wf^{-1} &= 24 \cdot 3,14 \cdot 5,88^2 \cdot 10^{20} \cdot \\ 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 3,00^{-3} \cdot 10^{-24} \cdot 7,95^{-1} \cdot 10^{27} &= 16,8 \end{aligned}$$

y substituyendo estos valores en aquellos

$$\begin{aligned} pl (1,51 Ri) &= \\ = 8,66 Ri, \text{ et, } pl^1 (1,51 Ri) &= 16, 8 \end{aligned}$$

de donde recordando el valor de  $Ri$  se deduce que

$$\begin{aligned} pl [1,51 (S_0^\infty x^3 dx/pl x)^{1/3}] &= \\ = 8,66 (S_0^\infty x^3 dx/pl x)^{1/3} \end{aligned}$$

$$pl^1 [1,51 (S_0^\infty x^3 dx/pl x)^{1/3}] = 16,8$$

que son ecuaciones funcionales, diferenciales, integrales, singulares de un tipo bastante complicado y poco conocido y que permiten también si no sabemos resolverlas, la búsqueda de  $pl x$  con un mínimo de pruebas

4.3 Como nuestra tarea es la de determinar la  $pl x$  y los conocimientos que tenemos no nos permiten resolver las ecuaciones que hasta ahora poseemos

$$\left\{ \begin{aligned} pl 0 &= 0 \\ pl^1 0 &= 1 \end{aligned} \right\} \text{ et } \left\{ \begin{aligned} pl (1,51 Ri) &= 8,66 Ri \\ pl^1 (1,51 Ri) &= 16,8 \end{aligned} \right\}$$

$$\text{et } Ri = (S_0^\infty x^3 dx/pl x)^{1/3}$$

entonces resulta conveniente considerar, indicando con  $Ln$  la longitud de onda, la función  $Dl$ , densidad energética monocromática en el intervalo espectral

$$\begin{aligned} Ln \vdash Ln + d Ln \text{ y tal que } Dp &= \\ = S_0^\infty Dl \cdot d Ln \text{ y entonces} \end{aligned}$$

$Dl \cdot d Ln = Df \cdot d Fr$  de donde recordando que  $Ln \cdot Fr = Rm$  se deduce que

$$\begin{aligned} Dl &= - Df d Fr/d Ln = \\ = - [8 \pi Pl (Rm/Ln)^3/Rm^3 pl &= \\ (Pl Rm/Ln Bl Rm)] (-Rm/Ln^2) &= \\ = 8 \pi Rm Pl/Ln^5 pl (Rm Pl/Bl Tm Ln) \end{aligned}$$

o sea que

$$(4.3) Dl = 8 \pi Rm Pl/Ln^5 pl (Rm Pl/Bl Tm Ln)$$

Si se integra la (4.3) para deducir  $Dp$  no se logrará algún nuevo resultado porque tendremos que

$$\begin{aligned} 8 \pi Rm Bl^4 Tm^4/Rm^3 Pl^3 = Dp = S_0^\infty Dl \cdot d Ln &= \\ = S_0^\infty [8 \pi Rm Pl/Ln^5 pl (Rm Pl/Bl Tm Ln)] &= \\ d Ln = 8 \pi Rm Pl (Bl Tm/Rm Pl)^4 &= \\ S_0^\infty [(Rm Pl/Bl Tm)^3/pl (Rm Pl/ &= \\ Bl Tm Ln)] \cdot d (-Rm Pl/Bl Tm Ln) &= \\ = 8 \pi Bl^4 Tm^4/Rm^3 Pl^3 \cdot S_0^\infty x^3 dx/Pl x &= \\ = 8 \pi In Bl^4 Tm^4/Rm^3 Pl^3 \end{aligned}$$

o sea una identidad como habíamos previsto.

4.4 Así como existe una y una sola  $Fr^*$  maximante  $Df$  por cada prefijada  $Tm$ , así una  $Ln^*$  maximante  $Dl$  y entonces  $Ln^*$ , como  $Fr^*$ , es una función de  $Tm$  en el sentido de Dirichlet,

y por lo tanto en la nueva termóptica ( $Rm, Bl, Pl$ ) tiene que existir una relación del tipo  $0 = f_i (Ln^*, Tm, Rm, Bl, Pl)$  y entonces el álgebra de las magnitudes sugiere buscar los monomios cerodimensionales cuyos factores, no todos aparentes, sean los argumentos de  $f_i$ , es decir los monomios  $Cd$  tales que siendo  $l, t, r, b, p$  no todos ceros  $ln^0 dr^0 mi^0 tm^0 = Cd = ln^{-1} Tm^t Rm^r Bl^b Pl^p = (ln)^1 (Tm)^t (ln dr^{-1})^r (ln^2 dr^{-2} mi tm^{-1})^b (ln^2 dr^{-1} mi)^p = ln^{1+r+2b+2p} dr^{-r-2b-p} mi^{b+p} tm^{-b} = ln^0 dr^0 mi^0 tm^0$

de donde, eligiendo a  $l$  como variable independiente se deduce que

$$t = l, \text{ et, } r = -l, \text{ et, } b = l, \text{ et, } p = l$$

de manera que los monomios  $Cd$  que estamos buscando son todos y solos tales que

$$Cd = Ln^{-1} Tm^l Rm^{-l} Bl^l Pl^{-1} = (Ln^* Tm Rm^{-1} Bl Pl^{-1})^l$$

y entonces todas y solas las potencias del monomio tal que

$$Cd = Ln^* Tm Rm^{-1} Bl Pl^{-1}$$

así que la relación que estamos buscando, en virtud de la definición de ley física que el álgebra de las magnitudes nos sugiere tiene que ser del tipo

$$0 = f_i^* (Ad^* Cd) = f_i^* (Ad^* Ln^* Tm Rm^{-1} Bl Pl^{-1})$$

siendo  $Ad^*$  una constante adimensional indeterminada y  $f_i^*$  una función indeterminada también, de donde, resolviendo con respecto a  $Ad^* Cd$  e indicando con  $ad^*$  otra constante adimensional indeterminada, el cero de  $f_i^*$ , se deduce que  $ad^* = Ad^* Ln^* Tm Rm^{-1} Pl^{-1}$

de donde, indicando con  $Al$  la constante indeterminada adimensional  $Ad^*/Ad^*$  se deduce que

$$Ln^* = Rm Pl/Al Bl Tm$$

y como la experiencia (las isothermas de Lummer-Pringsheim en función de  $Ln$ ) sugieren que

$$Ln^* = Wl^*/Tm, \text{ et, } Wl^* = \text{constante termóptica de Wien} = 2,99 \cdot 10^{-3} \text{ mt Kl}$$

se deduce la relación  $Wl^* = Rm Pl/Al Bl$  de donde se deduce que

$$(4.4) Al = Rm Pl/Bl Wl^*$$

Además, como  $Ln^*$  es el valor de  $Ln$  maximente  $Dl$  se deduce que

$$0 = D_{Ln^*} Dl = D_{Ln^*} [8 \pi Rm Pl/Ln^{*5} pl (Rm Pl/Rm Tm Ln^*)] = (8 \pi Bl^5 Tm^5/Rm^4 Pl^4) D_{Bl Tm Ln^*/Rm Pl} [(Rm Pl/Bl Tm Ln^*)^5 / pl (Rm Pl/Bl Tm Ln^*)] = (8 \pi Bl^5 Tm^5/Rm^4 Pl^4) D_{1/Al} (Al^5/pl Al) = (8 \pi (Bl^5 Tm^5/Rm^4 Pl^4) D_{Al} [1/al^5 pl (1/al)] =$$

$$= (8 \pi Bl^5 Tm^5/Rm^4 Pl^4) [-5 al^4 pl (1/al) - al^5 (-1/al^2) pl^2 (1/al)/al^0 pl^2 (1/al) = (8 \pi Bl^5 Tm^5 al^6/Rm^4 Pl^4 pl^2 Al) (5 pl Al - Al pl^2 Al) = 0 \text{ o sea que } 0 = 5 pl Al - Al pl^2 Al$$

de donde recordando la (4.4) se deduce que

$$(4.4)^* 0 = 5 pl (Rm Pl/Bl Wl^*) - (Rm Pl/Bl Wl^*) \cdot pl^2 (Rm Pl/Bl Wl^*)$$

4.5 Si se indica con  $Dl^*$  el valor máximo de  $Dl$  se deduce que

$$Dl = 8 \pi Rm/Ln^{*5} pl (Rm Pl/Bl Tm Ln^*) = 8 \pi Rm Pl/(Wl^*/Tm)^5 pl (Rm Pl/Bl Wl^*) = [8 \pi Rm Pl/Wl^{*5} pl (Rm Pl/Bl Wl^*)] \cdot Tm^5 \text{ o sea que}$$

$$Dl^* = [8 \pi Rm Pl/Wl^{*5} pl (Rm Pl/Bl Wl^*)] \cdot Tm^5$$

y como la experiencia (las isothermas de Lummer-Pringsheim) sugieren que

$$Dl^* = Wl Tm^5, \text{ et, } Wl = 1,72 \cdot 10^{-18} \text{ mt}^{-2} \text{ sc}^{-2} \text{ Kg Kl}^{-5}$$

así se deduce que

$$Wl = 8 \pi Rm Pl/Wl^{*5} pl (Rm Pl/Bl Wl^*)$$

de donde se deduce que

$$(4.5) pl (Rm Pl/Bl Wl^*) = 8 \pi Rm Pl/Wl^{*5} Wl$$

de donde recordando la (4.4)\* se deduce que

$$(4.5)^* pl (Rm Pl/Bl Wl^*) = 40 \pi Bl/Wl Wl^{*4}$$

Si entonces se recuerdan los valores de las constantes encontradas durante nuestra investigación se pueden simplificar las (4.5) y (4.5)\* calculando los monomios cerodimensionales que en las mismas aparecen, y precisamente

$$Rm Bl^{-1} Wl^{*-1} Pl = 3,00 \cdot 10^8 \cdot 1,38^{1-} \cdot 10^{-23} \cdot 3,55 \cdot 10^{-34} Ri = 2,66 Ri$$

$$8 \pi Rm Wl^{*5} Wl^{-1} Pl = 8 \cdot 3,14 \cdot 3,00 \cdot 10^8 \cdot 2,99^{-5} \cdot 10^{15} \cdot 1,72^{-1} \cdot 10^{13} \cdot 3,55 \cdot 10^{-34} \cdot Ri = 76,3 Ri$$

$$40 \pi Bl Wl^{*4} Wl^{-1} = 40 \cdot 3,14 \cdot 1,38 \cdot 10^{23} \cdot 2,99^{-4} \cdot 10^{12} \cdot 1,72^{-1} \cdot 10^{18} = 143$$

y sustituyendo estos valores en aquellas se deduce que

$$pl (2,66 Ri) = 76,3 Ri, \text{ et, } pl^2 (2,66 Ri) = 143$$

de donde recordando el valor de  $Ri$  sugerido por la (3.5) se deduce que

$$pl [2,66 (S_0 \infty x^3 dx/pl x)^{1/3}] = 76,3 (S_0 \infty x dx/pl x)^{1/3}$$

$$pl^2 [2,66 (S_0 \infty x^3 dx/pl x)^{1/3}] = 143$$

que como las (4.2) y (4.2)\* son ecuaciones funcionales diferenciales integrales singulares de un tipo bastante complicado, mas que permiten, también si no se saben resolver, la búsqueda de un  $pl$  con un mínimo de tentativas.

4.6 Como los conocimientos que poseemos sobre las ecuaciones que encontramos y que es conveniente reunir en el sistema

$$(4.6) \left\{ \begin{array}{l} pl \ 0 = 0 \\ pl^I \ 0 = 1 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} pl \ (1,51 \ Ri) = 8,67 \ Ri \\ pl^I \ (1,51 \ Ri) = 16,8 \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} pl \ (2,66 \ Ri) = 76,3 \ Ri \\ pl^I \ (2,66 \ Ri) = 143 \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Ri = In^{1/3} \\ In = S_0^\infty \ x^3 \ dx/pl \ x \end{array} \right\}$$

no nos permiten, por lo menos con cierta facilidad, encontrar la forma de la función  $pl$  hasta ahora indeterminada, así se tratará de alcanzar la misma a través de las siguientes consideraciones: "en la relación que llamamos ley de Wien

$$Df = 8 \pi \ Pl \ Fr^3/Rm^3 \ pl \ (Pl \ Fr/Bl \ Tm)$$

póngase en evidencia lo que todavía queda incógnito, y precisamente  $pl$  y  $Ri$ , en la manera siguiente

$$Df = 8 \pi \ Ri \ Pl^{**} \ Fr/Rm^3 \ pl$$

$$(Ri \ Pl^{**} \ Fr/Bl \ Tm) =$$

$$= (8 \pi \ Pl^{**} \ Fr^3/Rm^3)$$

$$(Ri/pl \ (Ri \ Pl^{**} \ Fr/Bl \ Tm) = Df)$$

de manera que aislándolo se deduce que

$$pl \ (Ri \ . \ Pl^{**} \ Fr/Bl \ Tm)/Ri =$$

$$= 8 \pi \ Pl^{**} \ Fr^3/Rm^3 \ Df$$

así que si elegimos como nuevas variables  $X$  e  $Y$  tales que

$$X = Pl^{**} \ Fr/Bl \ Tm, \text{ et, } Y =$$

$$= lg \ (8 \pi \ Pl^{**} \ Fr^3/Rm^3 \ Df)$$

se encuentra que entre  $X$  e  $Y$  tiene que subsistir la siguiente relación

$$Y = lg \ (8 \pi \ Pl^{**} \ Fr^3/Rm^3 \ Df) =$$

$$= lg \ [pl \ (Ri \ Pl^{**} \ Fr/Bl \ Tm)/Ri] =$$

$$= lg \ [pl \ (Ri \ X)/Ri] = lg \ pl$$

$$(Ri \ X) - lg \ Ri = Y$$

o sea que

$$(4.6)^* \ Y = lg \ pl \ (Ri \ X) - lg \ Ri$$

relación de la cual las isothermas de Lummer-Pringsheim permiten construir el gráfico, y, eso es fundamental, relación en la que una de las incógnitas,  $ln \ Ri$ , se presenta aislada.

4.7 El gráfico de la (4.6)\* construido por medio de las isothermas de Lummer-Pringsheim indica que para valores de  $X$  bastante grandes la (4.6)\* puede ser substituída por la relación lineal

$$Y = 0,81 \ X - 0,27$$

de manera que confrontando esta última con la (4.6)\* se deduce que

$$lg \ Ri = 0,27, \text{ et, } lg \ pl \ (Ri \ X) = 0,81 \ X$$

de donde se deduce que

$$Ri = lg^{-1} \ 0,27 = 1,87, \text{ y entonces,}$$

$$In = Ri^3 = 1,87^3 = 6,50, \text{ y además}$$

$$pl \ (Ri \ X) = pl \ (1,87 \ X) = lg^{-1} \ (0,81 \ X) =$$

$$= 10^{0,81 \ X} = e^{1,87 \ X} = e^{31 \ X} \text{ o sea que}$$

$pl \ (Ri \ X) = e^{31 \ X}$  por  $X$  bastante grande y por lo tanto las ecuaciones (4.6) se simplifican como sigue

$$\left\{ \begin{array}{l} pl \ 0 = 0 \\ pl^I \ 0 = 1 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} pl \ 2,82 = 15,8 \\ pl^I \ 2,82 = 16,8 \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} pl \ 4,97 = 142 \\ pl^I \ 4,97 = 143 \end{array} \right\} \ S_0^\infty \ x^3 \ dx/pl \ x = 6,50$$

de manera que el problema de encontrar la  $pl$  se ha reducido por fin al problema que encabeza el 4.8, y además podemos afirmar que la constante dinámica  $Pl$  de Planck, es tal que

$$Pl = Ri \ Pl^{**} = 1,87 \ . \ 3,55 \ . \ 10^{-34} \ mt^2 \ sc^{-1} \ Kg =$$

$$= 6,62 \ . \ 10^{-34} \ mt^2 \ sc^{-1} \ Kg$$

4.8 Como decimos al finalizar el 4.7 el problema de encontrar  $pl$  se reduce a "determinar  $pl$  tal que por  $x$  bastante grande  $pl \ x = e^x$  y

$$\left\{ \begin{array}{l} pl \ 0 = 0 \\ pl^I \ 0 = 1 \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} pl \ 2,82 = 15,8 \\ pl^I \ 2,82 = 16,8 \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} pl \ 4,97 = 142 \\ pl^I \ 4,97 = 143 \end{array} \right\} \ S_0^\infty \ x^3 \ dx/pl \ x = 6,50$$

La primera condición con las dos primeras ecuaciones sugiere en seguida que  $pl \ x = e^x - 1$  porque entonces por valores bastante grandes de  $x$ ,  $pl \ x = e^x$  y  $pl \ 0 = e^0 - 1 = 0$ , y  $pl^I \ 0 = e^x = 1$ , y además tenemos que

$$pl^I \ 2,82 = e^{2,82} = 16,8, \text{ y, } pl \ 2,82 =$$

$$= e^{2,82} - 1 = 16,8 - 1 = 15,8, \text{ y,}$$

$$pl^I \ 4,97 = e^{4,97} = 143, \text{ y, } pl \ 4,97 =$$

$$= e^{4,97} - 1 = 143 - 1 = 142, \text{ y,}$$

$$S_0^\infty \ x^3 \ dx/pl \ x = S_0^\infty \ x^3 \ dx/(e^x - 1) =$$

$$= \pi^4/15 = 6,50$$

de manera que podemos afirmar que  $pl$  tal que  $pl \ x = e^x - 1$  es la solución del problema abierto con el descubrimiento de las leyes de Kirchhoff, solución que satisface con óptima aproximación las condiciones requeridas por la experiencia.

Concluyendo podemos afirmar que

"La teoría de la radiación negra está levantada sobre las bases de una termóptica caracterizada por las constantes dimensionales

$$Rm = \text{constante óptica de Roemer}$$

$$= 3,00 \ . \ 10^8 \ mt \ sc^{-1}$$

$$Bl = \text{constante térmica de Boltzmann}$$

$$= 1,38 \ . \ 10^{-23} \ mt^2 \ sc^{-2} \ Kg \ Kt^{-1}$$

$$Pl = \text{constante dinámica de Planck}$$

$$= 6,62 \ . \ 10^{-34} \ mt^2 \ sc^{-1} \ Kg$$

y determinada por la ley fundamental de distribución de la densidad energética específica monocromática

$$Df = (8 \pi \ Pl \ Fr^3/Rm^3) \ .$$

$$[c \ \vdash \ (Pl \ Fr/Bl \ Tm) - 1]$$

que es la ley descubierta por Planck en el 1901 después de veinte años de búsquedas como el mismo Planck lo afirma.

### Ch. 5 Deducción de la hipótesis euantística.

5.0 Ahora que tenemos la ley fundamental que rige el fenómeno de la "radiación negra", ley deducida usando solamente los "datos de la experiencia", ley de Stefan y curvas de Lummer-Pringsheim, y que, por lo tanto podemos estar satisfechos desde el punto de vista del "abstractismo" o del "positivismo", deseamos también estar satisfechos desde el punto de vista del "modelismo" o "intuicionismo" (no el del Wiener Kreis) y entonces queremos demostrar que la (4.8) sugiere "necesariamente" el "modelo cuantístico".

5.1 Empezamos con buscar el número  $d Fc$  de las "frecuencias características" o "grados de libertad" relativos al intervalo espectral  $Fr \pm Fr + d Fr$ , y propias del volumen  $Vl$  de la cavidad  $Cv$  en que está encerrada energía radiante en equilibrio térmico, en el cuadro de una teoría óptica caracterizada por  $Rm$ .

La relación que estamos buscando se puede representar así

$$0 = f_i(d Fc, Fr, d Fr, Vl, Rm)$$

Podrá parecer que el álgebra de las magnitudes, en este caso tenga que fracasar porque lo que estamos buscando, o sea  $d Fc$  es una variable adimensional. Pero es fácil pensar que  $d Fc$  tenga que ser proporcional directamente a  $d Fr$  y a  $Vl$ , y entonces la relación que estamos buscando podemos representarla como sigue

$$0 = f_i(d Fc/Vl, d Fr, Fr, Rm)$$

y entonces el álgebra de las magnitudes nos sugiere buscar los monomios cerodimensionales cuyos factores, no todos aparentes, sean los argumentos de  $f_i$ , es decir los monomios  $Cd$  tales que siendo  $c, f, r$  no todos ceros  $\ln^0 dr^0 = Cd = (d Fc/Vl d Fr)^c Fr^f Rm^r = (\ln^{-3} dr)^c (\ln dr^{-1})^f = \ln^{-3c+f} dr^{c-f-r} = \ln^0 dr^0$

de donde se deduce que

$$0 = -3c + r = c - f - r$$

de donde eligiendo a  $c$  como variable independiente, se deduce que

$$f = -2c, et, r = 3c$$

de manera que los monomios  $Cd$  que estamos buscando son todos y solos tales que

$$Cd = (d Fc/Vl d Fr)^c Fr^{-2} Rm^{3c} = (d Fc Vl^{-1} (d Fr)^{-1} Fr^{-2} Rm^3)^c$$

y entonces todas y solas potencias del monomio  $Cd$  tal que

$$Cd = d Fc Rm^3 Vl^{-1} Fr^{-2} (d Fr)^{-1}$$

así que la relación que estamos buscando debe ser del siguiente tipo en virtud de la definición de ley física que el álgebra de las magnitudes nos sugiere

$$0 = f_i^*(Ad^* Cd) = f_i^*(Ad^* d Fc Rm^3 Vl^{-1} Fr^{-2} (d Fr)^{-1})$$

en donde  $Ad^*$  es una constante adimensional indeterminada y  $f_i^*$  una función indeterminada también, de donde resolviendo con respecto a  $Ad^* Cd$  e indicando con  $ad^*$  una nueva constante adimensional indeterminada, el cero de  $f_i^*$ , se deduce que

$$ad^* = Ad^* d Fc Rm^3 / Vl Fr^2 d Fr$$

de donde indicando con  $Ad$  a la constante, adimensional indeterminada  $ad^*/Ad^*$  se deduce que

$$(5.1) d Fc = Ad \cdot Vl Fr^2 d Fr / Rm^3$$

Si en este punto recordamos que estamos hablando de "luz natural" y no "polarizada" y de "distribución energética radiante espacial" entonces es fácil convencerse que la constante  $Ad$  tiene que ser igual a  $2.4 \pi$  en donde el factor 2 aparece porque la radiación es "natural" y el factor  $4 \pi$  porque la distribución es "radiante espacial", de manera que la (5.1) podemos especificarla en la relación que sigue

$$d Fc = 8 \pi Vl Fr^2 d Fr / Rm^3$$

que es la fórmula demostrada por Rayleigh en el año de 1900.

5.2 Si ahora recordamos que con  $Df$  indicamos la densidad energética específica monocromática, entonces podemos afirmar que la energía radiante monocromática  $d Em$ , relativa al intervalo espectral  $Fr \pm Fr + d Fr$ , contenida en el volumen  $Vl$  y allí en equilibrio térmico a la temperatura  $Tm$  se puede expresar como sigue

$$\begin{aligned} d Em &= Vl \cdot Df d Fr = \\ &= Vl [8 \pi Pl Fr^3 / Rm^3 (e^{Pl Fr/B1 Tm} - 1)] \cdot d Fr \\ &= (8 \pi Vl Fr^2 d Fr / Rm^3) \cdot \\ &= Pl Fr / (e^{Pl Fr/B1 Tm} - 1) = \\ &= d Fc \cdot Pl Fr / (e^x - 1) = \\ &= d Fc Pl Fr (-1 + e^x) [-e^x / (e^x - 1)^2] \\ &= d Fc Pl Fr (-1 + e^x) D_x [1 / (e^x - 1)] = \\ &= d Fc Pl Fr (-1 + e^x) D_x \\ &= [e^x / (1 - e^x)] = d Fc Pl Fr (-1 e^x) D_x \\ &= [e^x (1 + e^x + e^{2x} + \dots)] = \\ &= d Fc Pl Fr (-1 + e^x) D_x \\ &= (e^x + e^{2x} + e^{3x} + \dots) = \\ &= d Fc Pl Fr (-1 + e^x) \\ &= (-e^x - 2e^{2x} - 3e^{3x} \dots) = \\ &= d Fc Pl Fr (1 - e^x) \\ &= (0 \cdot e^{0x} + 1 \cdot e^{-x} + 2 \cdot e^{-2x} + \dots) = \\ &= d Fc Pl Fr (1 - e^x) \sum_0^\infty x e^x = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= d Fc \cdot \sum_0^{\infty} [(1 - e^{-x}) e^{-x} \cdot x \text{ Pl } Fr] = \\
&= d Fc \sum_0^{\infty} [Fc (1 - e^{-x}) e^{-x} \cdot x \text{ Pl } Fr] / Fc \\
&= d Fc \cdot \sum_0^{\infty} [Fc (1 - e^{-\text{Pl } Fr / \text{Bl } Tm}) \\
&e^{-x \text{ Pl } Fr / \text{Bl } Tm}] \cdot (x \text{ Pl } Fr) / Fc = \\
&= d Fc (\sum_0^{\infty} Fc_x \cdot J_{0x}) / \sum_0^{\infty} Fc_x = d Fc \cdot Ef
\end{aligned}$$

en donde pusimos sucesivamente

$$\begin{aligned}
d Fc &= 8 \pi V l Fr^2 d Fr / Rm^3, \text{ et, } X = \\
&= \text{Pl } Fr / \text{Bl } Tm, \text{ et,} \\
Fc_x &= Fc (1 - e^{-\text{Pl } Fr / \text{Bl } Tm}) e^{-x \text{ Pl } Fr / \text{Bl } Tm}, \text{ et,} \\
Ef_x &= x \text{ Pl } Fr, \text{ et, } Ef = \\
&= (\sum_0^{\infty} Ef_x Fc_x) / (\sum_0^{\infty} Fc_x)
\end{aligned}$$

y notando que

$$\begin{aligned}
\sum_0^{\infty} x Fc_x &= \sum_0^{\infty} x Fc (1 - e^{-\text{Pl } Fr / \text{Bl } Tm}) \\
e^{-x \text{ Pl } Fr / \text{Bl } Tm} &= Fc
\end{aligned}$$

de manera que  $d Em$  se puede escribir como sigue

$$\begin{aligned}
(5.2) \quad d Em &= V l \cdot Df \cdot d Fr = \\
&= (8 \pi V l Fr^2 d Fr / Rm^3) \\
&(\text{Pl } Fr / (e^{\text{Pl } Fr / \text{Bl } Tm} - 1)) = \\
&= (8 \pi V l Fr^2 d Fr / Rm^3) \\
&[\sum_0^{\infty} x Fc (1 - e^{-\text{Pl } Fr / \text{Bl } Tm}) \\
&e^{-x \text{ Pl } Fr / \text{Bl } Tm} \cdot x \text{ Pl } Fr] / \\
&/ [\sum_0^{\infty} x Fc (1 - e^{-\text{Pl } Fr / \text{Bl } Tm}) e^{-x \text{ Pl } Fr / \text{Bl } Tm} = \\
&= d Fc (\sum_0^{\infty} Fc_x Ef_x) / (\sum_0^{\infty} Fc_x) = d Fc \cdot Ef
\end{aligned}$$

5.3 De lo afirmado en 5.0, 5.1, 5.2, podemos concluir que

$\pi$	= 3,14
$e$	= 2,72
$Bl$	= $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ mt}^2 \text{ sc}^{-2} \text{ Kg Kl}^{-2}$
$Rm$	= $3,00 \cdot 10^8 \text{ mt} \text{ sc}^{-1}$
$St$	= $7,57 \cdot 10^{-16} \text{ mt}^{-1} \text{ sc}^{-2} \text{ Kg Kl}^{-4}$
$Pl^*$	= $1,21 \cdot 10^{-34} \text{ mt}^2 \text{ sc}^{-1} \text{ Kg}$
$Pl^{**}$	= $3,55 \cdot 10^{-34} \text{ mt}^2 \text{ sc}^{-1} \text{ Kg}$
$Wf^*$	= $5,88 \cdot 10^{10} \text{ sc}^{-1} \text{ Kl}^{-1}$
$Wf$	= $7,95 \cdot 10^{-27} \text{ mt}^{-1} \text{ sc}^{-1} \text{ Kg Kl}^{-3}$
$Wl^*$	= $2,99 \cdot 10^{-3} \text{ mt} \text{ Kl}$
$Wl$	= $1,72 \cdot 10^{-13} \text{ mt}^{-2} \text{ sc}^{-2} \text{ Kg Kl}^{-5}$
$Ri$	= 1,87
$F_n$	= 6,50
$Af$	= 2,82
$Pl^1 Af$	= 1,68 \cdot 10
$Al$	= 4,97 $10^2$
$pl^1 Al$	= 1,43.
$Pl$	= $6,62 \cdot 10^{-34} \text{ mt}^2 \text{ sc}^{-1} \text{ Kg}$

"la energía monocromática  $d Em$ , relativa al intervalo espectral  $Fr \pm Fr + d Fr$ , contenida en el volumen  $Vl$  de una cavidad  $Cv$  allí en equilibrio térmico a la temperatura absoluta  $Tm$  puede expresarse según las fórmulas (5.2), y las mismas sugieren la siguiente "interpretación" o "modelo"

"la energía radiante monocromática  $d Em$ , relativa al intervalo espectral  $Fr \pm Fr + d Fr$ , contenida en el volumen  $Vl$  de una cavidad  $Cv$  y allí en equilibrio térmico a la temperatura absoluta  $Tm$ , es igual al producto del número  $d Fc$  (que es igual a  $8 \pi V l Fr^2 d Fr / Rm^3$ ) de las "frecuencias características o propias" contenidas en el volumen  $Vl$  y relativas al intervalo espectral

$Fr \pm Fr + d Fr$ , por la energía media  $Ef$  (que es igual a  $\text{Pl } Fr / (e^{\text{Pl } Fr / \text{Bl } Tm} - 1)$ ) de cada una de las frecuencias propias de  $Vl$  en número de  $Fc$ , agrupadas en clases ( $x$ ) cada una de las cuales contiene un número de frecuencias propias dado por  $Fc_x$  (que es igual a  $Fc (1 - e^{-\text{Pl } Fr / \text{Bl } Tm}) e^{-x \text{ Pl } Fr / \text{Bl } Tm}$ ) caracterizadas por el hecho de poseer, cada una de estas  $Fc_x$ , la energía  $Ef_x$  (que es igual a  $x \cdot \text{Pl } Fr$ )"

y esta proposición, aquí deducida como interpretación de la ley de Planck, es precisamente aquella que la teoría cuantística asume como postulado.

Cp 6 Notas.

6.0 Creemos conveniente consignar en una tabla los valores numéricos, con la mantisa de sus logaritmos decimales, de las constantes, dimensionales o no, encontradas en el estudio que precede, y las primeras expresadas en el sistema "práctico"  $mt$  (metro)  $sc$  (segundo)  $Kg$  (kilogramo)  $Kl$  (Kelvin)

Los valores están aproximados, todos, a la tercera cifra significativa

$mn \lg \pi$	= 0,497
$mn \lg e$	= 0,434
$mn \lg Bl$	= 0,140
$mn \lg Rm$	= 0,477
$mn \lg St$	= 0,879
$mn \lg Pl^*$	= 0,083
$mn \lg Pl^{**}$	= 0,550
$mn \lg Wf^*$	= 0,769
$mn \lg Wf$	= 0,900
$mn \lg Wl^*$	= 0,462
$mn \lg Wl$	= 0,235
$mn \lg Ri$	= 0,271
$mn \lg F_n$	= 0,813
$mn \lg Af$	= 0,450
$mn \lg^1 Pl^1 Af$	= 0,225
$mn \lg Al$	= 0,696
$mn \lg Pl^1 Al$	= 0,156
$mn \lg Pl$	= 0,821

6.1 Creemos conveniente poner en evidencia que las consideraciones desarrolladas en 4.0, ..., 4.5 así como las conclusiones a que llegamos, y precisamente que la función  $pl$  debe ser tal que

$$\left\{ \begin{array}{l} pl(1,51 Ri) = 8,67 Ri \\ pl^1(1,51 Ri) = 16,8 \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} pl(2,66 Ri) = 76,3 Ri \\ pl^1(2,66 Ri) = 143 \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Ri = In^{1/3} \\ In = S_0 \infty x^3 dx / pl x \end{array} \right\}$$

podemos considerarlas como innecesarias en

$$Rm = \text{constante óptima de Roemer} = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{sc}^{-1}$$

$$Bl = \text{constante térmica de Boltzmann} = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ m}^2 \text{ sc}^{-1} \text{ Kg} \text{ Kl}^{-1}$$

$$Pl = \text{constante dinámica de Planck} = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ sc}^{-1} \text{ Kg}$$

y determinada por la ley de Lummer-Planck (6.20).

$$6.20 \quad Df = 8 \pi Pl Fr^3 / Rm^3 (e^{Pl Fr / Bl Tm} - 1)$$

$$6.20^1 \quad Dl = 8 \pi Rm Pl / Ln^3 (e^{Rm Pl / Bl Tm Ln} - 1)$$

$$6.21 \quad Df = 8 \pi Bl Fr^2 Tm / Rm^3$$

$$6.21^1 \quad Dl = 8 \pi Bl Tm / Ln^4$$

$$6.22 \quad Df = 8 \pi Bl Fr^3 / Rm^3 e^{Pl Fr / Bl Tm}$$

$$6.22^1 \quad Dl = 8 \pi Rm Pl / Ln^5 e^{Rm Pl / Bl Tm Ln}$$

$$6.23 \quad Fr^* = Af^* Bl Tm / Pl$$

$$6.23^1 \quad Ln^* = Rm Pl / Al^* Bl Tm$$

$$6.24 \quad Df^* = 8 \pi Af^* (3 - Af^*) Bl^3 Tm^3 / Rm^3 Pl^2$$

$$6.24^1 \quad Dl^* = 8 \pi Al^{*4} (5 - Al^*) Bl^3 Tm^5 / Rm^4 Pl^4$$

$$6.25 \quad 0 = e^{Al^*} (3 - Af^*) - 3, \rightarrow, Af^* = 2,82$$

$$6.25^1 \quad 0 = e^{Al^*} (5 - Al^*) - 5, \rightarrow, Al^* = 4,97$$

$$6.26 \quad Dp = 8 \pi^5 Bl^4 Tm^4 / 15 Rm^3 Pl^3$$

lo que concierne a la búsqueda de la misma  $pl x$  como ha sido desarrollada en 4.6, ..., 4.8, pero se demostraron utilísimas para "comprobar" con un mínimo de pruebas, que la solución aparecida a través de las consideraciones desarrolladas en 4.6, ..., 4.8 era precisamente la que estábamos buscando.

6.2 Creemos conveniente reunir en un solo  $Pr$  las proposiciones que paso a paso encontramos durante el estudio hecho, expresadas ahora, todas, en términos de la termóptica ( $Rm, Bl, Bl, pl$ ) o sea la termóptica *caracterizada* por las constantes

# EL PRIMER ARRIBO DE HUMBOLDT A LA NUEVA GRANADA

POR ARMANDO DUGAND

Profesor Asociado al Instituto de Ciencias Naturales,  
Universidad Nacional, Bogotá, Colombia.  
Ex-Director del mismo Instituto (1940-1953).

Se cree generalmente que el Barón Alejandro de Humboldt arribó por primera vez al territorio del Nuevo Reino de Granada el 28 de marzo de 1801, cuando el navío en que venía de La Habana hizo escala en el puerto de El Zapote, situado a la entrada de la bahía de Cispata, cerca a las bocas del río Sinú. Aprovechando la demora del bajel en este lugar, el célebre sabio prusiano y su compañero de viaje Aimé Goujoud, botánico rochelés más conocido con el apodo de Bonpland, desembarcaron en El Zapote y recorrieron sus alrededores hasta San Antero, coleccionando algunas plantas. Dos días después continuaron viaje por mar a Cartagena de Indias (\*), a cuya bahía entraron el 1º de abril, tras haberse librado de naufragar en un súbito temporal que les azotó frente a las costas de Tolú. Llegó Humboldt a Cartagena en Domingo de Ramos y a tiempo de observar un eclipse de luna esa misma noche (\*\*).

Sin embargo, no era ésta la primera vez que el ilustre naturalista pisaba tierra granadina. Para la exactitud histórica es menester recordar que un año antes, en abril y mayo de 1800, Humboldt y Bonpland hollaron varias veces el suelo que hoy pertenece a Colombia en las márgenes del Orinoco y el Atabapo, durante su famosa exploración de aquellos ríos.

Como prueba de ello traigamos a la memoria algunas circunstancias de tan extraordinario viaje, extractándolas del pormenorizado relato que Humboldt publicó en su obra "*Voyage aux Régions Equinoctiales du Nouveau Continent*" (Paris, 1820-1822), particularmente en los tomos sexto, séptimo y octavo.

Por abril del año de 1800 Humboldt y Bonpland subían el Orinoco en compañía del padre franciscano Bernardo Zea, misionero de la región de los raudales, y del oficial español don Nicolás Soto, cuñado del entonces gobernador de Barinas. Venían embarcados en una canoa o piragua que, a pesar de su buen tamaño —unos doce metros de eslora por noventa centímetros en las bordas— apenas tenía cabida suficiente para los cuatro viajeros principa-

(\*) Sabido es que Humboldt se proponía originalmente seguir viaje de Cartagena a Guayaquil y Quito por la vía de Panamá. En Cartagena relacionóse con don José Ignacio de Pombo, protector de los estudios científicos en la Nueva Granada, quien le instó a que subiera el río Magdalena y visitara a Santafé de Bogotá para conocer al sabio Mutis y los trabajos de la Real Expedición Botánica. Fue huésped de Pombo durante varios días en Cartagena y en Turbaco, y en este último lugar resolvió variar su itinerario en la forma que se conoce.

(\*\*) Los datos relativos al viaje de El Zapote a Cartagena me han sido comunicados muy gentilmente por el doctor Guillermo Hernández de Alba, historiador distinguido y actual Director de la Biblioteca Nacional de Colombia.

les y la inquieta tripulación de bogas o remeros que capitaneaba un indio civilizado llamado Zerepe. Además del equipo de campaña de los expedicionarios, sus baúles, armas, libros e instrumentos científicos, y cuanta impedimenta es necesaria para tan largo viaje por regiones casi despobladas, la estrecha embarcación cargaba también todas las colecciones de plantas, animales y minerales que venían haciendo desde su salida de San Fernando de Apure, el 30 de marzo, y cuyo número aumentaba cada día. Y como si fuera poco, acompañábalos un robusto perro que los seguía fielmente desde Caracas (cf. Tomo VI, pp. 341, 342, 346-349).

Acababan de vencer con dificultad el raudal de "Cariven" (Caribén) cuando, a las nueve de la mañana del 12 de abril, llegaron frente a la desembocadura del Meta. Aquí, el fuerte remolino que forman las dos poderosas corrientes del Orinoco y el Meta al encontrarse detúvolos durante dos horas, obligándolos a arrimarse por largo rato a una roca aislada en mitad del río (Tomo VII, p. 383). Frente a ellos tenían ya a la vista el territorio que hoy pertenece a Colombia en la banda meridional del Meta y la Occidental del Orinoco hacia el sur, precisamente donde hoy se asienta Puerto Carreño, capital de la Comisaría del Vicbada.

Dejando atrás la turbulenta confluencia del Meta, continuaron ese mismo día su viaje por el Orinoco, pasando frente a los caños "Uita" (Vita o Bitá?) y "Endava" que desembocan en la margen occidental (colombiana). Ya de noche llegaron al raudal de Tabajé, lugar histórico por haber sido término del viaje del Padre José Gumilla, célebre autor de *El Orinoco Ilustrado* (1741). Temerosos los remeros de arriesgarse a cruzar este raudal en la oscuridad, Humboldt y sus compañeros tuvieron que pasar la noche en un sitio extremadamente incómodo, tendidos sobre una roca inclinada cuyas grietas albergaban nubes de murciélagos, y oyendo de muy cerca el rugido de los jaguares que merodeaban en la selva vecina (Tomo VI, p. 390).

Muy temprano el día siguiente (13 de abril) pasaron el raudal de Tabajé, y al caer la tarde abordaron en la playa de Guaripo, arriba del raudal de San Borja. No dice Humboldt (Tomo VI, p. 394) en qué lado del Orinoco está dicha playa, pero puede suponerse razonablemente que se halla en la orilla izquierda u occidental, es decir, en territorio que hoy pertenece a Colombia, porque el Caño Guaripo o Guaripa desemboca en ese lado del río y es muy usual que la ladera o ribera inmediata a la boca de un afluente reciba el nombre de este último.

Considero por lo tanto que fue en la playa de Guaripo, al lado de la desembocadura del pequeño río de este mismo nombre, donde Humboldt y Bonpland pisaron suelo de Colombia por primera vez, el 13 de abril de 1800. El lugar se halla situado a unas dos leguas arriba del raudal de San Borja, aproximadamente a los 5° 56' de latitud boreal y 67° 30' de longitud al oeste de Greenwich.

Muy poco nos cuenta el ilustre viajero de la noche que pasaron en ese sitio, pero las siguientes frases lacónicas, tomadas de su libro, revelan que no fue muy placentera: "El temor de los pequeños peces caribes nos impidió bañarnos. Los cocodrilos que habíamos encontrado en esa jornada eran todos de tamaño extraordinario, de 22 a 24 pies de largo. El 14 de abril (...) los sufrimientos causados por los zancudos nos obligaron a partir a las cinco de la mañana". (Tomo VI, p. 394).

En los días 14, 15 y 16 de abril los expedicionarios prosiguieron su viaje, acampaudo todas las veces en la ribera derecha u oriental, que pertenece a Venezuela, y visitaron la misión de Atures, al lado de los grandes raudales que llevan el mismo nombre. También detuviéronse en esas jornadas, ya para almorzar, ya para pernoctar, en islas que pertenecen al país vecino, como las de "Guachaco" (Bachaco) y Panumana, esta última "muy rica en plantas" (Tomo VI, p. 395).

El 17, según refiere Humboldt (Tomo VII, pp. 153, 157), tras algunas horas de navegación pasaron el raudal de Garcita y acamparon "en la ribera izquierda del río, abajo de la isla de Tomo". Este lugar se halla por tanto en el lado colombiano, media legua abajo de la desembocadura del río Tomo, y al pie de un peñón granítico solitario llamado Laja Mapé. "La noche fue bella y serena —añade Humboldt— pero la capa de mosquitos era tan espesa cerca del suelo que no logré nivelar el horizonte artificial y perdí la observación de las estrellas".

El 18 madrugaron a las tres "para estar más seguros de llegar, antes de declinar el día, a la catarata conocida con el nombre de "Raudal de Guahibos" (abajo de los raudales de Maipures). Detuviéronse brevemente en la desembocadura del río Tomo, en el lado colombiano, mientras que los indios remeros preparaban sus alimentos.

La única aldea que Humboldt y Bonpland visitaron en territorio que hoy pertenece a Colombia fue Maipures, donde llegaron en la noche del 18 de abril tras de una accidentada marcha de dos horas a pie por un tupido bosque de palmeras, en la oscuridad más completa porque la lluvia había apagado sus teas de copal, y cruzando los crecidos arroyos sobre resbaladizos troncos atravesados en los cauces a manera de puentes. Habían desembarcado, ya entrada la noche y bajo una violenta tempestad, en el "Puerto de abajo", al pie de los raudales de Maipures y cerca de la boca del Caño Toparo o Tuppero. De su llegada a Maipures en altas horas de

la noche cuenta Humboldt que "sorprendióles doblemente el aspecto y la soledad del lugar; los indios estaban sumidos en el sueño más profundo, y no se oían sino los gritos de las aves nocturnas y el ruido lejano de la catarata." (Tomo VII, p. 164).

La misión de San José de Maipures, fundada en un sitio muy pintoresco por el capitán don José Solano en los tiempos de la Real Expedición de Límites (1754), tuvo considerable importancia en la región de los grandes raudales del Orinoco durante la segunda mitad del siglo XVIII, cuando la administraban los Padres Jesuítas. Su población, en la que se contaban varias familias de blancos, alcanzó entonces a unas seiscientas almas. Pero tras la expulsión de los Jesuítas vino a menos a tal punto que, cuando el viaje de Humboldt, el caserío se había reducido a siete u ocho cabañas pajizas que servían de albergue a unos sesenta indios (Tomo VII, pp. 166, 186). Estas escasas chozas rodeaban una pequeña capilla edificada con troncos de palmeras, al lado de una casa de dos pisos que el Padre Zea había hecho construir para él. La casa cural carecía de los enseres más elementales, como mesas y asientos, y se hallaba en tan destartada condición que el buen misionero decía con mucha gracia que en ella gozábese de "las mismas comodidades que en campo raso" (Tomo VII, p. 162).

Hoy no quedan de Maipures sino escasos vestigios cubiertos por la vegetación (\*).

En esa localidad permanecieron Humboldt y Bonpland dos días y medio, que aprovecharon de manera muy útil para la ciencia coleccionando plantas, haciendo observaciones sobre la topografía y la geología de la región, y tomando notas etnológicas y lingüísticas de gran interés (Tomo VII, pp. 164 a 208. Véase también "*Cuadros de la Naturaleza*", por Humboldt, traducción de B. Giner, Madrid, 1876, pp. 221 a 229). Mientras tanto, una cuadrilla de indios se ocupaba en subir la piragua desocupada, halándola por los extensos raudales, desde el "puerto de abajo" hasta el "de arriba", situado este último en la desembocadura del Caño Camejé.

Habiéndose embarcado nuevamente el 21 a las dos de la tarde en el "puerto de arriba", y pasado la noche en la gran isla Ratón, perteneciente hoy a Venezuela, los viajeros llegaron el 22 a la desembocadura del río Vichada. Arrimando su piragua otra vez a la orilla occidental (colombiana), saltaron a tierra momentáneamente con el objeto de examinar la vegetación en un sitio muy ameno que Humboldt describe como de los más pintorescos por la muche-

(\*) Maipures es localidad frecuentemente citada en las ciencias naturales. Después de Humboldt y Bonpland, que le dieron renombre primero, fue visitada hace un siglo por el gran explorador botánico inglés Richard Spruce, quien permaneció allí diez días en junio de 1854 (cf. R. Spruce, "*Notes of a Botanist on the Amazon and Andes*, edited and condensed by Alfred Russell Wallace, Vol. I [1908], pp. 453 et seq.). En diciembre de 1898 y enero de 1899 coleccionaron numerosos ejemplares en Maipures el ornitólogo George K. Cherrie y su esposa, Stella M. Cherrie; y en enero y fines de abril de 1913 tocóles el turno a los coleccionadores de aves Leo E. Miller y F. X. Iglesider (cf. A. Dugand y W. H. Phelps, "*El Status Geográfico de las aves de Maipures*", en *Caldasia*, Vol. 4, No. 8, pp. 243 et seq., 1946).

dumbre de peñas graníticas que allí se yerguen entre la selva, y cuyas formas caprichosas semejan bloques prismáticos, pilastras aisladas, o arruinados torreones de pocos metros de elevación. Admiráronse que estas peñas, algunas de las cuales tienen la cima coronada de palmeras, estuviesen cubiertas de musgos y líquenes, pues por mucho tiempo creyóse que las criptógamas no medraban en la zona tórrida. Su sorpresa fue también grande al notar que entre las rocas crecía una rara especie de cacto columnar.

Volviendo a su piragua, y siguiendo el viaje río arriba, dejaron atrás el Caño Pirajavi en la margen oriental, y luégo en la occidental un pequeño río que, según los tripulantes indios, nace en un lago llamado Nao. Esa misma tarde desembarcaron en una playa cercana a la boca del río Zamá, a pocas leguas arriba de la del Vichada, y también en el lado colombiano del Orinoco. Allí pasaron la noche.

De aquí en adelante prosiguió el dificultoso viaje fluvial de Humboldt y sus compañeros, Orinoco arriba, hasta la doble confluencia del Guaviare y el Atabapo (San Fernando de Atabapo, 25 de abril), y por este último río —y su afluente el Temí— rumbo al sur hasta el Caño Tuámini y la misión de San Antonio de "Javita" (Yavita), en territorio de Venezuela, donde llegaron el 1º de mayo. En Yavita permanecieron cinco días alojados en casa del afable misionero Eugenio Cereso, examinando la vegetación de los alrededores y coleccionando ejemplares guiados por el célebre cacique Yavita que en un tiempo fue aliado de los portugueses tratantes de esclavos. Mientras tanto, veintitrés indios llevaban la larga y pesada piragua hasta el Caño Pimichín, arrastrándola con gran dificultad por tierra en una distancia de 14 kilómetros (\*) a través de una selva grandiosa, poblada de árboles gigantescos y gran número de serpientes (Tomo VII, pp. 299, 302-304, 313, 318, 347, 353).

Embarcándose al salir el sol, el 6 de mayo, bajaron en cuatro horas y media hasta el río Guainía por el angosto y muy sinuoso riachuelo llamado Caño Pimichín. Siguiéron el Guainía, aguas abajo, deteniéndose brevemente en las misiones de Maroa y San Mignel de Davipe que se hallan en la ribera venezolana, y pasando de largo frente a la de Tomo, en la banda colombiana. Al caer el sol llegaron a la isla de Dapa y desembarcaron para pernoctar, mas una lluvia persistente impidióles sentar su campamento al raso, y viéronse obligados a buscar refugio en la única choza que había en esos contornos. Pasaron allí una noche pésima durmiendo promiscuamente con numerosos indios de ambos sexos, totalmente desnudos, cuyo alimento principal eran hormigas ahumadas. Mucho antes del alba, el 7 de mayo, salieron de la isla Dapa y siguieron viaje rumbo al sur por el Guainía. Doce horas después, aprovechando la rápida corriente del río, lle-

garon a San Carlos, en la orilla venezolana y ocho millas abajo del punto en que el Casiquiare une sus aguas a las del Guainía para formar el Río Negro, el mayor afluente norteño del Amazonas. En San Carlos dióles hospedaje en su casa el comandante de la pequeña guarnición española, compuesta de diecisiete soldados mal armados, destinada allí para vigilar la frontera con los dominios portugueses del Brasil.

San Carlos fue el punto extremo alcanzado por Humboldt en su exploración del Río Negro. Frente a esta población había entonces un pequeño fortín que los españoles llamaban pomposamente "Castillo de San Felipe". El sitio en que se levantaba esta obra militar hállase en la ribera que hoy pertenece a Colombia, donde todavía pueden verse los vestigios. Pero no consta que Humboldt ni Bonpland atravesaran el río para visitar tamaña "fortaleza"; al contrario, bien explícito es el sabio prusiano en su relato (Tomo VII, pp. 447 y 448) al manifestar que el comandante de San Carlos celoso guardián de los secretos militares de España en estas remotas comarcas, solamente permitió la visita a don Nicolás Soto, el oficial español que acompañaba a Humboldt.

El río Atabapo en casi toda su longitud (desde su desembocadura hasta la confluencia del Guasacaví), y el río Guainía en toda la parte que Humboldt y Bonpland recorrieron, forman la frontera natural actual entre Colombia y Venezuela, siendo de Colombia la banda occidental de estos ríos, y de Venezuela la oriental. Según el relato de Humboldt (Tomo VII, pp. 275 a 445) los exploradores unas veces desembarcaban para herborizar o pasar la noche en una orilla, y otras veces en la opuesta, o sea que también en las márgenes de estos ríos pisaron suelo colombiano. Pero en dicho relato no aparecen especificados de manera precisa los lugares en que lo hicieron, excepto la misión de San Baltasar (en Venezuela), y un sitio llamado "Conucos de Guapasoso" que no se encuentra en los mapas que he visto (\*). En cuanto al río Temí y los caños de Tuámini y Pimichín, lo mismo que el trecho terrestre que constituye el arrastradero de Yavita a Pimichín, hállanse íntegramente en territorio venezolano. Los demás lugares mencionados por Humboldt son raudales, islas y rocas en medio del río, excepto el sitio de la extinguida misión de "Mendaxari" —en el lado colombiano— frente al cual pasaron sin detenerse.

Resolviendo interrumpir su viaje por el Río Negro hacia tierras brasileñas porque temía ser molestado, y aún arrestado, por las recelosas autoridades portuguesas, Humboldt emprendió el regreso de San Carlos hacia el Orinoco el 10 de mayo. Empero, no volvió sobre sus pasos por la vía más corta del Guainía y el Atabapo sino que, entrando por el Casiquiare recorriólo en toda su longitud hasta

(\*) 17,180 varas de 0 m. 836 según medición hecha sobre el terreno por el P. Cereso.

(\*) Situado "a 2 o 3 leguas de camino" (por el río Atabapo) de San Fernando de Atabapo (Tomo VII, p. 275).

el Alto Orinoco, al que llegaron los exploradores tras once días de navegación muy penosa por una región desierta e insalubre. En esta travesía Humboldt comprobó de manera definitiva la comunicación fluvial directa por el Casiquiare entre las cuencas del Amazonas y el Orinoco, y determinó el curso de tan extraordinario canal natural fijando varios puntos de su trayecto de 180 millas por medio de observaciones astronómicas. Utilizada muchas veces desde 1737 por los traficantes de *poitos* o esclavos, que venían del Brasil por el Río Negro en función de su incuo comercio, para comprar por baratijas o capturar a la fuerza su desgraciada mercancía humana a orillas del Orinoco, el Guaviare y el Atabapo, aunque ignoraban por completo que las aguas del río "Paragua", a que llegaban por el Casiquiare, eran las mismas del Orinoco; negada con tanta vehemencia como sin razón en 1741 por el Padre Gumilla (quien, como se sabe, no pasó del randal de Tabajé, distante más de cien leguas al norte); descubierta su verdadera índole en 1744 por el valeroso Padre Manuel Román, superior de las misiones jesuítas; anunciada públicamente en 1745 por La Condamine en sesión de la Academia de Ciencias francesa; y transitada frecuentemente por los comisionados españoles y portugueses desde 1756, cuando se estableció en aquellas regiones la Real Expedición de Límites, la existencia de tan extraordinario vínculo natural entre los dos grandes sistemas hidrográficos suramericanos había sido puesta en tela de juicio por varios geógrafos europeos del siglo XVIII, entre ellos el notable *primer geógrafo* de Luis XV, Philippe Buache, que no vaciló en considerar la tal comunicación como una "monstruosidad geográfica" imaginaria.

El 28 de mayo, volviendo de su exploración del Alto Orinoco, Humboldt y sus compañeros sentaron campamento otra vez en suelo colombiano a orillas del Orinoco, en la desembocadura del río Mataveni o Matabén (Tomo VII, nota 3 al pie de la p. 179), a medio camino entre las confluencias del Gnaviare y del Vichada. El 29 cubrieron la distancia de 13 leguas entre el Mataveni y el "puerto de arriba" de Maipures en diez horas, aprovechando la corriente del Orinoco fuertemente acelerada por una súbita creciente.

De la noche del 29 al amanecer del 31 los encontramos nuevamente en Maipures aprestándose para vencer de bajada los grandes raudales. Finalmente, en los primeros días de junio, habiendo dejado al Padre Zea en la misión de Atures, pasaron por la confluencia del Meta y se alejaron del territorio colombiano, internándose en el de Venezuela.

De todo lo anterior conclúyese que Humboldt y Bonpland pisaron suelo de Colombia en las siguientes ocasiones, dispuestas en orden cronológico:

Playa de Guaripo, en el Orinoco, la noche del 13 al 14 de abril de 1800.

Abajo de la isla de Tomo, a orillas del mismo río, la noche del 17 al 18 de abril.

Boca del río Tomo, al amanecer del 18 de abril.

Maipures, del 18 al 21 de abril.

Cerca de la desembocadura del río Vichada, el 22 de abril.

Boca del río Zama, la noche del 22 al 23 de abril.

Cerca de la boca del río Mataveni o Matabén, la noche del 28 al 29 de mayo, cuando regresaban del Río Negro y Alto Orinoco.

Maipures, del 29 al 31 de mayo.

Los demás lugares mencionados en el relato de Humboldt, o son venezolanos, o no están bien determinados, o no se encuentran en los mapas que he visto.

#### SUMMARY IN ENGLISH

It has been thought heretofore that Baron von Humboldt's first landing in New Granada (now Colombia) occurred at El Zapote in March, 1801. The author of the present article uses data excerpted from Humboldt's "*Voyage aux Régions Equinoxiales du Nouveau Continent*" (Tomes VI, VII, VIII, 1820-1822) to show that the celebrated scientist and his botanist companion Aimé Bonpland first set foot on Colombian soil a year before, on April 13, 1800, at a point known as Playa de Guaripo, on the western bank of the Orinoco River. On the days following this date they landed at several other localities on either the western (Colombian) and eastern (Venezuelan) side of the Orinoco, mainly with the purpose of camping overnight, or collecting plants. The most important locality visited by them on the Colombian side was Maipures, frequently cited in scientific literature.

The known Colombian localities visited by Humboldt and Bonpland on the Orinoco River are the following: Playa de Guaripo (April 13, 1800); Below the island of Tomo (April 17); Mouth of Río Tomo (April 18); Maipures (April 18-21, and later on May 29-31); Near the mouth of Río Vichada (April 22); Mouth of Río Zama (April 22); Near the mouth of Río Mataveni or Matabén, on their return trip from the Río Negro (May 28).

It is also known that the famous explorers came to shore several times (April 25-30) on either bank of the Atabapo River for camping or collecting. The western side of the Atabapo is in Colombian territory, and the opposite side belongs to Venezuela.



Retrato por H. Scheffer.  
Dibujo de M. Monteón.

**MATEU ORFILA I ROTGER**  
Creador de la Toxicología moderna y fundador de la Medicina legal.

# CENTENARIO DE ORFILA: 1853-1953

UN PENSIONADO DE LA ANTIGUA JUNTA DE COMERCIO DE BARCELONA: ORFILA (1)

POR MIQUEL DELS SANTS OLIVER

Traducción del catalán por el Profesor F. de S. AGUILO

En los comienzos de la pasada centuria, dos jóvenes nacidos en antiguas tierras catalanas, que contaban la misma edad, destinados a vivir durante el mismo tiempo, llegan a París y, por diversos azares de la vida, se entregan al estudio y acaban por incorporarse, de una manera absoluta, a los dominios de la celebridad universal. Sus nombres resplandecen en la constelación portentosa del primer Imperio, saltan a cada página en las historias de la investigación, decoran hoy las lápidas de magnificas calles y coronan el frontispicio de los anfiteatros y las aulas doctorales. Uno de estos jóvenes se llama Francesc Aragó; el otro Mateu Orfila. Nació el primero en Estagell, cerca de Perpignan, en la porción viviente de Catalunya, arrebatada por el tratado de los Pirineos, y fue la fecha de su nacimiento el 26 de febrero de 1786; el otro vino al mundo en Menorca, el día 24 de abril del año siguiente; y ambos mueren en París, ya mediado el otro siglo, en el mismo año de 1853, después de haber legado a la humanidad el tesoro inapreciable de sus luces y de haber añadido a los dominios del conocimiento amplias regiones de misterio nunca exploradas antes de ellos.

Pues bien; estas dos vidas, verdaderamente ejemplares y gemelas, que requieren el ingenio de un Plutarco, tienen para nosotros un interés extraordinario, mezcla de satisfacción y de humillación, de orgullo y de afrenta, que se resuelve en no sé qué resabio agridulce, de cosa que agrada y desagrada a la vez. Porque, si vienen a demostrar, con dos ejemplos eminentes y simultáneos, la potencialidad individual de nuestra raza para las superiores empresas del intelecto moderno, nos recuerdan también la incuria colectiva y la frialdad del medio, que no dejan abrir aquí la flor de la pura originalidad: aquella fuerza de creación científica propiamente dicha y, en una palabra, de *descubrimiento* que nuestros hermanos y conterráneos saben alcanzar transplantados a surco más propicio y sujetos a las presiones de una atmósfera más favorable. De esta lucha y conflicto con el medio, la vida de Mateu Orfila, sobre todo, ofrece una representación destacada que se relaciona, además, con uno de los esfuerzos más admirables y sostenidos, con una de las tentativas más sólidas que en tierras de España se hayan hecho nunca en sentido de la restauración y aprovechamiento integral de nuestras energías. Ya habréis comprendido que me refiero a la antigua Junta de Comercio [de Catalunya].

Señores: una afortunada casualidad puso en mis manos un curioso manuscrito, casi desconocido y absolutamente inédito hasta hoy, que contiene las *Memòries autobiogràfiques (Memorias autobiográficas)* del doctor Orfila. El afán con que lo leí, casi todo de una sentada, no lo he de ponderar a los que conozcan mi gusto por este género de literatura confidencial y la afición con que me atrae el período histórico correspondiente a las expresadas *Memòries*. Por las indicaciones que se me habían dado, creía no encontrar en ellas más que notas incoherentes y tal vez ininteligibles, destinadas a ser desarrolladas más tarde por el autor mismo, a quien la muerte viniera a sorprender antes de cumplir su propósito. Pero desde las primeras páginas, vi que se trataba de una redacción definitiva, fluida, acabada y perfectamente literaria que es posible darla a la imprenta sin más retoque; apreciando también el interés vivísimo del manuscrito a uno y otro lado de los Pirineos. En Francia, por la aclaración que aporta a infinidad de cuestiones de su historia científica del siglo XIX, por la muchedumbre de personajes famosos que menciona, por la reforma de la Facultad de Medicina y creación de Museos y dependencias que reseña, por la pintura de la vida de alta sociedad, en los primeros "salones" de la Restauración o de la Monarquía de julio que Orfila frecuentaba; y en Catalunya, por las noticias que se encuentran respecto a su organización docente y al nivel de las enseñanzas técnicas, noticias que, en algún punto, toman el aspecto de gloriosas revelaciones. A todo esto se une una riqueza episódica considerable y llena de amenidad, de cosas íntimas y vividas por el autor: anécdotas de juventud, pequeñas viñetas y medallones de grandes damas, artistas y celebridades parisienses, confesiones juveniles o temores de un porvenir frustrado. En suma: el diario de la conquista de París y la nombradía mundial por un joven extranjero que baja de la diligencia, al llegar a la ciudad-luz con una *cavatina* de ópera en los labios y cincuenta céntimos en el bolsillo como toda provisión; diario que rivaliza dignamente con la *Histoire de ma jeunesse*, de Francesc Aragó, incluida hoy en sus obras completas, sobrepasándola en extensión y consistencia, ya que aquella se limita a un corto período y la que nos

(1) Conferencia dada en la Cámara de Comercio el día 29 de noviembre de 1912. *Obras Catalanes de Miquel S. Oliver*, III, *Parlements i Conferències*. *Il·lustració Catalana*, Barcelona (s. d.), (p. 58-102). (N. del T.).

ocupa abraza toda la existencia de Orfila, pues fue terminada de escribir bien entrado el año de 1849, conteniendo pormenores relativos a este mismo año.

El manuscrito en cuestión está dividido en cuatro cuadernos *cartonnés*, de papel rayado, tamaño de medio folio. El primer cuaderno dice en la primera página: *Documents pour servir à faire un jour la Biographie de mon Père. / Premier Cahier. / Écrite par lui pendant l'été de 1847 à Passy et copié par moi en 1848*. Al verso del mismo folio se lee un *Avant-propos*, de 24 líneas de letra casi microscópica, autógrafo de Orfila padre, rubricado por él y fechado en *Paris, le 25 Mai 1847*. Después siguen, sin interrupción ni división de capítulos, 132 páginas de escritura de mano del hijo (Honorat Orfila) numeradas del 1 al 132, que también es la última del cuaderno, el cual se cierra con estas palabras: *Fin du Premier Cahier*. El segundo cuaderno va rotulado así en la primera página: *Biographie de mon Père. / Deuxième Cahier. / H. Orfila*. Siguen entonces las páginas numeradas desde el 1 al 186, que es la última. En este cuaderno se encuentra, además, en la parte inferior de la tapa o cubierta, una etiqueta del librero que dice: *C. Edard / 16, Rue de Bussy / Magasin de papiers, fournitures de Bureau...* etc. El tercer cuaderno lleva en la primera página, como el anterior: *Biographie de mon Père...* etc. Siguen 161 páginas de escritura, numeradas desde 1, que llenan todo el cuaderno. También lleva etiqueta del librero: *Caulin, papetier / Rue St. Honoré au coin de celle de Richelieu*. Y el cuarto y último tiene la misma portada de los dos anteriores y 81 páginas escritas, y quedan una porción en blanco. Al final del texto se encuentra esta fecha: *Paris, le 31 Mai 1849* y la firma autógrafa del padre: *Orfila*. Algunos pasajes y páginas enteras del manuscrito han sido tachados o sustituidos por una hoja sobrepuesta. Hay también no pocas correcciones e interpolaciones de letra del doctor Orfila que casi siempre recaen sobre la ortografía de nombres, apellidos o palabras técnicas, en la cual el copista no se muestra muy seguro.

Y ahora, conocidas estas indispensables exterioridades, entremos a examinar el contenido y a seguir la luminosa existencia a que él se consagra, dispensando vosotros a un profano que se apodere, por breves instantes, de la biografía del mahonés insigne, naturalmente vinculada a la historia de la medicina moderna y a los especialistas y técnicos competentes en el orden de actividad mental a que corresponde. En descargo de tal osadía no haré más que invocar el carácter representativo y general que reviste la vida del joven estudiante balear con respecto al problema, no resuelto todavía, de la pedagogía española y de la alta investigación; su interés histórico en cuanto a las instituciones culturales de Catalunya y el encanto poético de aquella juventud atraída por la gloria y finalmente victoriosa y triunfante en el escenario más espléndido que nunca se haya ahierto a la ambición de los predeterminados.

Mateu Orfila i Rotger nació en Mahón, como se ha dicho, el día 24 de abril de 1787. Su abuelo había sido labriego; su padre era negociante con aquella forma de comercio, no del todo desaparecida de nuestras ciudades marítimas, que comprendía la tienda de abarrotes y telas, el almacén, el pequeño Banco y el fletamento, cuando no el patronaje de embarcaciones de cabotaje. Frecuentísimas eran en mi infancia, en Mallorca y en Menorca, estas tiendas de *patrones* que navegaban ellos mismos en sus jabeques o polacras, y aun hoy se encontrarían repetidos ejemplos. Los padres de Orfila gozaban, pues, de un buen pasar, además de una ventajosa consideración social por su seriedad y honradez. De los hijos que tuvieron no vivieron sino tres: Mateu, una hermana llamada Bárbara y otro hermano que se llamaba Antoni, más tarde secretario o apoderado del duque de Osuna, y varias veces diputado en las Cortes españolas del pasado siglo. Se dice que su padre era muy bueno pero severo y poco comunicativo, mientras que su madre tenía un espíritu delicado, lleno de ternura y de inteligencia. Y todo el esfuerzo de estos padres se concentró en la educación y enseñanza de los hijos, hasta donde alcanzaron los medios propios y las posibilidades de su pequeña isla.

Cuenta Orfila que, de los siete a los trece años, aprendió de letra, estudiando el latín con un Padre Francesc, fraile menor, terrible gramático, pero nada más que gramático. Lo que les enseñaba lo aprendieron sólidamente, pero ni tan sólo pasaron más allá del libro I de Virgilio. Sus catorce o quince compañeros de escuela hablaban y discutían en latín, pero no recibieron ni una mala noción de historia, de griego, de geografía, de matemáticas. Y ahora debo añadir, por mi cuenta y en relativo descargo de nuestra incuria nacional, que no todo era debido a España y a los españoles en tal desorden pedagógico: Menorca durante todo el siglo XVIII fue extranjera, y no quedó restituida a España, de una manera definitiva, sino en virtud del Tratado de Amiens.

El niño Orfila descolló muy pronto por su precocidad y viveza de percepción; y cuando apenas había cumplido trece años se le hizo sostener, con gran solemnidad, unas conclusiones públicas en la iglesia de San Francisco, en defensa de esta tesis, realmente digna del doctor Pangloss: *Impossible est idem simul esse et non esse*. Atacáronlo valientemente los más formidables sofistas de Menorca; pero él, intrépido, dio razón de todos, y sus entinemas y silogismos no tuvieron escapatoria. "No obstante — escribe cerca de cincuenta años después, contando este primer triunfo— yo ya sentía entonces la existencia de otro mundo que tenía gran prisa en recorrer: *el mundo de los hechos y de las cosas positivas*". Y aquí está, netamente formulado, todo el conflicto en que se encontró su derecho instinto científico respecto del medio nacional en donde se había de desarrollar.

No tardó en tener entre sus manos la llave de su liberación; y no fue otra que la posesión perfecta de dos idiomas extranjeros: el francés y el inglés, que lograron convertirle en un resuelto autodidacta. Un sacerdote languadociano, de los innumerables que la Revolución Francesa, en los días trágicos del 93, desplazó a Catalunya (2), no se detuvo hasta Mahón y allí fue recogido en casa de Orfila, en donde le enseñó el francés, con acento de su tierra, pero lo bastante para que se le tomara como un gentilhomme del Mediodía.

Este santo eclesiástico demostró una cordial afección a su tierno discípulo de nueve años, y murió en su misma casa el año 99. Entonces se le buscó sustituto, otro sacerdote, irlandés esta vez, que también corría por Menorca: el Father John, quien en dos años le enseñó la lengua inglesa, aunque con la peculiar pronunciación de Hibernia, su patria.

En seguida quiere Orfila empezar el estudio de las matemáticas y a fuerza de fuerzas, "en un país tan atrasado", se encuentra un preceptor capaz de enseñarle la aritmética hasta los logaritmos, el álgebra hasta las ecuaciones de primer grado y los elementos de la geometría. Se pone a estudiar arduosamente; no ha cumplido aún los catorce años y tiene la pretensión de hacerse maestro él mismo, dando lecciones a sus propios amigos y condiscípulos, por aquello de que *fabricando fit faber*. También adquiere entonces las primeras nociones de navegación y cosmografía: su padre ha resuelto dedicarlo a la carrera de náutica y prepara sus primeros viajes de agregado. Y al mismo tiempo aprende música, bajo la férula de un sacerdote violento y repulsivo, que no logra hacerle entender el valor de las *blancas* y de las *negras* por sistema memorista ni a fuerza de palmetadas y regaños. Y hé aquí que un día el doctor Siquier, médico de Mahón, sumamente ilustrado, llama a su casa a aquel niño tan despierto y, en un momento, le inició en el secreto del compás y de la medida. Tomando un listón como de un metro de largo, lo dividió por la mitad, y cada una de las mitades la dividió después en otras dos, y así sucesivamente. Fue, para aquel niño, una revelación: todo se le aclaró de súbito y para siempre, mediante un método racional y de experiencia. Por cierto que no fue éste el único servicio que debía agradecerle al doctor Siquier. El padre de Orfila, irritable e irritado un día por no sé qué travesura de su hijo, lo castigó corporalmente, con excesiva violencia. El pobre niño se durmió llorando y sollozando, y a la mañana siguiente, al levantarse, tartamudeaba de una manera horrible. Lejos de pasarle este accidente, se hizo más intenso en los días sucesivos, de modo que el padre no tenía consuelo y toda la familia se mostraba alarmadísima. Entonces aquel médico, tan suave como juicioso, le aconsejó que hicieran entrar a Mateu en la *Capella* de la iglesia y lo hicieran cantar; a

los ocho meses la curación podía darse ya por absoluta; y medio siglo después, al recordar Orfila que la mayor parte de sus éxitos en París los debía al profesorado y a la excelencia de su dicción, tributa, conmovido, a la memoria del viejo amigo inolvidable, ya de tanto tiempo partido hacia el reino de las sombras, "el más puro testimonio de respeto y reconocimiento". Fue por aquellos días también que Orfila compuso una *misa* a tres voces, ejecutada en Santa María la Mayor, y que sus compatriotas lo tomaron por un nuevo Haydn o Mozart, según cuenta él mismo, no obstante tratarse de una obra informe y como de quien no tenía ninguna idea de la composición. Esta sospecha de que su verdadera vocación fuese la música, lo persiguió siempre, tanto por sus dotes de cantante como por muchos otros indicios. Años después, en París, cuando ya contaba veintitrés de edad, consultó un día al doctor Gall, sin darse a conocer, sobre unas fuertes palpitaciones que padecía entonces. "*Vous êtes né musicien, —fue la respuesta—, modérez votre ardeur pour la musique et vous guérirez!*"

En esto llegó el momento de cumplir la voluntad de su padre y hacer prácticas de piloto. Contaba ya quince años, cuando por el mes de junio de 1802, emprendió su primer y único viaje, a Alejandría a bordo de un bric, que tocó en Alger, Túnez y Trípoli y llegó allá al cabo de cuarenta días. En Alejandría permanecieron anclados tres meses, pero Orfila, que no tenía otro gusto que el de la lectura, apenas saltaba a tierra. Salieron el primero de septiembre con dirección a Sicilia, con un cargamento de trigo, pero ocurrieron tan fuertes temporales, el mareo le atormentó de tal manera y fue tan inminente el peligro de estrellarse sobre la costa de Candia, que allí mismo quedó fijado, para siempre, el rumbo de su vida: renunciaba a ser piloto y se haría médico. Pero no acabaron aquí las vicisitudes de aquel viaje: cerca del estrecho de Mesina fueron apresados por un corsario, con el terror consiguiente para una tan tierna criatura. Toda la tripulación del bric tuvo que pasar a bordo del barco pirata, entre un diluvio de amenazas y reniegos de aquellos facinerosos, de entre los cuales sobresalían expresiones tan pintorescas y tan poco tranquilizadoras como *empaler*, *tagliar testa* y otras exquisiteces de la lengua franca del Mediterráneo. En medio de tales angustias ocurre que uno de aquellos malcarados se le acerca y le dice al oído, con puro acento menorquín: —"¿Qué tal te va, Orfila? ¿Y tu padre?". Salido de semejante sorpresa, reconoció en el interpelante a un paisano suyo a quien el padre del propio Orfila había prestado, tiempo atrás, un favor señaladísimo; y tanto lo recordaba el renegado, que añadió: —"No tengas miedo; soy el segundo de a bordo, cuñado del arráez, y voy a demostrarte que el oficio de corsario es compatible con el sentimiento de la gratitud". Dicho y hecho: quedaron libres por un pequeñísimo rescate, fueron restituidos a su nave propia y siguieron hacia Palermo para tomar un cargamento de madera. De aquí pa-

(2) Véase, entre otras, la obra documentadísima de l'abbé Jean de Contrasty: *Le clergé français exilé en Espagne*. Toulouse, 1910.

saron a Nápoles, y el Vesubio y la bahía espléndida, y Portici, Pompeia, Castellamare, Meta, Sorrento, Puzzole, Cuma y el cabo Misseno hicieron sentir al jovencuelo la impresión que los sitios famosos y los lugares ennoblecidos por la gloria dejan en el alma de los elegidos por ella. De Nápoles fueron a Cagliari y de Cagliari a Mahón, en donde fondearon nueve meses después de la salida.

En este punto comienza la verdadera orientación científica del joven balear. Obtenido el beneplácito de su padre, se preocupa inmediatamente en organizar sus estudios preparatorios del ingreso a la Facultad de Medicina. Una feliz circunstancia vino en ayuda de tal propósito. No se sabe qué acontecimiento —dice en sus *Memòries*— trajo a Menorca a un hombre de origen alemán, joven aún, “de facultades extraordinarias y sólidamente instruido”. Suave, amable, de buenas maneras, gran músico y pianista, que bablaba, además del idioma propio, inglés, francés, italiano, español, “había venido a habitar una roca pelada y estéril”. Durante diez y ocho meses dio —a Orfila y a sus camaradas los hermanos Roca y Pau Mercadal— lección de matemáticas, física moderna, historia natural y lógica. Aprovecharon el tiempo de una manera prodigiosa; Orfila se inició en el sentido de la nueva ciencia experimental y se encontró más preparado para sus cursos médicos. Después de algunos años de residencia en Menorca aquel extranjero se trasladó a Barcelona, en donde vivió mucho tiempo; y, en definitiva fijó su residencia en Mulhouse “en donde ocupa todavía —dice Orfila al redactar sus recuerdos— un puesto de regente en el colegio”. Y añade seguidamente: “Fui muy feliz en el año 1840 —es decir, treinta y ocho años después— al ver de nuevo en París a este maestro estimado y poderle demostrar toda mi gratitud inalterable”.

Y si ahora se quiere saber quién era el misterioso personaje, me es fácil satisfacer vuestra curiosidad, añadiendo que no es por este sólo servicio que se relaciona con la historia de nuestra cultura. Se llamaba Charles Ernest Cook y fue uno de los cinco beneméritos fundadores de *El Europeo*, signo, en Barcelona y en toda España, del despertar romántico y patriótico. Cook firmaba, juntamente con Aribau y López Soler, Moteggia y Galli, la famosa *hoja-prospecto* de octubre de 1823 y era el autor de casi todos los trabajos científicos que, entre los de literatura, crítica y filosofía, aparecieron en aquella publicación, todavía hoy más citada que bien conocida. Así, pues, juegan los azares y las casualidades en el proceso de la historia y así vienen a tejerse y trenzarse lo individual y lo fortuito en la trama de la vida, que corre y corre a la eternidad.

En septiembre de 1804, se fue Orfila a Valencia y se matriculó en el primer curso de Medicina de aquella Universidad. Empiezan aquí a ser de gran interés las noticias y observaciones que respecto de la enseñanza y sus métodos contienen las *Memòries* y distintas cartas del joven menorquín dirigidas a

su familia (3). Los estudiantes de aquella Facultad eran unos setecientos a ochocientos; los de primer curso sumaban como dos centenares. Orfila estudiaba química con el doctor Pizcueta e historia natural con el doctor Soriano. La enseñanza de este último le pareció suficiente, mas no así la de la química. No obstante —y siguiendo siempre las *Memòries*—, el doctor Pizcueta era un hombre notable y de inteligencia distinguida, un práctico consumado; pero los reglamentos, por inverosímil que ello parezca, le obligaban a profesar —y esto nada menos que en el año 1804—, según un libro de Maquer en el cual todavía “se leía que *el aire y el agua son dos cuerpos elementales*”. Por ese hecho puede juzgarse de todo lo demás. Desde este momento, fija la atención en las explicaciones del catedrático solamente lo necesario para asegurarse el curso, y decide estudiar por su cuenta. Adquiere los libros originales de Lavoisier, de Berthollet, de Fourcroy, y convierte en pequeño laboratorio su cuarto de estudiante. El ardor con que se entrega al trabajo y a la lectura hace que desde noviembre de 1804 hasta junio del año siguiente no duerma más de dos o tres horas por día: el *sereno* del barrio llamaba a medianoche a la ventana del entresuelo, encendía el fanal a la candela de Orfila, quien se acostaba; y otra vez a las dos o antes de las tres, volvía a llamar y le daba la luz a él. Los adelantos fueron extraordinarios y la ocasión de demostrarlos no tardó en presentarse.

Por aquel tiempo la Universidad de Valencia, en virtud, precisamente, del carácter ergótico y anticuado de sus enseñanzas, fue acnsada de inutilidad y amenazada de extinción por la minoría de espíritus selectos que, contra toda especie de obstáculos, sostenía en España, como hoy mismo, la corriente salvadora y regeneratriz de los altos estudios. Con el fin de contrarrestar estos peligros, el claustro acuerda organizar para fin de curso una prueba extraordinaria entre los alumnos de primer año, y acuerda también que sean invitados al acto los primeros sabios de España y que ellos juzguen. Y así sucedió, en efecto. Los alumnos elegidos para la demostración fueron Josep Menchero, Vicent Ferrer y Mateu Orfila. La sala ofrecía un aspecto imponente, llena de público, de condiscípulos, de notabilidades. Actuaron de jueces don Juan Sánchez de Cisneros, discípulo del famoso Fourcroy; don José Prado, cirujano militar, muy versado en química y don Isidro Millet, también discípulo de Fourcroy y que había servido como farmacéutico en los ejércitos de Francia, y no procedentes ninguno de ellos de la Universidad valentina. El ejercicio consistía en tres lecciones de una hora cada una, con las impugnaciones correspondientes. El éxito de

(3) Véase: *Cartas sobre el estado de la instrucción pública en España*, pub. en el periódico médico *El Regenerador*, Madrid, t. I, 1840, del mismo Orfila; y de Fajarnés y Tur, *Una carta inédita de Orfila*, Bol. de la Sociedad Arqueológica Lullana, Palma, t. VII, pág. 357-59, 1898; *Un período interesante de la vida de Orfila*, Bol. de la Soc. Arqueol. Lullana, t. VIII, pág. 85-88; *Manuscritos inéditos de Orfila*, Revista Balear de Ciencias Médicas, t. XVI, pág. 361-363, Palma, 1899.

Orfila fue extraordinario. Dio prueba de conocimientos tan vastos, desarrolló los tres temas con tanta gracia y talento, deduciendo aplicaciones a las otras ciencias y a las artes, analizando hipótesis, respondiendo a todas las dudas, que no sólo se le consideró digno del premio, sino también de una inserción especial en los periódicos de España —nuestro *Brusi* [Diario de Barcelona] la publicó— y de una inscripción en la propia Universidad, con el lema: *Matheo Orfila, victor*, que perpetuase el recuerdo de la memorable sesión.

Aquel día fueron todo aclamaciones, enhorabuenas y hasta muestras de extrañeza de los mismos profesores, que no sabían cómo se las había arreglado Orfila para adquirir unos conceptos tan nuevos y sólidos. Mas, para que no faltara ninguna nota representativa en este retablo de la vieja cultura, al día siguiente fue citado por el Inquisidor decano, que lo era don Nicolás Lasso. Había sido acusado de sostener opiniones heterodoxas, y un compañero le previno, además, de que corrían malos vientos para él y que si no salía de Valencia moriría asesinado. El Inquisidor Lasso lo recibió muy bien: era un eclesiástico, de cerca de cincuenta años de edad, alto, de magnífico porte, de maneras nobles y selectas, y tampoco le faltaban talento ni instrucción. “Has tenido un gran éxito —le dijo— y yo te he aplaudido de todo corazón, tanto más cuanto que estimo en mucho a la juventud que trabaja. ¿De dónde vienes, quién eres y cuáles son tus propósitos?” Estas palabras tranquilizaron al interpelado que respondió con gran aplomo y en conciencia; y entonces, respecto al origen extranjero de los conocimientos que había expuesto sobre la antigüedad del mundo y la teoría de la creación, fue leal y explícito. El Inquisidor, lejos de enfurecerse, se levantó y tomándolo del brazo, lo condujo a otra habitación, en donde estaba su hermosa biblioteca, y le indicó con un dedo unos lomos rotulados: d’Helvetius, Voltaire, Rousseau... “Vete, joven, —dijo, para terminar—, sigue tranquilamente tus estudios; honra a España y no olvides que hoy en día la Inquisición no es en este país ni tan rencorosa ni tan bárbara como se dice”. El joven se despidió y corrió a su casa, y se apresuró a escribir a su padre diciéndole: “Padre, mañana salgo para Barcelona; aquí perdería el tiempo; la anatomía se enseña por los elementos de Heister, sin ver un cadáver; la medicina, recitando el Boerhave, sin ver un enfermo...”. Y, tal pensado tal hecho; vino sin más dilaciones, a la capital de Catalunya, donde sabía que los estudios eran entonces infinitamente más sólidos y seguían por muy distintos caminos que en Valencia.

Y ahora, señores, después de este cuadro de la Universidad española del siglo XVIII, que es exactamente la misma descrita por Torres Villarreal en su autobiografía o por el fabulista Iriarte en su conocida *Macarrónica*, permitid que interese especialmente vuestra atención y patriotismo sobre una

pintura más halagüeña: respecto de lo que Mateu Orfila encontró en Barcelona y sobre la parte decisiva que Barcelona y la nunca bastante alabada Junta de Comercio tuvieron en la vocación, en los medios y en la brillante carrera científica de aquel hombre eminente.

El desastre de la guerra de Sucesión, no hay que recordarlo. Después de 1714, Catalunya cae en una postración sin ejemplo. Si pudiera hablarse de pueblos que, como los individuos, a consecuencia de un vuelco formidable, o de un infortunio pavoroso, pierden la razón y se tornan imbéciles o quedan paralíticos, éste sería el caso de nuestra patria, desde el 11 de septiembre hasta el reinado de Fernando VI y aun de Carlos III. Suprimidas sus Universidades y enseñanzas, como casi todas sus instituciones seculares, y reducidas al Estudio de Cervera como premio de la desertión pasada, como instrumento de desnaturalización y de impulso asimilista, la misma barbaridad de esta *razzia* había de convertirse, tarde o temprano, en fuente de salud y dejar el campo raso y abierto a la reforma, mejor dicho: a la reconstrucción de raíz, sin obstáculos, sin rutinas ni estados posesorios que la estorbaran. Surgió una nueva generación; los hijos de Felipe V olvidaron poco a poco el rencor de su padre y se resolvieron a ensayar una política de fomento y atracción que coincidía, desde arriba, con las corrientes restauradoras que venían desde abajo; de las entrañas mismas de Catalunya. Toda una serie de organismos, reformas y leyes, todo un utilage económico y docente aparecen entonces, alimentados por la savia nueva del experimentalismo y del progreso material.

Y la señal del despertar, señores, vino a darla esta benemérita Junta de Comercio de la cual, con tanta elevación y patriotismo, os habéis declarado sucesores vosotros, aceptando su onerosa pero sagrada herencia. El año de 1758, ennoblecido con su fundación, es una fecha de oro en los orígenes de la Catalunya moderna; y, desde ese instante, la resurrección se manifiesta en una serie de apariciones y acontecimientos gloriosos: en el año 1760 se fundó el Colegio de Medicina, alejado de los viejos moldes escolásticos; en el año 1770 surgen la Academia de Ciencias Naturales y Artes y la Academia de Medicina y Cirugía; en el año 1777, la Academia de Jurisprudencia; y mientras se ponen los cimientos del actual sistema arancelario y se regula la extinción de las deudas del antiguo *Consell de Cent* (*Consejo de Ciento*) que ahogaron al Principado, se le abre, por fin, en el año de 1778, el comercio de América, y la Junta no descansa un momento, introduciendo enseñanzas, fundando estudios, enviando pensionados, dotando cátedras por donde entró a Catalunya el movimiento científico moderno y, casi de una vez, el *novum* y el *novissimum organum* de la investigación europea; promoviendo investigaciones documentales y, en fin, invirtiendo más de diez y ocho mil duros, cantidad fabulosa por entonces y crecidísima todavía hoy, en la sub-

vención y publicación de las monumentales *Memorias* de Capmany sobre la marina, comercio y artes de Barcelona, libro que, levantando el inventario de las antiguas glorias, levantó el espíritu de Catalunya y le devolvió la perdida noción de sus destinos y de su potencia para conseguirlos de nuevo.

Tal era, señores, el momento y la generación que había de encontrar aquí el estudiante de Menorca: una generación hoy mal conocida aún porque *construía en silencio* y hablaba poco de sí misma, porque invertía todo su tiempo en hacer y no en teorizar propósitos ni en proyectar ciudades de verbalismo; una generación que orientó a Orfila, lo fortaleció y lo lanzó, por último, a las regiones supremas del pensamiento universal. Y ahora, veamos cómo se expresa él mismo, no sin recordar que escribía estas confidencias a distancia de medio siglo y en plena celebridad, después de haber sido por más de quince años Decano y reformador de la primera Facultad de Medicina del mundo, y de haber pasado por las más altas instituciones docentes de la tierra:

“Apenas llegado a Barcelona —dice textualmente— trabé conocimiento con el sabio profesor Carbonell (quien explicaba la cátedra de química, creada por la Junta) y de muchos otros hombres distinguidísimos, como Ametller, Saint-Germain, Cano, Vieta... Poco después, yo asistía a los cursos del Real Colegio, y allí vi profesar ni más ni menos que como hoy se practica en Francia: todo lo que era susceptible de ser aclarado por la experiencia o con la ayuda de demostraciones se enseñaba de esta manera, sin omitir requisito alguno. Carbonell y Bravo era un hombre de un entendimiento justísimo y extraordinariamente preparado, y profesaba la química experimental —por cierto, añadido yo, que una de tales experiencias le costó la pérdida de un ojo—; enseñaba la química con un lujo y una minuciosidad de los cuales no puede tenerse idea. En los anfiteatros de anatomía podía entregarme a las más fructuosas disecciones; en los hospitales, las clínicas eran hechas con todo aquel cuidado e inteligencia que la materia requiere; y, en una palabra, podía aprovecharse el tiempo en gran manera, como yo lo aproveché. Fue en Barcelona —continúa— en donde encontré todo esto y en donde vi por primera vez a los estudiantes de medicina sometidos a un verdadero y escrupuloso *examen de fin de curso*, y sus nombres puestos en el tablón de edictos con indicación de las *calificaciones* correspondientes. Y se verá más adelante cuántas de estas *medidas o prácticas tan útiles* FUERON ADOPTADAS EN FRANCIA bajo mi administración y Decanato de la Escuela de Medicina”.

Señores, yo señalo a vuestro sentimiento de patriotismo, a vuestro orgullo de catalanes, la solemnidad de este testimonio. Lo escribió en París, a mediados del siglo XIX, jubilado después de una carrera brillantísima, el padre de la Toxicología moderna, el fundador del Museo Dupuytren. Al

leerlo por primera vez, se me llenaron los ojos de lágrimas; mas no lágrimas de afrenta como tantas que hoy se lloran en silencio, ante el menosprecio de los extranjeros, sino de gozo y exultación muy explicables. Aquellos hombres trabajaban seriamente, iban en derechura a la normalización científica de España y llegaban ya a algo que hoy nos parece inasequible: la colaboración y la influencia en la obra del progreso universal. Yo os pido para ellos la más férvida, la más cordial demostración de vuestro entusiasmo y de vuestra gratitud.

Cerca de dos años pasó en Barcelona el futuro doctor Orfila y hubiera estado hasta terminar la carrera si no hubiese venido a desviarlo de tal propósito el venturoso acontecimiento que se explicará. Aquí contrajo hondas amistades; aquí comenzó a lucir sus condiciones mundanas de trato y figura, que tanta parte tuvieron en sus éxitos de París; aquí consolidó su espíritu con la rigurosa disciplina del trabajo científico y lo adornó con las gracias y seducciones del arte. Porque en distintos pasajes de las *Memorias* inéditas no se cansa de ponderar el gusto de Barcelona por los buenos espectáculos, ni de proclamarla una de las ciudades más musicales del mundo. Los adelantos de Orfila en la flauta fueron extraordinarias y muy pronto aplaudidos en saraos y tertulias; aprendió también la guitarra, con la solidez que ponía en todas sus cosas, bajo la dirección de un maestro ciego, cuyo nombre no cita, pero de quien habla como de un músico eminente y prodigioso; y comenzó, por último, la educación de su voz que, según el unánime parecer de sus contemporáneos, lo convirtió en el *primer barítono del mundo*.

Y ahora, por más que abuse de las digresiones, no puedo resistir al deseo de contaros uno de tantos pequeños episodios de amenidad como esmaltan estas *Memorias* extremadamente agradables y sabrosas. Explica Orfila la impresión que le produjo el Teatro de la Santa Cruz, en la primera función a que asistió. Representaban *La molinara astuta*, ópera de Paisiello; y la voz angelical de la “bufa” o *prima donna*, sus prodigiosas escalas y gorgoros o *petites roulades*, como él escribe, lo dejaron encantado, fascinado. Toda la noche la pasó en su casa tratando de repetirlos él mismo, venciendo las mil dificultades que ofrecían y vocalizando a media voz para no molestar a sus vecinos ni a los compañeros de pensión. A la del alba, a las cinco de la mañana, sube a Montjuïc; deja, por primera y única vez, la visita del Hospital y continúa como un loco, en la soledad de la montaña sus dificultosos ejercicios. A las diez tornaba a Barcelona, dominando correctísimamente aquellas *fioriture*. ¿Quién sería la cantante que de tal manera lo conmovió, y determinó una vocación tan profunda como la suya, ya que pocos años después la gran Barilli en persona cantaba duos con Orfila en los primeros salones de París? He acudido para esclarecerlo al precioso libro de Virella Casañes: *La ópera en Barcelona*, y dice, en efecto, que *La molinara*, estrenada

aquí en el año 1790, fue repuesta, unos diez y seis años después, en la temporada de 1805 a 1806; pero las "bufas" o *prime donne* eran varias. ¿Se trataría de Camilla Guidi, de Marietta Giugliani, de Luigia Fineschi? No lo sé. La casualidad o la erudición lo dirán algún día; por ahora dejémoslo en aquel margen de imprecisión que constituyen el picante y delicioso incentivo de la historia.

Decía antes que sin un venturoso e imprevisto acontecimiento, Orfila se habría doctorado en Barcelona, habría regresado a su isla, allí habría ejercido honorablemente como médico y allí habría muerto, por último, rodeado de la estimación de sus compatriotas y de una pequeña reputación local y hogareña. ¿Qué le llevó, pues, a Francia y por qué extraño sendero o astucia de la suerte fue llamado desde estas oscuridades provinciales a la región luminosa que habitó después? Esto es lo que estas *Memòries* inéditas vienen a puntualizar y revelar en definitiva, y éste el motivo de que yo me encuentre aquí, abusando, sin duda, de vuestra indulgencia. El no lo explica, él no lo dice de un modo terminante y perentorio. Ni las biografías extranjeras, porque allá no les importa, ni las españolas porque casi todas son de origen extranjero, se entretienen en averiguar estos motivos. Los artículos de las enciclopedias y diccionarios biográficos consagrados a Orfila, suelen comenzar con estas palabras: *Médecin et savant français, né à Mahon (Iles Baléares)*. . . Y hasta cuando se ha citado, alguna vez, el hecho de una pensión, ha sido vagamente y sin distinguir el carácter de la corporación que la concedió ni la finalidad que se proponía. Hoy podemos dejar sentada y resuelta para siempre esta cuestión, y proclamar que Mateu Orfila no fue a París por propio designio, ni siguiendo una ambición personal; fue un presente, involuntario sin duda, porque contaba restituirselo, pero un presente magnífico, que la benemérita Junta de Comercio de Barcelona hizo a la ciencia francesa y a la civilización.

Los elementos ilustrados en quienes, entonces, se concentraba el movimiento restaurador de nuestra tierra, no tardaron en conocer las aptitudes del brillantísimo menorquín. Al mismo tiempo, la Junta trataba de ampliar su cuadro de subvenciones y enseñanzas, enviando a Madrid, de momento, y después a París un joven a propósito para estudiar y profundizar la Química aplicada a las Artes. Dos hombres de los más influyentes en la Junta, Gassó, infatigable secretario de la misma, y el químico Carbonell y Bravo, sin vacilar, propusieron a Orfila como la más sólida de las esperanzas que ofrecía la juventud. La designación quedó hecha inmediatamente y la pensión concedida en esta forma: 1.500 francos anuales durante cuatro años, dos de ellos en Madrid, en donde Mr. Proust, contratado por el gobierno español, daba cursos de mucha fama, y otros dos en París, siguiendo los de Fourcroy. Pero el contrato tenía una segunda parte y ésta importantísima: una vez expirada la pensión,

seguidos los cursos y restituído Orfila a Barcelona, entraría a regentar una nueva cátedra de química que se creaba especialmente para él, al lado de la de Carbonell y Bravo y limitada a la indicada especialización, y que le señalaba, de momento, el sueldo de 3.000 pesetas.

He aquí, pues, una existencia desviada de su camino: suspende los estudios de medicina, prepara las maletas y las cajas de libros y se va a Madrid. Cuando llega a Madrid, Proust no está: se ha ido, enfermo, hace unos días, y ya no volverá nunca. El pensionado escribe a Barcelona, pide autorización a la Junta para seguir el viaje a París y la Junta accede. De los 1.100 francos que tiene listos para el viaje, un mal compañero le pide 1.000 para cierta urgencia. Ni en Burgos, en donde debía percibirlos, *poste restante*, ni en Bayona, ni en parte alguna los vio nunca más. Escribe a un tío suyo establecido en Marsella para que le haga entregar 300 francos a su llegada a París a cuenta del auxilio mensual que también le había fijado su padre; y, a pesar del contratiempo sufrido, el viaje fue agradabilísimo, como el de quien iba de cara a la ilusión, a la esperanza y a la juventud con la más bella compañía: dos médicos muy amables, un abogado distinguido y, sobre todo —añade—, "una dama joven y de rara hermosura en la cual *l'esprit* rivalizaba con la gracia y a quien mi acento de matiz provenzal la divertía mucho; su charla alegre y picante me hizo olvidar el enojo y la fatiga de un viaje de diez días". Por fin, el lunes, día 9 de julio de 1807, a las siete de la mañana, bajaba del vehículo, *rue de Notre-Dame des Victoires*, aquel joven que venía de lejanas tierras destinado a conquistar la capital del mundo. En aquel momento le quedaban en el bolsillo cincuenta céntimos por todo capital. ¿Qué representaba esto ante su gozo de vivir? Encontró los 300 francos de su tío, el banquero de la Junta le adelantó el sueldo de un mes, y pudo ya hospedarse por pocos días en uno de los grandes hoteles de la calle de Richelieu y entregarse a la fiesta, que para los ojos y para el alma, le fue el espectáculo de la inmortal *Lutetia Parisiorum*. "No podría explicar —dice— la impresión deleitosa que recibí, en uno de los más bellos días del año, el concurso inmenso de hombres y mujeres que iban y venían por aquella calle, el rumor de los innumerables y brillantes vehículos, los almacenes preciosamente adornados. . .". Y no sé por qué la exultación de esta entrada, y esta nota femenina, y este grito de júbilo escolar me traen ahora a la memoria, aquella otra *arietta* de juventud que, cuatro siglos antes, al describir también la entrada a París, y en uno de los monumentos de la antigua poesía catalana —el *Llibre de les dones* o *Spill*— trataba Jaume Boig de esta manera:

*En lo gener,  
una polida,  
galant, ardida,  
gentil burgesa  
flor de bellesa  
de tot París. . .*

Mas esta embriaguez no podía durar mucho: el trabajo se imponía. La Junta había dado a Orfila carta de presentación para otro pensionado suyo: el pintor Lacoma, quien podría acompañarlo y guiarlo durante los primeros días. Lacoma habitaba en la calle de Orleans, cerca del Jardín de Plantas; quiso Orfila, con la petulancia propia de los inexpertos, ir a pie y solo; se extravió y al cabo de cinco o seis horas encontró al fin la casa de su compañero, y llega a ella rendido y extenuado. Sólo tuvo aliento para entregar la carta a Lacoma y para pedirle permiso de tumbarse sobre una cama. Durmió tres horas y, al salir de la alcoba, restaurado y fresco, los dos pensionados se abrazaron estrechamente y sellaron una amistad que había de ser eterna. En la mañana siguiente, Orfila se mudaba a una casa próxima, *rue de Copeau*; y este mismo día fue presentado a dos hombres eminentes que tanto habían influido antes y tanto habían de influir después en su vida: eran Fourcroy y Vauquelin.

Ahora habría de deciros no pocas cosas de este Lacoma, unido desde ese momento de una manera tan estrecha a la biografía del egregio mahonés, como que habían de compartir las mismas adversidades, tal como habían compartido antes las ilusiones y el peculio. Sin duda de origen menestral, su nombre completo era Francesc Lacoma i Sans, y presentaba aquel tipo de obrero catalán inteligente y de gran fuerza asimiladora, que pasa del trabajo manual al artístico puro, y sigue conservando después la solidez y el espíritu de perfección. En los registros y matrículas de Llotja (Lonja), según notas que debo a la bondad del señor Rodríguez Codolà, figura desde 1795 hasta 1801, premiado unas veces como *dorador*, otras como *pintor de coches y charolador*, otras como *pintor de flores para estampados*; y de todo esto participa el objeto de la pensión que le fue concedida en el año 1803 para ir a Madrid y el año siguiente a París, en donde aún en 1807 lo encontró Orfila. “Dotado —dicen las *Memòries*— de una figura dulce y hermosa a la vez, de un juicio seguro y de un talento de los más notables para la reproducción de vegetales, Lacoma nunca conoció el odio; se convertía en el amigo cordial de quienes se le acercaban y su alma, pura como el cielo, jamás dio refugio a la envidia ni a la intriga”.

Bajo estos auspicios da comienzo Orfila a sus estudios en París. Se encamina diariamente al Jardín de Plantas, en donde encuentra a su amigo entregado a la copia de curiosos ejemplares, y sigue el curso de botánica con Desfontaines, el de mineralogía con Haüy, el de química con Laugier. Muy pronto da a conocer sus grandes disposiciones. Haüy, “este sabio tan ilustre como espiritual”, quiere distinguirlo y le da una clase especial de cristalografía; Vauquelin lo admite en su laboratorio y muy pronto le encarga la preparación de las lecciones, como ayudante de Dubois. El maestro de todos, Fourcroy, resuelve explicar seis o siete

lecciones extraordinarias de química animal y también hace prepararlas al joven pensionado de la Junta de Barcelona. Nada iguala a “esa palabra fácil, elegante y sugestiva” que nuestro compatriota tomó por modelo de explicación académica; nada el entusiasmo del auditorio que, sin sospecharlo, lo escuchaba por última vez. Cada día Orfila estudia unas cuantas horas en los museos y colecciones; y tan pronto como Lamarck, Cuvier y Geoffroy Saint-Hilaire dan comienzo a sus cursos respectivos, él llega a ser el discípulo más solícito. Durante el invierno de 1807 a 1808 se le presenta una ocasión propicia de ensayar sus dotes de profesor: M. Barrat, rico propietario de la calle de Bach, había instalado, como aficionado, un buen laboratorio con toda clase de aparatos y máquinas, y le propuso dar un curso de física y química, en el cual repetiría los principales experimentos que había visto en el Colegio de Francia. Su acento se había depurado, hablaba con fluidez, y todas las tardes, de cuatro a cinco, desarrollaba la correspondiente lección. ¿Cuál no fue su sorpresa, un día, mientras explicaba, al ver entrar a MM. Fourcroy y Vauquelin en persona? Suspende la clase, el auditorio se levanta y, a ruegos de aquellos dos eminentes maestros, se ve forzado a continuar la lección —trataba aquella tarde de la *electricidad animal*— que le valió las más vivas felicitaciones.

Todo era, pues, de color de rosa, en su vida: el presente, el porvenir, la cátedra y el prestigio que le esperaban en Barcelona, cuando, bruscamente, llega una noticia fatal que los deja anonadados y sin poder articular palabra: es el 2 de mayo de 1808. Murat acaba de asesinar a los patriotas de Madrid, sublevados contra la perfidia de Napoleón, contra la ineptitud y la bajeza de nuestra propia Corte que la habían posibilitado. Y los arcabuzazos del Prado y la Moncloa dan la señal de iniciación de una guerra de independencia crudelísima y durable, que debía arrastrarlo todo: riqueza, prosperidad, Junta de Comercio, subvenciones, cátedras, regeneración científica. Pasaron aquella noche en vela los dos camaradas, Orfila y Lacoma, hondamente afectados por el desastre de su patria más aún que por el propio. Comprendieron lo que les venía encima: la incomunicación con España, el alzamiento general, la retirada de subvenciones y la bancarrota de los negocios. La realidad se les impuso y llegó la hora de las resoluciones supremas. Entonces fue cuando Orfila aconsejó a su amigo que abandonara la pintura de flores, cultivada por cuenta de la Junta, y emprendiera la de retratos, que podía darle un medio de vida. En cuanto a él, se dedicaría a la enseñanza de todo lo que se presentase: música, idiomas, ciencias. Consultado su tío de Marsella, recibe carta de él en la cual promete enviarle cien francos mensuales por cuenta de su padre, mientras pueda proporcionarle este subsidio. A la mañana del día siguiente abandona el estudio de la historia natural, deja el Jardín de Plantas y la *rue de Copeau* y se va a vivir cerca de

la Escuela de Medicina, con el fin de continuar los cursos de esta carrera, abandonados ya en Barcelona, con motivo de la pensión y la perspectiva de la cátedra. Todo parece resolverse poco a poco: Lacoma comienza a pintar retratos, y se estrena con el de Orfila para terminar siendo el retratista obligado de la familia real y de la sociedad más distinguida de Madrid; el estudiante menorquín se muestra resignado a su nueva suerte, cuando, a últimos de septiembre, llegan otras noticias de España que vuelven a llenarlos de inquietud.

Se trata del inesperado desastre de Bailén, de la rendición de Dupont, de las victorias del Bruc. Napoleón está irritadísimo contra los españoles, que por primera vez han detenido su estrella, y se habla de medidas rigurosas contra los que viven en París. El horizonte se oscurecía por todas partes, mientras “nosotros —dice— estábamos consternados a la vista de los horrores que pesaban sobre nuestra patria bienamada que nada había hecho para merecerlos”. El nombre de Talleyrand, añade, era sagrado para nosotros, sólo por haberse opuesto a los temerarios designios del Emperador. Y ocurre que Joseph Bonaparte deja a Nápoles y se va a España, a ceñirse la corona. Invitados por el príncipe de Masserano, embajador de España, se nos exige un juramento de fidelidad al nuevo monarca, condición previa para ser tolerados en París; mal informados de lo que ocurría “y no sin repugnancia —continúa, textualmente— llenamos esta formalidad oficial del día 5 de octubre de 1808”.

De la embajada son llevados a la Prefectura de Policía, a registrar el juramento y recibir una carta de seguridad. Desde mediodía hasta las cuatro corren de negociado en negociado, en busca de firmas, notas y sellos, y después se les hace entrar al despacho del Prefecto, M. Vera, quien los recibe sombrío y duro. “Conducid estos señores al número 6”, dijo a uno de sus ordenanzas. Llegados al número 6, el agente los deja allí y, por todo consuelo, pronuncia estas palabras: —“*Messieurs, vous êtes en prison...*” —“*Je ne le vois que trop*”, contesta Orfila, y quedan encerrados, abandonados, silenciosos. Más tarde consiguen que se les traiga la cena de un restaurante próximo y que se les deje escribir unas cartas a sus amistades. A las cinco de la mañana se abre la puerta y entra un nuevo detenido, que empieza a renegar contra el emperador y sus satélites. Los dos catalanes conocen la maniobra: es un *mouton* o espía carcelario, supervivencia de las prisiones del terror, que no consigue sacarles una sola palabra comprometedor. Por último, a las ocho de la mañana, Orfila es conducido al despacho de M. Vera, a donde entra tembloroso. Mas, ¡imaginad qué alegría! Las cartas habían producido su efecto y ya encuentra a M. Vauquelin en persona, con el uniforme del Instituto de Francia, espada al cinto, revestido de todas sus insignias. —“*Je viens réclamer Monsieur* —dice Vauquelin—; *Je répons de lui; il ne troublera jamais l'État; je l'emmené...*”

Y dicho y hecho: maestro y discípulo salieron de la prefectura entre abrazos, lágrimas de alegría y expresiones de gratitud al profesor venerable y tan afectuoso para él, joven y extranjero, que no tardaría en heredar su cátedra. Dos horas después, salía Lacoma; y entonces se enteraron de todo lo ocurrido: Gil, Bernardo, García (padre de la Malibran) y unos cien españoles más habían sido conducidos a la prisión en la madrugada de aquel 6 de octubre. El emperador, a caballo para ir a combatir a los austriacos, se había despedido del prefecto de policía con estas palabras que reflejaban todavía todo el escozor por lo de Bailén: “Alejad a toda prisa a los españoles que están en París; vigiladlos; no los dejéis respirar; diseminadlos uno a uno, o en grupos de dos, por los departamentos más lejanos...” Y así les ocurrió a todos los que no tuvieron un miembro del Instituto que fuese a reclamarlos y protegerlos paternalmente.

Salvado este gran escollo, su situación quedó casi normalizada. De 1808 a 1811, estudió animosamente la medicina y se graduó de doctor, mediante unos exámenes que duraron del 11 de mayo al 9 de agosto del último año mencionado, que fueron la admiración y el orgullo de la Facultad y que merecieron la más alta calificación. Boyer, Dupuytren, Récamier, Petit, Leroux, Fouquier, lo tuvieron por alumno predilecto; Roux y Marjolin, entonces profesores particulares, le explicaron fisiología y patología externa, respectivamente, y la química le fue sólidamente enseñada por Thénard. El 27 de diciembre de 1811 recibió la investidura doctoral, después de leída y discutida su magnífica tesis: *De l'Iotère*. Cuando salía de la Escuela, aclamado y felicitado por sus condiscípulos, le quedaba en el bolsillo, por todo peculio, la cantidad de *seis francos*. Su padre se había visto obligado a retirarle la pensión a causa de las grandes pérdidas ocasionadas por la guerra y sólo puso a su disposición una partida de 300 francos para que pudiese regresar a Menorca tan pronto como obtuviese el título. Al día siguiente, él le escribía dándole las gracias y devolviéndole el dinero. “Gracias —le decía—, pero yo me quedo aquí; el cielo querrá ayudarme”.

La determinación era muy peligrosa; mas en el punto que había llegado su inteligencia, preparada para la investigación y la cátedra más que para la práctica profesional, ¿podía resignarse a volver a Mahón? El día 8 de enero de 1812, y a ruegos de sus amigos y admiradores, abrió un curso de cien lecciones de química, en casa de M. Martin, farmacéutico, *rue de la Croix des Petits Champs*. Seguían el curso cuarenta alumnos, a cuarenta francos cada uno; Béclard, Edwards, Hypolite, Jules Cloquet asistían a la clase; el auditorio lo animaba con muestras continuas de satisfacción. Durante el verano del mismo año dio otro curso de química en su laboratorio particular de *Foin Saint-Jacques*, alternado con uno de botánica. Y desde ese momento hasta que fue nombrado catedrático oficial (1819) se dedicó a la enseñanza con un celo y fer-

vor extraordinarios. El anfiteatro de la calle de *Foin*, obtuvo la preferencia de París. Unas veces profesaba la química, otras la anatomía, la medicina legal o la botánica, y la concurrencia era lo bastante numerosa para asegurarle un ingreso de 8.000 a 10.000 francos por año.

Mas no por esto olvidaba sus compromisos ni los motivos que le habían llevado a Francia, y llegó, por último, el momento de demostrarlo. Acabaron los siete años desastrosos y he aquí lo que hizo inmediatamente después de la paz de 1814. "Escribí a la Junta de Comercio de Barcelona —dicen las *Memòries*— para agradecerle, de la manera más profunda y expresiva, todo lo que se había dignado hacer por mí y para anunciarle que estaba pronto a restituirme a la expresada ciudad, si persistía en crear la cátedra de química proyectada el año de 1807. Ciertamente que yo hacía con esto un gran sacrificio pecuniario, pues los emolumentos de esta cátedra no eran sino de tres mil francos anuales, mientras que lo que ya ganaba en París, entre la enseñanza particular y la clientela, pasaba bastante del doble. Pero se comprenderá que éste era mi deber, sin contar lo que también había de delicadeza en la proposición... La Junta no tardó en contestarme, con frases extremadamente doloridas, que el naufragio general que acababa de devastar a España todo lo había arrasado y destruído, tenía a la hacienda de Catalunya en estado de miseria y bancarrota tales que era del todo imposible pensar en nuevos gastos ni en la soñada obra de regeneración de los estudios; y díome las gracias, en la forma más halagadora y honrosa para mí, por el buen recuerdo que yo conservaba del precioso servicio que me había prestado al elegirme como su pensionado".

Esta es, pues la verdadera historia de la carrera de Mateu Orfila, el origen de su encumbramiento y la explicación de una pérdida tan sensible para nuestra cultura como provechosa para la de los vecinos. Ella es un título de honor para la preclara Junta y un motivo más de execración para aquella guerra inicua, que convirtió a España y a Catalunya más especialmente, en un yermo cubierto de ruinas, cenizas y huesos. Por estas razones y no otras, las enciclopedias y diccionarios extranjeros pueden hablar hoy en día del *savant français né à Mahon*, a quien no del todo renunciaron sus contreráneos a recobrar a pesar de la impotencia en que habían caído. Las excitaciones que, desde Barcelona sobre todo, se recibían en Madrid, decidieron al gobierno a tomar una medida acertada. Ciertamente el día del año 1815, ya en plena Restauración y cuando Orfila había renunciado a volver a su patria, recibió una carta del primer ministro de Fernando VII, en la cual le hace saber que el rey lo había nombrado profesor de química en Madrid, en sustitución de M. Proust, y que los honorarios serían fijados a su llegada a Madrid. Esta noticia la dieron los periódicos de París en un momento en que

Orfila no sólo era ya una sólida reputación sino también un hombre de moda.

El mismo día su mujer —porque estaba casado con la hija del ilustre escultor Lesueur— recibió la visita de M. Lefèvre, médico ordinario de Luis XVIII. "¿Creéis —le dijo— que si le ofrecía un cargo de médico de cámara del rey, y la esperanza de ventajas más positivas, vuestro marido se quedaría entre nosotros?" Cuando Orfila devolvió la visita al doctor Lefèvre, para darle las gracias, contestó, en sustancia, que si el gobierno español aceptaba el plan de estudios químicos que él le había dirigido, se consideraría obligado, por patriotismo, a aceptar la cátedra; pero que, mientras tanto y en la incertidumbre de la respuesta, aceptaba interinamente el puesto de médico de cámara que se le ofrecía en París.

En efecto, tan pronto como recibió la carta del Secretario del Despacho, había contestado a Madrid diciendo: "Excelentísimo señor: Proust es un hombre de gran talento y un profesor distinguidísimo; los cursos que ha dado en España no dejan nada que desear; pero, aunque fueron seguidos por un numeroso auditorio, *Proust no ha sacado un solo discípulo*. Esto se debe a que la mayor parte de los oyentes eran gente de mundo que asistían a las lecciones como habrían asistido a un espectáculo... Yo aceptaría con mucho gusto la sucesión de este sabio ilustre, con la doble condición siguiente, nacida de un propósito que por fuerza habéis de considerar honorable: Primero: Cada una de las trece provincias o antiguos reinos de España enviará a Madrid cuatro jóvenes bien seleccionados que serán pensionados por ellas y seguirán mis cursos teóricos y prácticos durante tres años, por lo menos. Segundo: Al final de sus estudios, aquellos de entre todos que, después de un concurso serio, hayan sido considerados dignos de ocupar una cátedra serán nombrados inmediatamente profesores en las Academias, en las Universidades o en las poblaciones industriales y mercantiles respectivas. Estoy convencido de que adoptando este sistema dentro de diez a doce años, España no tendría nada que envidiar a las demás naciones en cuanto a química y yo podría felicitarme de haber podido prestar a mi país un efectivo y señalado servicio". Esto escribió el doctor Orfila; la respuesta del ministro fue que no le correspondía a Orfila hacer *planes de estudio*, pero que si quería aceptar sin más condiciones, podía ponerse en camino. Nuestro paisano no lo entendió de esta manera, y ya no se habló más de ello, quedando frustrada, con toda seguridad, una grande obra. París se lo hizo suyo.

Y, aquí, señores, se acaba el interés español, el interés catalán de estas *Memòries*, porque desde este momento el doctor Orfila pertenece por completo a la historia de Francia y a los esplendores de su cultura. Aquí habría de acabar, por consiguiente, esta fatigosa relación, que tanto me ha

hecho abusar de vuestra paciencia. Pero, ¿cómo resistir al atractivo de unas confesiones que, de continuo, trascienden interés científico y social, ni cómo rechazar la tentación de seguir hasta el final esta verdadera *novela de un joven pobre*, aunque no sea más que en resumen y por medio de cuatro indicaciones rapidísimas? Yo habría de hablaros, por ejemplo, de los orígenes de su obra fundamental y de cómo, por abril de 1813, un experimento frustrado que, según los libros clásicos, lo comprometió ante sus alumnos, fue la causa de descubrir el hecho primario de la toxicología y de escribir el *Tratado de los venenos* que el editor Rochard, sin conocer a Orfila sino de nombre, se apresuró a publicarlo, pagando 5.000 francos por una edición de 1.500 ejemplares y 600 francos por cada edición sucesiva. Habría de recordaros la sensación que produce esta obra en el mundo científico, los informes laudatorios con que la presentan al Instituto de Francia, Pinel, Percy, Vauquelin y Cuvier, su ilustre secretario general. Habría de recordaros sus inmediatas traducciones al inglés, al alemán, al italiano y al español, debida, por cierto, esta última a un buen amigo del autor, el doctor Larra, padre del inolvidable *Figaro*.

Y entonces habría de deciros también cómo reemplazó a Thénard en la tribuna del *Athenée*, así como él había sustituido a Fourcroy; y cómo, finalmente, después de nacionalizarse francés, ocupó el año 19 la cátedra de medicina legal en la Facultad de París, en la que fue reemplazado por Robiquet, sin pasar en silencio el episodio íntimo de la encantadora y hellísima Duquesa de X..., una de sus oyentes apasionadas, que murió en plena juventud romántica, dejándole un recuerdo imborrable para toda la vida. Ni debería omitir tampoco sus éxitos musicales en la tertulia de la Sorbona, reunión de familias de artistas y hombres de ciencia que allá tenían habitación concedida por el Estado, "especie de república en donde reinaba la más cordial fraternidad —dice— entre personas ocupadas en trabajos que si no conducen a la fortuna, procuran por lo menos las delectaciones más vivas y aseguran la consideración de todos". Aquí fue en donde cantaba con Mademoiselle Gabrielle Lesueur, su futura esposa, y en donde contrajo brillantes amistades. Aquí donde encontró a Neukomm, discípulo de Haydn, que tanto lo estimó. Por aquellos días la Barilli, cuyo marido era empresario de los italianos, ofreció a Orfila un contrato de veinticinco mil francos anuales en su compañía de ópera y tiempo después la Catalani, diva eminentísima también, le reiteró la oferta.

De la Sorbona, presentado por Neukomm, pasó a la casa de la princesa de Vaudemont, Montmorency de nacimiento, el más brillante y selecto de todos los salones de la Restauración. La grande y poderosa dama quedó prendada de la joven pareja Orfila-Lesueur. El afecto que los unió no se enfrió nunca; el elogio que contienen las *Mémoires*

para esta princesa de estirpe real, es calurosísimo. Nadie como ella fue tan adicto a sus amigos, sin distinción de ideas ni de opiniones políticas: Vitrolles, legitimista; La Valette, bonapartista; Fouché, el antiguo republicano, recibieron pruebas de una simpatía en extremo peligrosa muchas veces para quien la dispensaba. ¿Qué no hizo para arrancar del patíbulo a La Valette, para combinar su fuga, para dejarlo a salvo? Orfila, que lo presencié, que se encontraba con la princesa en la tarde decisiva, lo cuenta admirado y con las más tiernas ponderaciones. Fue allí donde trató los primeros personajes de la época: el príncipe de Talleyrand y sus hermanos, la duquesa de Curlande y su hija, espiritual y seductora; la duquesa de Dino; todos los miembros de la familia Caraman-Chimay, el duque de Richelieu, el príncipe de La Val de Montmorency, los príncipes de Rohan, madame de Coigny, el conde de Molé, M. de Boisjelin, M. y Mme. de Marmier. Fue allí también donde conoció a cuantas celebridades europeas pasaban por París: Wellington, Castlereagh, Metternick, Nesselrode, d'Appony, Werther; y los artistas, compositores y cantantes más eminentes: la Camporisi, la Pellegrini, la Galli (hermana del cofundador de *El Europeo*), la García Malibrán, el maestro Spontini, etc. Durante aquellos años y en aquella casa, dice Orfila, "viví entre todo lo que París encierra de más selecto y glorioso".

Y al lado de este "salón", otro que la inmortalidad y la tragedia revolucionaria habían consagrado dos veces: el de la condesa de Runsdorf, viuda del ilustre Lavoisier. Además de muchas de las eminencias citadas se reunían sabios y pensadores de primer orden: Laplace, Fourier, de Prosný, M. y Mme. Guizot, el duque de Broglie, Mme. Staël, M. de Saint-Aulaire, de Cazés, Laborde, Villemain, Delessert... ¿Qué no podría añadir de todos las espiritualidades, refinamientos y elegancias que contiene esta parte de las *Mémoires*? ¿Qué del viaje a Mahón, en plena celebridad, en abril de 1816, acompañado de su esposa para presentarla a sus padres y parientes? Hacía doce años que había salido de Mahón, criatura modesta y de porvenir incierto, y retornaba médico de cámara de Luis XVIII, halagado del público, de las academias y del gran mundo. Imaginad, pues, la recepción extraordinaria y la continua fiesta durante los cinco meses de vida familiar que pasó allí, entre lágrimas de ternura y manifestaciones de admiración.

No quiso excluir a Barcelona de esta exaltación de sus sentimientos y, al regreso, dedicó dos semanas a reafirmar sus antiguas relaciones, a visitar a los amigos, a los maestros, a los protectores todavía vivos, a reiterarles el testimonio de una gratitud eterna y a revivir las horas de estudio en el Hospital y las *petites roulades* o gorgeos de *La molinara* por los caminos y senderos de Montjuïc. ¿Y después? Después, ya lo sabéis; otra vez a Francia, otra vez a la cátedra, al laboratorio, a

la investigación, a la actividad profesional y científica. Decano de la Facultad de Medicina en el año 1831 y por más de tres quinquenios, la reformó y la creó casi de nuevo, comenzando por el plan de estudio y acabando en el edificio y sus anexos, cuya capacidad cuadruplicó; y modificó desde las pruebas de fin de curso hasta las mesas de disección que —parece imposible!— eran todavía de madera y ofrecían un aspecto repugnantísimo; y llevó a todo, en suma, aquel espíritu de renovación y acierto práctico que la joven Escuela de Barcelona le había infiltrado para siempre, según repite tantas veces. Sus intervenciones, sus peritajes científicos, escrupulosos y llenos de probidad, hicieronle indispensable en los momentos críticos y de duda, ya se tratara de una razón de Estado, como en el vidrioso asunto de la duquesa de Berry o de una preocupación de alta justicia como en el crimen de Mme. Lafarge. Y hasta cuando tuvo que dejar la dirección de la Facultad por giro de la política que ya anunciaba los próximos trastornos, y hasta cuando se atrajo los odios de Raspail, que quería crear una medicina democrática y para los pobres y que era, podríamos decir, el médico del 48 y de los Talleres Nacionales, como Orfila lo había sido de la Restauración y de Luis Felipe, su memoria no queda por esto menos honorable ni su muerte, ocurrida en el año 53, había de ser menos sentida. Entonces, por boca del conde de Salvandy, ministro de Instrucción Pública, quedó definitivamente vindicado de las pasajeras ofuscaciones revolucionarias y fue una serie de necrologías, recuerdos y elogios, que repercutieron también en España en prosa y en verso, en artículos de periódico y en octavas reales —por el estilo de unas que podría citar de Calvo Asensio, el farmacéutico director de *La Iberia*—, y hasta se habló de recoger fondos para levantar la estatua correspondiente. De lo que no se habló entonces, ni casi se acuerda nadie, es de la Junta de Comercio de Barcelona y del gran acierto que ésta había demostrado.

Tal es, señores, lo que el *Institut d'Estudis Catalans*, conocedor de las *Memorias inéditas* del Dr. Orfila y de las revelaciones que contienen, me ha encargado de repetir ante vosotros, miembros dignísimos de la nueva Cámara de Comercio, que ha recogido la herencia gloriosa de la antigua Junta, así como ésta había recogido en su día la del magnífico *Consell dels Vint* (Consejo de los Veinte).

Por dos veces se ha soldado, con áurea soldadura, la cadena sagrada de la tradición, amparándose otras dos de este mismo venerable edificio que con su grandeza monumental, la primera de Barcelona, ya traduce la del genio y estamento que lo levantó a su propia semejanza. Motivo de legítimo orgullo para vosotros, de arrepentimiento para todos, es la exhumación de esta gloria nuestra que hubo de florecer en tierra extranjera para comprobar a la vez la capacidad del español y la incapacidad de España, la aptitud individual y la impotencia colectiva de la cual os he hablado al principio.

Ciertamente los hombres de aquí no son peores que los otros; la materia prima no es aquí más impotente, ni el entendimiento se muestra más obtuso. Bien lo dicen estos dos talentos que se encontraron en París venidos de nuestros viejos dominios y señalados por expresivos apellidos catalanes: Aragó y Orfila. Mientras el uno triangulaba la tierra, buscando la norma del sistema métrico, y levantaba las tablas de refracción, o calculaba los diámetros planetarios, el otro descubría el principio determinante de la Toxicología: “la diferencia de las reacciones cuando las sustancias venenosas vienen contenidas o han pasado por humores orgánicos”, y establecía una por una estas diferencias según cada tóxico y cada humor, demostrando la necesidad de una nueva ciencia y dándola hecha a la vez. Y estos dos hombres que colaboraban sólidamente a la obra de la civilización, que se incorporaron a una de las más altas selecciones humanas que jamás hayan existido, eran dos de nuestros hermanos y de nuestros conterráneos, hasta el extremo de que, saliendo de las academias y cenáculos de la gran metrópoli, dejando la compañía de los *cuarenta inmortales*, al bajar la escalinata de gloria del Instituto en las grandes jornadas de la ciencia, podían cambiar sus comentarios, sus impresiones y sus ironías, a reserva de todos, en nuestra propia lengua catalana. Esto quiere decir que el hombre de estas tierras será lo que le haga el medio que le rodea y que la gloriosa Junta de Comercio acertaba sobre todas las cosas al querer renovar y elevar este medio, tanto como acertáis vosotros al haceros cargo de su herencia, que es la del honor y del patriotismo.

F. DE S. AGUILÓ, trad.

Fora-Mallorca.

Bogotá, 12 de marzo de 1953.

# EL SISMOSCOPIO ELECTRICO

POR J. RAFAEL URDANETA B.

*Detalle de un detector sísmico construído en Cúcuta, Norte de Santander-Colombia, por el autor de estas notas.*

## CONTENIDO:

- 1—Introducción.
- 2—El aparato.
- 3—Emplazamiento.
- 4—Consideraciones generales.
- 5—Conclusión.

## ILUSTRACIONES:

- 1—Copia heliográfica del diagrama del sismoscopio.
- 2—Fotografía del péndulo y su soporte a  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.
- 3—Fotografía del aparato con el sistema de alarma y el registro de direcciones.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.
- 4—Fotografía del aparato en conjunto, dentro de la cubierta protectora.  $\frac{1}{4}$  del tamaño natural.
- 5—Copia fotográfica de un croquis de Centro y Sur-América, con algunos de los sismos registrados en Cúcuta.
- 6—Copia fotográfica de un croquis del Mundo, con los sismos más distantes registrados en Cúcuta.

## UN SISMOSCOPIO ELECTRICO QUE HA DADO BUENOS RESULTADOS

### INTRODUCCION

Con este trabajo, que es solamente la descripción de un instrumento de extrema sencillez, no pretendemos ir más allá de las lindes que nos señalan nuestras propias condiciones y las características del aparato objeto de estas líneas.

Esto, sin embargo, no quiere decir que no hayamos tenido en cuenta ciertos detalles que pudiéramos llamar de carácter técnico en la construcción, emplazamiento y registros, así como una absoluta seriedad en las informaciones que rendimos al observatorio sísmico central de la República, en Bogotá, a donde hemos procurado hacer llegar nuestros datos con la oportunidad posible, entidad que a su vez, nos ha enviado los suyos por una gentileza que siempre sabremos agradecer.

Sea ésta, oportunidad para manifestar nuestra gratitud por la valiosa ayuda que nos ha dispensado con el envío de boletines sísmicos y sus voces de aliento, el Director del Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, Reverendo Padre Jesús Emilio Ramírez, de la Compañía de Jesús, por cuyo insinuación escribimos estas notas y para quien tenemos la expresión cálida de nuestro respeto y admiración.

Después del terremoto de Arboledas, Cucutilla y Salazar, en el Norte de Santander, toda la región continuó por largo tiempo en un estado de agitación sísmica relativamente considerable, lo cual nos decidió a construir un mecanismo que, sin ser un sismógrafo, al funcionar nos hiciese pensar *ipso facto*, en un temblor. El tiempo borra las huellas de dolor y cicatriza las heridas, lo que es una ventaja, de igual manera que desvanece los temores causados por las grandes catástrofes, circunstancias esta última que nos hace vivir desprevenidos. Por esta razón, con no poca frecuencia muchas personas perciben los temblores, pero sólo mucho tiempo después o nunca caen en la cuenta de tal cosa. Para eliminar en lo posible el peligro que entraña esta despreocupación y no para otro fin, fue construído el aparato que a continuación pasamos a detallar.

### EL APARATO

El principio del instrumento es el mismo del sismógrafo de péndulo de movimiento horizontal y por tanto consta de una masa pendular cilíndrica de 3.5 Kigs., hecha de fundición de plomo, dentro de un anillo de cobre bien pulimentado, suspendida por un flexible y delgado cable de hilo de cobre que permite hacer llegar hasta ella la energía eléctrica proveniente de uno de los polos de la batería correspondiente. El soporte está formado por una base trípode de hierro con sus tornillos de nivel; la parte vertical es una columna un tanto cónica también de cobre, con alma de acero que se atornilla al trípode y por el extremo superior recibe el pivote horizontal que soporta la masa del péndulo.

Sobre uno de los extremos del trípode, el que está debajo de la masa, hemos colocado una cruz metálica de brazos iguales en cuyas terminales se hallan unas pequeñas escuadras a las cuales se adaptan los cuatro tornillos de tope que circundan la masa pendular, orientados según los puntos cardinales.

La batería mencionada comunica con la masa por la base del soporte y a través del hilo de suspensión. El otro polo va a un galvanómetro y de éste pasa a alimentar un extremo de cada uno de los cuatro elementos destinados al registro de las direcciones. El otro extremo recibe la corriente de los tornillos de tope cuando éstos, a su vez, la toman de la masa al producirse el contacto.

Los mecanismos para el registro de las componentes horizontales N. S. y E. W., están constituidos cada uno, por un electroimán vertical de núcleo móvil, el cual se halla siempre hacia la parte inferior de la bobina. Al producirse el contacto entre masa y tornillos de tope, el circuito queda cerrado y el núcleo atraído violentamente, va a dar contra el

INDICACIONES:

- G. Galvanómetro.
- P. Palancas.
- N. Núcleos móviles.
- E. Electroimanes.
- T. Trinquetes.
- T. T. Tornillos de tope.
- A. Timbre de alarma.
- R. Reloj.
- M. Masa del péndulo.
- B. B1. Baterías.
- I. Interruptores.

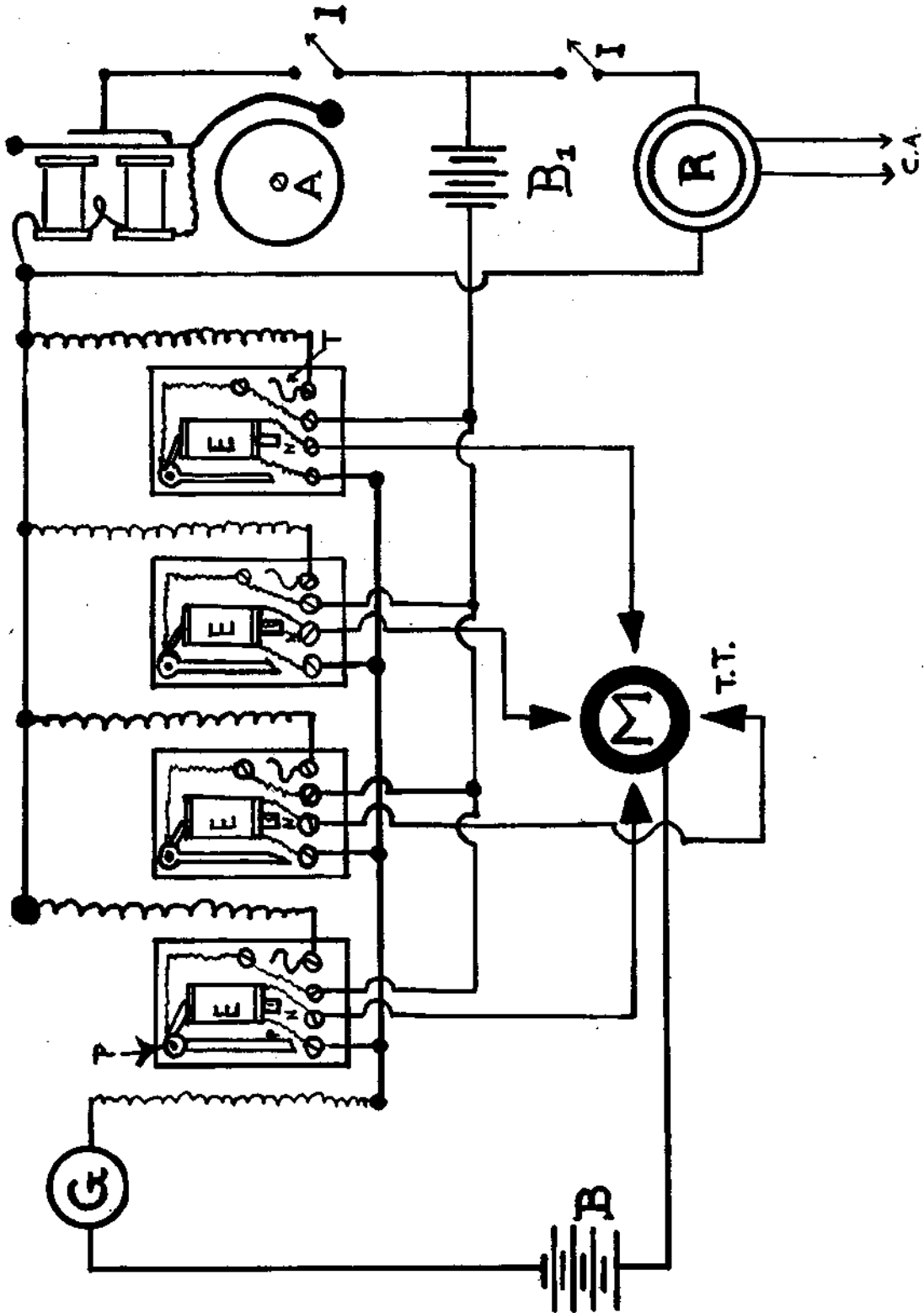
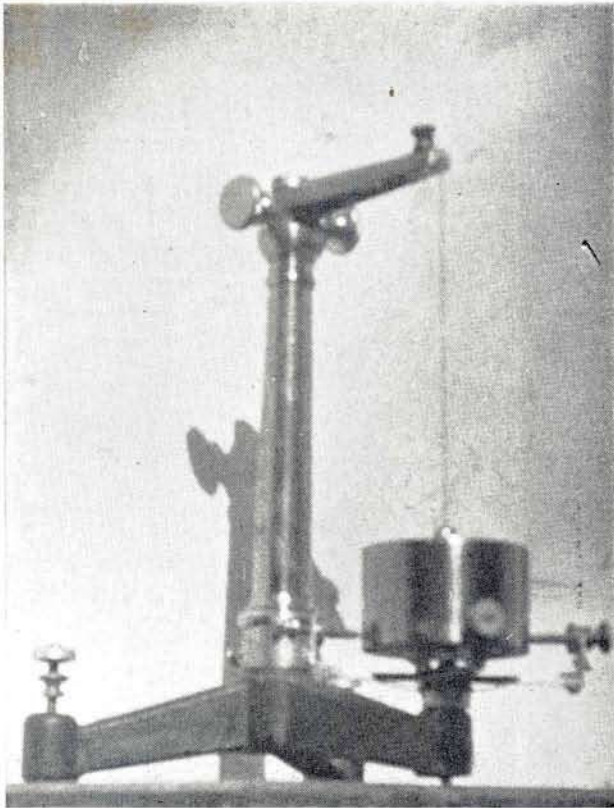
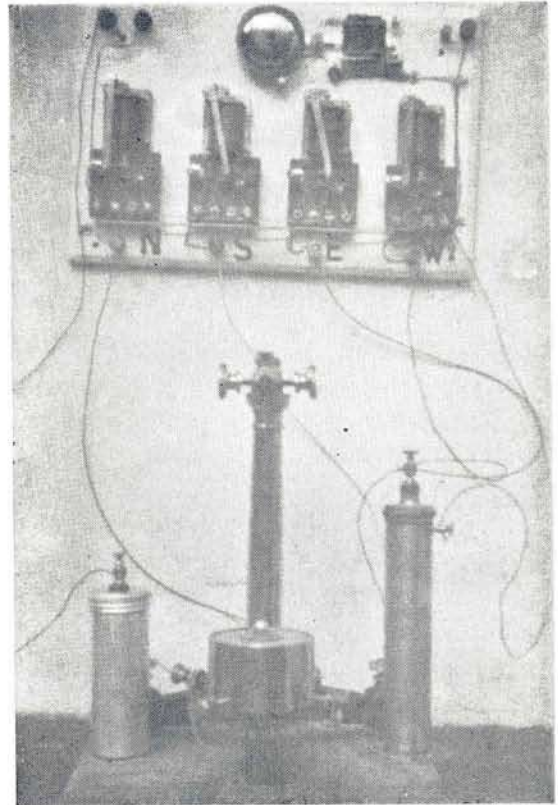


Diagrama del detector sísmico.



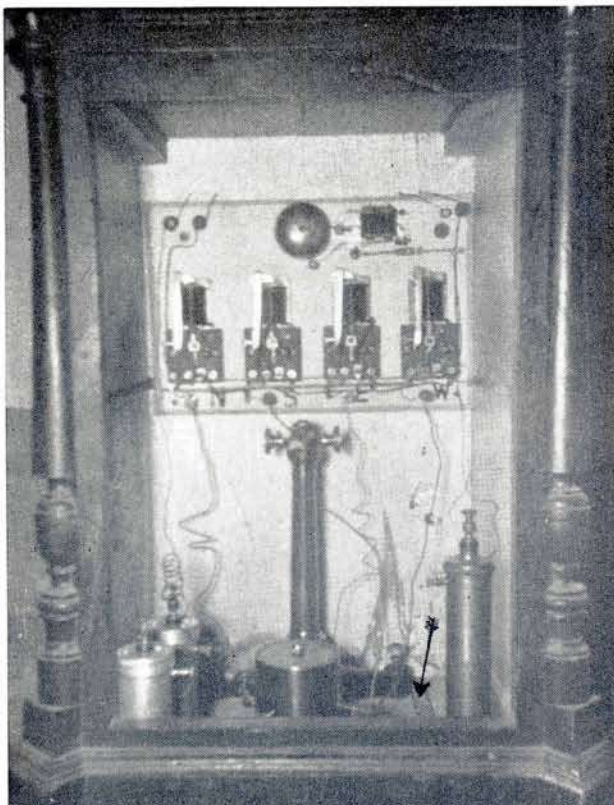
LAMINA 2ª

Detalle del péndulo con su soporte general, en el cual puede observarse con suficiente claridad su estructura, las distintas partes que lo forman tales como los tornillos de tope, el hilo de suspensión, la colocación de la masa, etc.



LAMINA 3ª

Fotografía del aparato en conjunto, en la cual se muestran: el péndulo, las baterías eléctricas y los sistemas de alarma y registro de las direcciones. Allí puede apreciarse cómo son retenidas las palancas por los trinquetes al producirse el contacto en los topes respectivos.



LAMINA 4ª

Fotografía del sismoscopio eléctrico dentro de la caja protectora; se observan con claridad casi todos sus detalles: los conductores de la izquierda que salen por la parte superior van al galvanómetro; los de la derecha al cortacircuitos. La flecha muestra la separación entre el bloque de cemento en que reposa el péndulo, separación que aparece rellena con tubo de papel parafinado. La batería de la izquierda corresponde al sistema de registro de direcciones y la de la derecha al circuito de alarma.



LAMINA 5ª

Algunos de los sismos Centro y Sur-Americanos registrados en Cúcuta, mediante el sismoscopio eléctrico. Las distancias epicentrales fueron calculadas por el Instituto Geofísico de los Andes Colombianos, en Bogotá. La localización en el croquis es aproximada.

brazo de una palanca que reposa precisamente sobre el extremo opuesto de la bobina. En estas condiciones la palanca es lanzada hacia la derecha y un trinquete adecuado impide su regreso a la posición primitiva, marcándose de esta manera el sentido o la dirección del movimiento registrado.

Existe otra batería uno de cuyos extremos polo va directo a la palanca citada y por el trinquete de retención al borne de entrada de un timbre de alarma. El otro polo pasa por un corta-circuito y de éste al borne de salida del timbre.

Como puede observarse, la palanca en cuestión, además de señalar la posible dirección o sentido de un movimiento, al ponerse en contacto con el trinquete hace funcionar el mecanismo de alarma.

Consiste el tercero y último circuito en una derivación del anterior que, acciona un nuevo electroimán de núcleo fijo el cual, a su vez, interrumpe la corriente de alimentación de un reloj eléctrico destinado al registro de la hora. Una ilustración completa puede darla el diagrama adjunto, en el cual está comprendido todo el sistema descrito.

Hemos preferido dos circuitos independientes a fin de obtener un funcionamiento continuo del correspondiente al de alarma, ya que por medio de la masa y sus tornillos de contacto sería intermitente y podría pasar desapercibido en muchas ocasiones, además de debilitarse mucho la corriente por la resistencia que ofrecía todo el sistema mencionado.

#### EMPLAZAMIENTO

El reducido tamaño del aparato nos permite mantenerlo dentro de nuestra propia habitación, en donde se hizo una excavación de unos 50 cm. de profundidad por 40 de lado; se hundieron 4 varillas de hierro de  $\frac{3}{8}$  hasta los 80 cm. y por último se construyó un bloque de concreto. Para evitar posibles movimientos por causa de pisadas, baldosines flojos, etc., dejamos un espacio de un centímetro entre el piso de la habitación propiamente dicho y el bloque destinado a recibir la parte esencial del aparato. Una cubierta de madera lo protege contra el viento, polvo, animales y demás que puedan alterar su normal desempeño y dentro de la cual se hallan todos los componentes del instrumento, excepción hecha del reloj.

#### CONSIDERACIONES GENERALES

De acuerdo con el propósito para que fue construido, nos decidimos por el período corto y masa pequeña. Y si bien consideramos que los desplazamientos del péndulo se reducen cuando los períodos propio y de perturbación son iguales pero de fase opuesta, llegamos a la conclusión de que esta circunstancia no tendría mayor influencia en el caso de temblores de alguna intensidad y de origen cercano.

Por otra parte, como no posee sistema alguno de amplificación, los contactos se hallan a muy reducida distancia de la masa, 1.0 mm. como máximo.

En vía de ensayo adaptamos los registros N. S. y E. W., pero después de repetidas observaciones vimos que era posible, en ciertas circunstancias, la determinación del sentido del movimiento. Ya con las modificaciones necesarias comprobamos que en algunos casos, efectivamente resultaba afectado un solo contacto, es decir, había discriminación del sentido del movimiento registrado.

Asimismo hemos podido apreciar que los contactos se suceden a veces en forma rápida, otras pausadamente y en algunos casos se prolonga sobre un mismo tope por espacio de 3 y 4 segundos. Los núcleos móviles de los electroimanes al ser atraídos, golpean fuertemente las armaduras con el consiguiente ruido y, además, la aguja del galvanómetro marca cada contacto. De suerte que estas dos circunstancias nos han permitido captar los detalles a que nos hemos referido, los cuales sugieren un buen número de conjeturas en relación con la naturaleza de los movimientos registrados en las condiciones anotadas.

Por último, en los dos o tres casos en que los temblores han sido percibidos por muchas personas, el cierre del circuito se ha hecho en todas direcciones, a manera de un verdadero bamboleo; y en aquellos otros notados por muy pocos, se ha hecho por los dos contactos diametralmente opuestos. En el primer caso, como es natural, se hace imposible determinar por nuestros medios mecánicos dirección alguna; y en el segundo, cabe solamente indicar la componente afectada, NS o EW, según el caso.

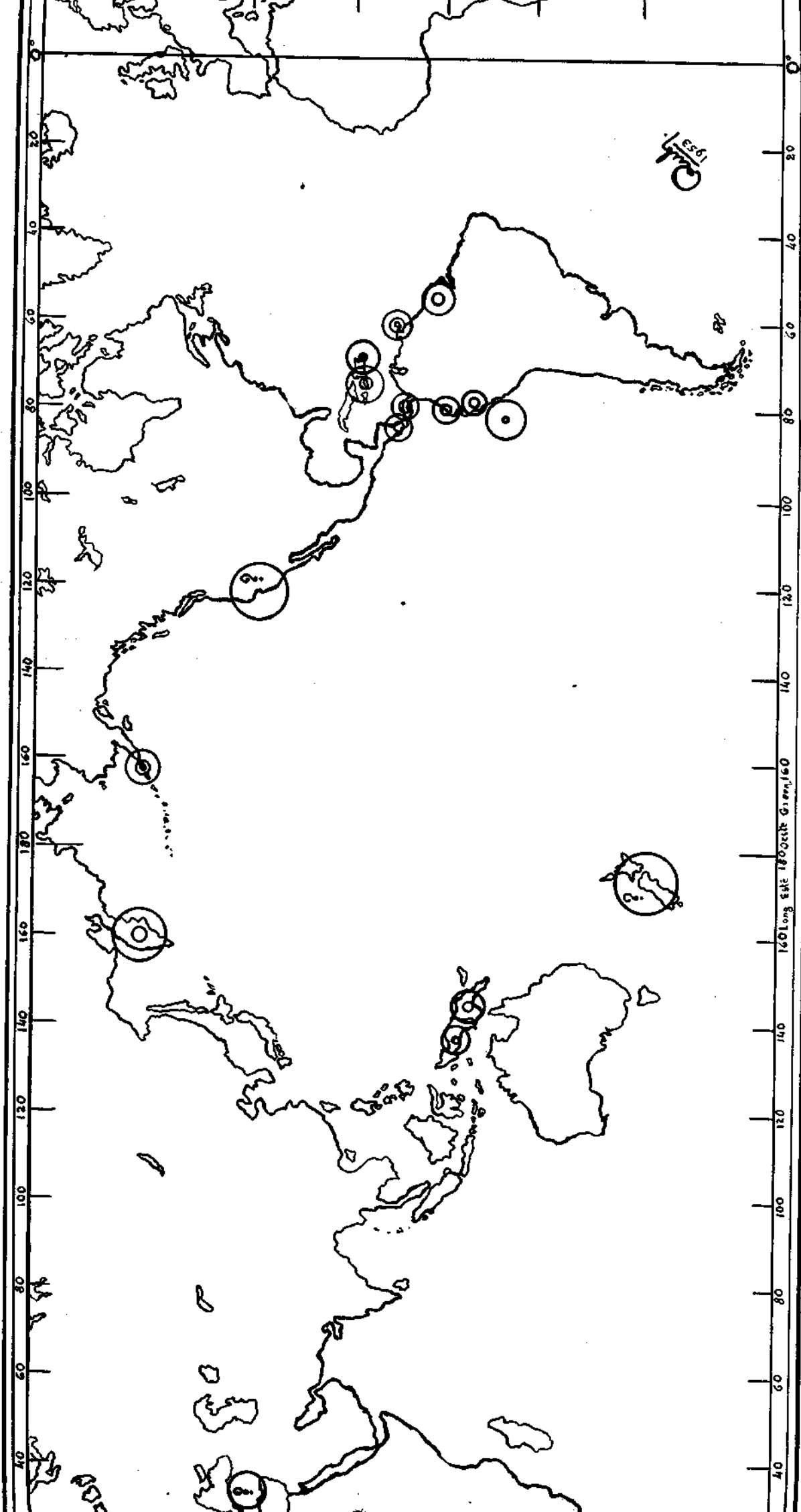
Para el fin que nos propusimos al construir el aparato, sólo una de todas estas consideraciones nos interesaba en realidad: que registrase temblores más o menos intensos y cercanos. Pero establecidas comunicaciones con el Instituto Geofísico de los Andes, en Bogotá, el aspecto de la cuestión cambió nuestra manera de apreciar las cosas y nos obligó a una más cuidadosa observación que se traduce en constantes reformas, mejoras en las condiciones de emplazamiento, seguridad en los registros y control de la hora mediante las señales transmitidas por la Radiodifusora Nacional y una permanente revisión de las baterías eléctricas, a fin de mantener el aparato en perfecto estado de funcionamiento.

La gran sencillez y lo elemental del instrumento saltan a la vista, así como la tosquedad de su estructura general, bien clara en las fotografías adjuntas. Con todo, los resultados no dejan de ser satisfactorios y hasta interesantes.

De un mecanismo como el descrito no es posible esperar ni exigir más de lo que ha dado. El número de temblores registrados, sus levisimas intensidades y las grandes distancias del origen de varios de ellos, son suficientes para hacernos sentir relativamente satisfechos. Al menos la finalidad primordial ha sido cumplida con pleno éxito.

#### LAS GRAFICAS

Nos referimos exclusivamente a los mapas con los cuales hemos pretendido ilustrar estas anotaciones,



Los más lejanos sismos registrados en Cúcuta N. S. — Colombia, mediante el sismoscopio eléctrico.  
 Distancias epicentrales determinadas por el Instituto Geográfico de los Andes. Bogotá

porque consideramos conveniente destacar que, ellos se refieren propiamente al número de los registros, a los países y al distanciamiento de las zonas de con-moción con relación a Cúcuta, más que a una localización exacta en tales gráficas, de los epicentros que en todo caso han sido determinados por Bogotá.

Para llevarlos al mapa hemos utilizado los boletines sísmicos que gentilmente nos ha suministrado el Insituto Geofísico de los Andes y comparando nuestros registros con ellos, sacamos los que coinciden en fecha y hora; luégo por medio de un esfera de 18 pulgadas localizamos aquellos para los cuales Bogotá ha dado una situación geográfica completa, y en forma aproximada los trasladamos al croquis general del mundo y de América.

No poseemos los boletines correspondientes a noviembre y diciembre de 1952 ni los de enero y parte de febrero de 1953, por lo cual 17 movimientos registrados no han podido computarse. Por otra parte, muchos de los que pueden considerarse con epicentros dentro del área de la República, no han sido detallados en los mapas y nos hemos limitado a señalarlos con 3 circunferencias céntricas para no recargar el dibujo. Además, parece haber equivocación por nuestra parte, en la anotación de una o dos fechas, lo que no pudimos comprobar de manera satisfactoria; de aquí que aparezcan en el mapa, dos o tres sismos con carácter de probable o posible registro por nosotros.

#### CONCLUSION

Para concluir, queremos dejar constancia de algunos puntos que nos parece conveniente consignar:

- 1º—No pasan de 6 los temblores notados por las gentes en Cúcuta. Entre éstos, solamente 3 alcanzaron a causar alguna alarma.
- 2º—Casi todos los temblores registrados han sido para la localidad muy pequeños e imperceptibles.
- 3º—Los temblores con origen en Cbile, Bolivia y la Argentina, nunca han afectado el aparato, no importa el carácter destructor que hayan tenido.
- 4º—No obstante lo anterior, se han registrado movimientos cuyo origen se hallaba a considerables distancias.
- 5º—No han coincidido los temblores, en forma indudable, con el registro de fuertes temperaturas locales ni se han observado alteraciones en las curvas del barógrafo, en coincidencia con movimientos sísmicos registrados en Cúcuta.
- 6º—En los sismos pequeños y aun en aquellos percibidos por personas en los pisos altos, el sismoscopio ha indicado dirección y sentido bien definidos.
- 7º—El aparato funciona desde el 20 de abril de 1952, con interrupciones prolongadas en agosto, septiembre y parte de octubre.
- 8º—El registro total desde la fecha indicada, hasta el 21 de julio de 1953 es de 107 temblores, de los cuales corresponden 47 a 1952 y 60 a 1953.

Cúcuta, N .S., julio 25 de 1953.

## COMPOSITAE

### APHANACTIS LIGULATA Cuatr., sp. nov.

Herba humilissima caule crassiusculo rizhomatoso glabro parce ramoso extremis congeste rosulatis vel subrosulato-foliosis.

Folia opposita herbacea crassiuscula laetevirentia glabra sessilia basi amplexentia breviter connata, oblonga apice rotundata vel obtusa, nervis 3 vel 5 subparalellis subtus valde conspicuis, nervulis prominulis laxe reticulatis, 10-20 mm. longa 2.5-6 mm. lata.

Capitula heterogama radiata terminalia longe pedunculata, pedunculo hirsuto-pubescenti folia aequilongo vel valde longiori vel paulo breviori (1.4 cm. longo) nudo vel sursum pare bractearum folia similibus sed breviorum. Involucrum cupulatum circa 10 bracteis biseriatis herbaceis pallide viridibus ellipticis vel ovatis apice rotundatis vel obtusis 5-7-nervis et pauca reticulatis, praeter sursum minute ciliatam glabris 5 mm. longis 2-3 mm. latis. Flores radii feminei circa 14 ligulati, corolla albidolutescenti 3.4-5 mm. longi, tubulo glanduloso-hirsuto 1.6-2 mm. longo, lamina obovata 1.8-3 mm. longa apice tridentata dentibus latis deltoideis; ovario glabro 1.6-2 mm. longo; achaenio 2 mm. longo oblongo subpentagono minute nigro-granulato calvo. Flores disci circa 44 hermaphroditi, corolla, 2-2.5 mm. longa tubulo 0.9-1 mm. longo hirsuto, limbo campanulato glabro dentibus crassiusculis acutis; antheris 1 mm. longis breviter sagittatis ovario 1.6 mm. longo glabro. Paleae receptaculi filiformi flexuosi glabri 3.5 mm. longi.

*Typus:* Colombia, Dep. Santander. Páramo del Almorzadero, 3500-3700 m. alt. "rosuleto, hoja verde clara, ligulas blanco amarillentas", 20-VII-40 colect. Cuatrecasas & H. García. Barr. 9984 (Holotypus F).

*Otro ejemplar:* Norte de Santander: páramo entre Laguna y Nariz del Judío, sobre Mutiscua, colect. 16-VI-1946 M. de Garganta 1216.

*A. ligulata* se distingue de la especie ecuatoriana *A. jamesoniana* Wedd. por ser planta cespitosa de hojas arrosietadas en el extremo del tallo o de escasas ramas, estando las rosetas asentadas en el substrato, las hojas y los capítulos son mayores, las hojas y los tallos son glabros, los capítulos siempre pedunculados y las flores femeninas tienen ligula aunque pequeña bien desarrollada.

### APHANACTIS PILOSELLOIDES Cuatr. sp. nov.

Herba humilissima cuilibet prostratis reptantibus radiciferis ramulis brevibus congeste foliosis subro-

sulatis vel ramulis ramificatis aereis ad 5 cm. altis. Ramuli angulosi nodosi sparse hirti vel hirsuti.

Folia opposita crassiuscula herbacea viridia puberula pilis minutis sparsis et pilis longis dilutis vel copiosis munita, oblongo-obovata obtusa basi attenuata amplectente connata margine integra vel minutis sparsis dentibus praedita, 3-5 nervis magis conspicuis reliquis obsoletis, 10-20 mm. longa 5-9 mm. lata.

Capitula heterogama discoidea terminalia vel subterminalia longe pedunculata vel sessilia, pedunculis ad 5 cm. longis mediocribus flavido-tomentellis. Involucrum 8 bracteis 2 seriatis pallide viridibus ovatis vel suborbicularibus obtusissimis 5-7 nervatis margine ciliatis dorso sparse setosis vel glabris, 5 mm. longis 2-4 mm. latis. Paleae receptaculi angustissime lineares basi dilatatae. Flores radii feminei circa 14, corolla 2.2-2.5 mm. longa tubulo angusto hirsuto 2 mm. longo, apice brevi lamina obtusa 0.2-0.4 mm. longa; achaenio glabro 1.7 mm. longo subpentagono laevi calvo. Flores disci hermaphroditi ultra 20, corolla achaenio calvo glabro sublaevi subpentagono circa 1.8 mm. longo.

*Typus:* Colombia, Dep. Boyacá: valle u hoyo del Cocuy, vertientes SW, 3100-3750 m. alt. (bajando del Alto del Escobal al Cocuy). Colect. 8-IX-1938 J. Cuatrecasas 1288 (Holotypus, F).

*Otros ejemplares:* Dep. Boyacá, bacia La Cueva, en la Zanja (Nevado del Cocuy) cespitoso-ramosa, 3700 m. alt., colect. 13-IX-1938 J. Cuatrecasas 1623 (Paratypus, F). Nevado del Cocuy, alto valle de Las Lagunillas 4000-4300 m. alt., 12-IX-1938 colect. J. Cuatrecasas 1530 (Paratypus, F). Nevado del Cocuy, Quebrada de San Paulino: El Morrón, 3800 m. alt., colect. 11-IX-1938 J. Cuatrecasas 1370A.

*A. piloselloides* es afín a *A. jamesoniana* Wedd., del cual se distingue por los capítulos mayores y por las hojas mayores y más anchas (obovadas) que presentan, lo mismo que las ramas hojosas, pelos rígidos y largos, abundantes o esparcidos. El limbo de las corolas femeninas es muy poco desarrollado siendo con frecuencia insignificante; la planta es muy humilde, con las ramas frecuentemente enterradas y con desarrollo cespitoso o bien se elevan sobre el substrato, densamente herbáceo, tomando también un general aspecto arrosietado.

### CALEA CHOCOENSIS Cuatr. sp. nov.

Suffrutex scandens ramis flexibilibus pendulis breviter striatis minute pubescenti tomentosis.

Folia opposita petiolata subchartacea. Petiolus teneris rigidis vel flexuosis tomentuloso-hirsutulul

circa 12 mm. longus. Lamina septuplinervia acute ovata vel lanceolato-ovata basi obtusa apice valde acuta margine serrata dentibus brevibus 5-10 mm. distantibus, utrinque scabrida, 7-9 cm. longa, 4.5 cm. lata; supra sparse strigosa et minute tuberculata nervis principalibus prominulis ceteris obsoletis; subtus nervis septem, praecipue 5 ascendentibus prominentibus, nervis tertiis filiformibus elevatis patentibus cum nervulis copiosis in reticulum prominentem anastomosatis, pilis strigosis et glandulis epidermicis copiosis munita.

Capitula homogama subparva longe pedicellata, copiosa in umbellas graciles terminales aggregata. Pedicelli teneres 10-20 mm. longi erecti densiuscule breviterque hirsuti glandulosique. Involucrum oblongo-campanulatum bracteis 5-seriatis imbricatis, exterioribus brevibus ovatis herbaceis vel subherbaceis circa 2 mm. longis ceteris oblongis scariosis lutescentibus gradatim longioribus glabriusculis obtusis apice ciliatis intimis 6 mm. longis 2.5-3 mm. latis trinerviatis. Paleae receptaculi ovatae acutissimae 5 mm. longae circa 3 mm. latae amplectentes. Flores omnes hermaphroditi tubulosi praecipue 15 corolla lutea glabra 4.2 mm. longa tubulo 1.2 mm. longo limbo infundibuliforme dentibus 1 mm. longis. Antherae luteae 2 mm. longae basi sagittatae. Rami stigmatici lineares apice obtusi papilloso-pilosi. Ovarium moderate hispidum 2 mm. longum basim angustatum. Pappus 4 mm. longus paleis anguste lanceolatis acutissimis ciliatisque.

*Typus:* Colombia, Intend. Chocó: Nuqui. Slender climber, hanging over seacliffs; heads yellow showy, collect. 21-I-47 Oscar Haught 5455. (Holotype US).

*C. chocoensis* es afín a *C. solidaginea* HBK, pero se puede distinguir fácilmente por las anchas hojas y por los capítulos más gruesos sostenidos por largos y delgados pedicelos agrupados a modo de umbelas terminales.

#### CALEA GARGANTAE Cuatr., sp. nov.

Suffrutex ramis tortuosis minute piloso-tuberculatis tomentosisque.

Folia opposita petiolata crassiuscula chartacea. Petiolus 4-5 mm. longus tomentosus supra sulcatus. Lamina ovata basi cordata vel subcordata apice acutata, margine serrato-crenata revolutaque 2.5-6 cm. longa, 1.5-3.5 cm. lata; supra strigosa pilis conicis subtuberculatis acutissimis copiosis munita, rugulosa nervis paulo apparentibus; subtus cinereo-tomentosa densis pilis longis flexuosis albis intricatis praedita basi subquinque-septuplinervia costa eminenti nervis secundariis prominulis reticulo venulorum elevato cuu tomento velato.

Capitula radiata semiglobosa 1.5 cm. diamitentia longe pedicellata in cyma subterminali ternata disposita. Pedicelli 1.5-2 cm. longi teneres tomentoso-hirsutuli. Involucrum hemisphaericum 10 mm. diamitentem bracteis circa 4-seriatis, exterioribus 3-4 foliaceis tomentosis circa 5-7 mm. longis 3-4 mm. latis obtusis, ceteris scariosis convexis ovato-vel

obovato-oblongis intimis 8 mm. longis 3-3.5 mm. latis apice rotundatis sordide lutescentibus. Paleae receptaculi scariosae 5-6 mm. longae ovatae apice incisae acutissimae. Flores radii feminei lingulati, corolla lutea 8 mm. longa glabra tubulo angusto 4 mm. longo lamina oblonga tridentata 5-nervata 4 mm. longa 2 mm. lata, ovario 2 mm. longo hirsuto-sericeo, pappo 4 mm. longo paleis lanceolatis margine breviter fimbriato-ciliatis. Flores disci hermaphroditi numerosi corolla lutea glabra circa 6 mm. longa tubulo 2.5 mm. limbo tubuloso-campanulatu dentibus acutis 1.5 mm. longis, antheris 2.2 mm. longis basi sagittatis, ramis stigmaticis linearibus crassiusculis obtusis extremo papilloso-pilosis, ovario 2 mm. longis hirsuto-sericeis, pappo 5-6 mm. longo paleis lanceolatis lucidis acutissimis margine breviter fimbriato-ciliatis, circa 0.5 mm. latis.

*Typus:* Colombia, Dept. Norte de Santander: de la Hacienda del Talco a Terebinto (camino de Bochalema a Durania, colect 2-VI-1944 Miguel de Garganta 838 (Holotypus, F).

*Calea gargantae* es afín a *C. subcordata* Blake pero difiere por las hojas agudísimas, festonado-dentadas y menos recias y por los capítulos menores. Es también parecida a *C. clematidifolia* Steyermark, la cual tiene capítulos pequeños (cilíndricos) y aglomerados.

#### CALEA PERIJAENSIS Cuatr. sp. nov.

Suffrutex 80 cm. alta erecta ramis foliatis angulatis internodiis quam foliis brevioribus, angulatis minute tuberculato-strigosis hirsutisque.

Folia opposita petiolata chartacea. Petiolus 6-8 mm. longus supra sulcatus subtus teres basi dilatatus, minute denseque strigoso-hirsutus. Lamina viridis ovata basi subite cuneata apice obtusissima, margine plana crenato-serrata, 5-8 cm. longa, 3-5.5 cm. lata; supra glandulosa strigosaque pilis tuberculatis conicis acutis copiosissimis et granulis resinosis luteolis munita, nervis principalibus conspicuis reticulo venorum paulo notato; subtus magis glandulosis et tomentellis pilis longis albidis flexuosis intricatisque praedita, subtriplinervia, costa duobusque nervis subbasilaribus ascendentibus crassis magis eminentibus, 5-6 nervis secundariis utroque latere arcuato-ascendentibus ad marginem anastomosatis notatis, reliquis nervulis prominentem reticulum formantibus.

Capitula heterogama oblongo-campanulata medio-cria longe pedicellata, in cymas trifloras breviter pedunculatas vel sessiles, axillares et terminales, dispossita. Pedicelli graciles erecti 8-18 mm. longi dense glandulosi hirsutulique. Involucrum longe campanulatum circa 10 mm. longum bracteis imbricatis 6-seriatis exterioribus 5-6 herbaceis crassiusculis oblongis obtusissimis glandulosis hirsutulo-tomentellis 2.5-3.5 mm. longis 1-1.5 mm. latis, interioribus scariosis lutescentibus trinerviis oblongis apice rotundatis erosisque 9 mm. longis, 2.5-3 mm. latis, bracteis intermediis magnitudine structuraque gradatis. Paleae receptaculi scariosae oblongae exte-

riores obtusae circa 8 mm. longa interiores acutissimae incissaeque breviores. Flores radii femineae circa 8 ligulati, corolla lutea 9 mm. longa 1.8 mm. lata glabra 5-nervata apice obtuse 3-dentata, tubulo 2 mm. longo, ovario parce ciliato 2.3 mm. longo, stylo exserto stigmatibus linearibus papillois, pappo 4.5 mm. longo paleaceo paleis acutissimis margine breviter fimbriato-ciliatis. Flores disci hermaphroditi tubulosi circa 32, corolla lutea 7 mm. longa glabra tubulo 2 mm. laciniis oblongis 1.5 mm. longis; antheris 3 mm. longis basi sagittatis; ramis stigmaticis linearibus curvatis papillois apice acutatis; ovario parce ciliato, pappo 5-5.5 mm. longo paleis lanceolatis breviter-ciliatis.

*Typus:* Colombia, Dept. Magdalena: Sierra de Perijá, open field above "Africa" on trail to Villanueva, about 1700 m. alt. Stiffly erect herb to about 80 cm. high, heads yellow, showy. Collect. 17-XII-44 Oscar Haught 4525 (Holotypus, US).

*C. perijaensis* es afín a *C. berteriana* DC. pero difiere por los capítulos mayores y provistos de ligulas y por las hojas ovales muy obtusas, de base cuneiforme.

*CALEA PERIMBRICATA* Cuatr. sp. nov.

Frutex 1 met. alta vel scandens ramis flexuosis terminationibus striatis scabroso-puberulis.

Folia opposita petiolata coriacea. Petiolus 5-10 mm. longus scabrido-hirsutus, rectus vel flexuosus. Lamina ovato-acuminata basi rotundata vel in juvenilibus obtuse cuneata margine repando serrata vel integra leviter revoluta, 4-8 cm. longa 2-4 cm. lata, triplinervia; supra scabrida minutis pilis strigosis dilute praedita nervis principalibus (tribus) conspicuis reticulo nervorum prominulo notato; subtus scabriuscula pilis minutis strigosis sparsis, costa crassiori et 2 nervis lateralibus ascendentibus prominentibus, ceteris nervis transversis 5-6 utroque latere conspicuis nervulis prominulis reticulatis.

Capitula homogama oblonga pedicellata copiosa in cymas terminales et subterminales pedunculatas folia non vel vix attingentes aggregata. Pedunculi ramique inflorescentiae densiuscule hirtuli; pedicelli teneres 1-8 mm. longi hispiduli. Involucrum cylindricum basi angustatum, 9 mm. longum 4-5 mm. latum bracteis 5-6 seriatis externis minutis ceteris gradatim majoribus perfecte imbricatis, infimis 3-4 lanceolatis subherbaceis pubescentibus 2 mm. longis, supremis 5.5-6 mm. longis 2-2.2 mm. latis scariosis oblongis apice obtusis brunnescentibus glabris margine eroso, intermediis ovatis (inferne) ellipticis vel elliptico-oblongis subscariosis trinervatis margine ciliatis cetero glabris apice rotundato. Paleae receptaculi scariosae interiores 5 mm. longae 3 mm. latae amplectentes acutissimae valde inciso-laceratae. Flores omnes hermaphroditi circa 17, corolla tubulosa lutea glabra 5.5 mm. longa tubulo 2.4 mm. longo basi ampliato, limbo tubuloso dentibus acutiusculis 1 mm. longis. Antherae 2 mm. longae basi lobis breviter liberis obtusiusculisque. Rami stig-

matici crassiusculi puberuli obtusi. Ovarium 2.5 mm. longum subquadrangulum. Pappus albidus 5 mm. longus paleis anguste lanceolatis.

*Typus:* Colombia, Cundinamarca; Pacho, San Cayetano Highway, 2300 m. alt. "1 met. high, leaves very stiff, beads yellow, showy". Collect. 1-VIII-47 Oscar Haught 6024 (Holotypus F).

*Otro ejemplar:* Colombia, Cundinamarca; Pacho, hacienda Patasía, 1900 m. alt. "Planta bejucosa, arborícola". Collect. V-1949 Lorenzo Uribe Uribe 1963.

*Calea perimbricata* es afín a *C. soldaginea* HBK. pero se diferencia por las hojas más coriáceas y de aspecto glabro (aunque son diminutamente estrigosas), por los capítulos mayores y más gruesos y por las brácteas involucrales más anchas y muy obtusas dispuestas en numerosas filas regularmente imbricadas (no sobrepasando en mayor grado las más internas a las inmediatas). La colección Uribe 1963, presenta hojas con margen entero, pero los restantes caracteres coinciden con los del tipo.

*CALEA SAXATILIS* Cuatr., sp. nov.

Fruticulum ramosum, ramis subteretibus tortuosis plus minusve intricatis brunneis strigosis vel minute tuberculatis.

Folia opposita breviter petiolata coriacea subglabra viridia nitida. Lamina elliptico-oblonga oblanceolata apice obtusiuscula basi cuneata sine sensu in petiolum circa 3 mm. longum attenuata, margine tertio superiore 1-2 dentibus utroque latere praedita cetera laevis, 16-24 mm. longa 5-9 mm. lata, triplinervia supra sublaevis nervo medio lateralibus filiforme prominulis sparsissimis minutis pilis strigosis praeditis, 1-2 nervis superne plus minusve conspicuis reliquis obsoletis; subtus pallidior glabra glanduloso-punctata, costa prominenti nervis secundariis apendentibus minus notatis venulis laxe reticulatis prominulis.

Capitula radiata solitaria longissime pedunculata terminalia cum radiis 22 mm. diametentia. Pedunculi 5-15 cm. longi nudi brunnei graciles erecti vel flexuosi leviter striati, sparse vel apicem versus densius hirsutuli. Involucrum subhemisphaericum 4 bracteis exterioribus herbaceis oblongis obtusis 8-10 mm. longis circa 2 mm. latis, ceteris scariosis sub-3-seriatis ovato-acutis vel ovato-lanceolatis extimis circa 5 mm. longis 3 mm. latis, intimis 8 mm. longis 3-3.5 mm. latis pallide brunneis vel lutescentibus, apicem versus margine ciliatis. Paleae receptaculi scariosae oblongo-lanceolatae 6-5 mm. longae 1-1.5 mm. latae apice acutissime, amplectentes. Flores radii feminei ligulati circa 10, corolla glabra lutea 10 mm. longa tubulo 2.5 mm. longo, lamina oblonga 5-6-nervata, obtuse tridentata 2 mm. lata, ovario 2 mm. longo tantum apicem sparsissime ciliato reliquo glabro, pappo 3-3.5 mm. longo paleis anguste lanceolatis. Flores disci hermaphroditi numerosi corolla tubulosa lutea glabra 5 mm. longa tubulo 1.5 mm. longo limbo tubuloso dentibus oblongis acutis 1 mm. longis, antheris 2 mm. longis bre-

viter sagittatis, ovario 2 mm. longo glabro vel apicem sparcissimis ciliis, ramis stigmaticis linearibus crassiusculis papilloso-puberulis obtusis, pappo 4.5 mm. longo paleis inaequalilongis anguste lanceolatis margine breviter lacerato-ciliatis. Achaenia olivacea nitidissima 4 mm. longa.

*Typus*: Colombia, Dept. Norte de Santander, región del Sarare: Estrecho o Callejón del Margua en la Peña de los Micos, 1100 m. alt., colect. 23-XI-1941 J. Cuatrecasas 13429 (Holotypus, F).

*C. saxatilis* es una especie fruticulosa que presenta afinidad con *C. lucidivenia* Gleason & Blake y *C. oliverii* Rob. & Green., pero se distingue por sus tallos flexuosos, hojas menos rígidas y por los capítulos solitarios, terminales, sostenidos por largos pedúnculos flexuosos.

CALEA YURUPARINA Cuatr. sp. nov.

Frutex 2-4 met. alta ramosus floribundus ramis rubescentibus striatis minute puberulis terminatio-nibus teneribus flexuosis dense foliatis pubescentibus.

Folia opposita breviter petiolata membranacea. Petiolus 3-5 mm. longus pubescens. Lamina viridis tenuis lanceolata basi obtuse cuneata vel obtusa apice acuta, margine argute repandoque serrata, 3-7 cm. longa, 1-2.5 cm. lata, utrinque sparse pubescens, supra costa angusta conspicua nervis secundariis minus notatis subtus costa crassiuscula rubescenti notata nervis secundariis 8-9 utroque latere ascendentibus filiformibus rubellis prominulis prope marginem anastomosatis, reticulo venulorum minuto paulo conspicuo.

Capitula cylindracea homogama breviter pedicellata in glomerulos densos rotundatos 2.5-3 cm. latos terminales sessiles folia breviores aggregata. Pedicelli 0.5-6 mm. longi teneres pubescenti-birtuli. Involucrum tubulosum 8 mm. longum bracteis circa 4-seriatis, interioribus 4 oblongis obtusis 7 mm. longis 1.8-2 mm. latis trinervis margine parce eroso-ciliatis subcariosis viridi-lutescentibus apice nervisque rubescentibus, mediis exterioribus similibus gradatim brevioribus acutiusculisque, subexternis 3 mm. longis acutis, sed duo maxime externis quam adjacentibus longioribus lanceolatis herbaceis pubescentibus 5-6.5 mm. longis. Paleae receptaculi scariosae translucidae oblongae acutae parce ciliatae saepe apicem laceratis 7.5-8 mm. longis. Flores 3-4 hermaphroditi tubulosi, corolla lutea glabra 5 mm. longa tubo 1.3 mm. longo limbo campanulato profunde dentato lobis 2 mm. longis acutis. Antherae 3.5 mm. longae base breviter sagittatae. Rami stigmatici crassiusculi puberuli apice obtusi vel truncati. Achaenia plus minusve quadrangula vel subtereti-biangula minute granulata sparsis pilis munita 2.5 mm. longa 1-1.2 mm. lata. Pappus 6 mm. longus roseo-stramineus paleis anguste lanceolatis breviter ciliatis.

*Typus*: Colombia, Com. Vaupés: río Vaupés junto a los raudales graníticos de Yuruparí ± 350 kmts.

arriba de Mitú, ± 220 m. alt. Arbusto 2-4 metros, flores amarillas. Colect. 25-X-39 J. Cuatrecasas 7803 (Holotypus, COL; Isotypus, F).

*C. yuruparina* es de la sección *Eucalea* Benth. y fácilmente distinguible por las hojas tenues lanceoladas, capítulos estrechos aglomerados homógamos y con sólo tres o cuatro flores, por las ramas terminales muy ramosas y por el tono rojizo de las mismas así como de los nervios foliares y de las brácteas involucrales.

CALEA OVALIS Blake subsp. SABANENSIS Cuatr., subsp. nov.

A species typica: folia ramulorum densius hirtulis, lamina foliorum apice paulo angustata basi magis subcordata bracteeae involucri latiores, differt.

*Typus*: Colombia, Vaupés: San José del Guaviare, sabanas 240 m. alt., 4-X-1939 colect. J. Cuatrecasas 7414. Fruticeto. Flor amarilla. (Holotypus, F).

Probablemente es especie distinta de *ovalis*, pero faltan capítulos en buen estado.

CLIBADIUM CHOCOENSE Cuatr., sp. nov.

Suffrutex 1-2 met. alta, rami strigosi pilis copiosis appressis.

Folia opposita crasse membranacea. Petiolus 1-2.5 cm. longus strigosus tenuis. Lamina lanceolato-ovata, valde acuminata basi subite angustato-cuneata, margine serrata, 8-12 cm. longa 3-5-7.5 cm. lata supra scabrida minutis tuberculis et pilis strigosis copiose munita nervis tantum tribus apparentibus; subtus densiuscule strigosa costa et duo nervis subbasilaribus ascendentibus prominentibus reliquis nervis secundariis brevioribus prominulis reticulo obsoleto.

Capitula hemisphaerica 6-7 mm. diam. pedicellata in paniculis brevibus (3-4 cm.) disposita, ramulis pedicellis que densiuscule strigosis, bracteolis linearibus acutis 4-2 mm. longis praeditis. Pedicelli strigosis, bracteolis linearibus acutis 4-2 mm. longis praeditis. Pedicelli strigosi circa 5 mm. longi. Bractee involucri 2 ovato-oblongae acutisuculae strigulosae margine ciliolatae 3-3.5 mm. longae 2 mm. latae. Paleae receptaculi flores femineos subtendentes obovato-lanceolatae sursum strigosae ciliolataeque 3.4-4 mm. longae 1.2-1.8 mm. latae. Flores feminei 29-31, corolla 1.2-1.3 mm. longa 3 dentata dentibus apice sparsissimis pilis cetera glabra, ovario obovato basi cuneato apice hirsuto circa 2 mm. longo. Flores masculi 3-4, breviter paleati paleis subtendentes oblanceolatis 3 mm. longis 1 mm. latis, corolla 1.6-1.8 mm. longa 4 lobis ovatis 0.5 mm. longis pilosiusculis, ovario sterile 2 mm. longo hirsuti. Capitula fructifera hemisphaerica 8-9 mm. diam., fructus obovato basi acuto 2.2 mm. longo et lato apice hirsuto nucula nitidissima glabra nigra basi apiculata apice abrupte mucronulata.

*Typus*: Colombia, Int. Chocó: río San Juan, cercanías de Palestina, 0-30 met. alt. Colect. 31-V-1946 J. Cuatrecasas 21514 (Holotypus, F).

*C. choocense* es afín a *C. polygynum* Blake, del cual difiere por la pubescencia poco densa y aplicada (appressipilosum), por las brácteas involucrales lanceoladas, por el escaso número de flores masculinas (3-4) y por las corolas masculinas con cuatro dientes. Las flores masculinas aparecen más o menos claramente, también, en la axila de una pálea más pequeña y estrecha que las de las flores femeninas. De *C. fragiferum* Griseb. se distingue por los capítulos pedicelados, por el escaso número de brácteas involucrales (2) y de flores masculinas y por el menor tamaño de las flores.

*CLIBADIUM CONGESTUM* Cuatr., sp. nov.

Arbuscula 2 met. alt. ramis terminalibus plus minusve flexuosis scabridis minutis tuberculis et pilis strigosis tectis.

Folia opposita petiolata chartacea. Petiolum 5-12 mm. longus dense strigosus rectus vel flexuosus. Lamina lanceolata acuminata basi cuneata asymmetricaque margine serrata dentibus brevibus 4-6 mm. remotis, 5-10 cm. longa 2-3.4 cm. lata; supra viridis scabra pilis callosis conicis et longioribus strigilosis praedita costa et duo nervos ascendentibus prominulis reticulo impresso paulo conspicuo; subtus strigilosa costa prominenti duo paribus nervorum subbasilaribus ascendentibus magis eminentibus nervis tertiis patentibus reticulatis elevatis venulorum reticulo prominulo.

Capitula valde congesta glomerulos globosos 1.5 cm. diam., in cymis per tres instructos formantes. Cyma basi foliosa foliis ceteris similibus sed minoribus, ramulis brevibus mediocribus dense strigosis vel substrigosis. Capitulum oblongum circa 6-7 mm. longum, involucro praecipue 3 bracteis crassiusculis elliptico-lanceolatis acutis sursum strigilosis 5-6 mm. longis 2.5-3 mm. latis, 7-12 nerviis. Paleae receptaculi flores femineos subtendentes amplectentes ovato-lanceolatae acutissimae scariosae margine ciliatae 5-6 mm. latae. Flores feminei 5, corolla 2.8 mm. longa sparse papillosula tridentata stylo 3 mm. longo bifido ramis crassiusculis revolutis intus papillosis, ovario 1.5 mm. longo obovato sursum valde hirsuto papillosoque, apice glandula annulari coronato. Flores masculi saepe 5 (vel 6-7) epaleati (vel 1 breviter paleato), corolla 5 mm. longa dentibus acutiusculis 1 mm. longis sursum villosa, antheris nigris sagittatis 2.5 mm. longis; stylo simplice apice villosa basi cum annulo glanduloso 0.8 mm. longo circumdato. Achaenia obovata 2.2 mm. longa 2 mm. lata 1 mm. crasa apice hirsutula.

*Typus*: Colombia, Dept. Antioquia, 10 km. E. de Sonsón, subpáramo 2700 m. alt., selva húmeda. "Arbol 2 met., flores blancas". Colect. 18-III-1949 R. Scolnik, N. Barva López & F. A. Barkley 19 An 224 (Holotypus, F).

*C. congestum* es afín a *C. trianae* (Hier.) Blake y se distingue por las hojas menores y lanceoladas, por el indumento de las ramas más bien aplicado y por las brácteas involucrales y páleas lanceoladas,

acuminadas. De *C. subsessilifolium* Hieron., difiere porque esta última tiene tomento hirsuto abundante en las ramillas e inflorescencia, envés de la hoja más densamente veloso, peciolo muy cortos y corolas menores.

*CLIBADIUM CORDATUM* Cuatr., sp. nov.

Suffrutex robusta arbusculiformis 2-4 met. alta, caule prismático recto viridi ad 4 cm. diametro. Rami virides puberulis pilis appressis muniti.

Folia magna opposita membranacea longe petiolata viridia. Petiolus 16-22 cm. longus striatus appresse-puberulus. Lamina 20-40 cm. longa, 18-40 cm. lata, ovoidea vel rotundato-ovoidea basi profunde cordata apice subite breviterque acuminata, margine serrata vel crenato-serrata; supra scabra pilis strigosis copiosis munita, nervis principalibus notatis; subtus pallidior puberulis pilis appressis dilute praedita, basi sub-7-9-nervia, costa crassa prominenti, 3-4 paribus nervorum nervorum subbasilaribus patentibus arcuatisque, superne 2-4 alteris nerviis secundariis utroque latere prominentibus, ceteris nervulis prominulis laxe reticulatis.

Panicula ampla ramis puberulis pilis appressis, superioribus alternis. Capitula ovoidea circa 4-5 mm. longa 3 mm. lata sessilia aggregata. Bractae pedunculorum lanceolatae puberulae. Involucrum 3 bracteis viridibus obovato-oblongis mucronato-acuminatis 4-5 mm. longis 2-3.2 mm. latis parce strigosis margine ciliatis, 5-7 nervatis. Paleae receptaculi flores femineos subtendentes subscariosae obovatae vel oblongae, acutae extremo parce strigilosa ciliatque 5-3.5 mm. longae 3-1.5 mm. latae, paleae flores masculi exteriores subtendentes anguste lanceolatae ad 3 mm. longae, interiores nudaes. Flores feminei praecipue 7, corolla angusta 1.8 mm. longa subglabra, ovario 1.2 mm. longo obovoideo sursum piloso. Flores masculi 8-9 corolla 3 mm. longa apice hirsutula ovario sterile longe piloso.

*Typus*: Colombia, Dept. Valle, Cord. Occid. hoya del río Anchicayá, bosques entre Pavas y Miramar 350-450 m. alt. "Hierba robusta, forma arbolito, 3 m. alt., tallo 4 cm. diam., prismático, verde herbáceo-recto; involucro verde extremo blanco, flósculo blancos; anteras negras; aquenios negros." Colect. 15-IV-1943 J. Cuatrecasas 14378 (Holotypus, F). Dept. Valle, Cord. Occid., hoya del río Anchicayá: Quebrada del Retiro 300 m. alt. "Arbusto 2-4 m.; corola blanca". Colect. 19-XII-1942 J. Cuatrecasas 13696 (Paratypus, F).

*C. cordatum* es la especie de hoja mayor que se ha citado hasta la fecha y es afín a *C. grande* Blake, pero se distingue de los otros *Clibadium* por este carácter, por su aspecto glabrescente y muy especialmente por las hojas cordiformes.

*CLIBADIUM LEPTOPHYLLUM* Cuatr. sp. nov.

Suffrutex ramosissima ramis longis extremo reclinatis vel pendulis. Ramuli internodiis valde elongatis scabri pilis rigidis minutis conicis strigosis et longioribus patentibus muniti.

Folia opposita sessilia subchartacea; lamina lineari-lanceolata cuspidatissima basi paulo angustata rotundata amplectentique, margine leviter remoteque serrata paulo revoluta, 12-16 cm. longa 1.8-2.2 cm. lata; supra viridi scabra pilis strigosis et tuberculato-conicis copiose munita, costa filiformi eminenti strigosaque nervis lateralibus reticuloque paulo conspicuis; subtus leve asperula densiuscule pubescenti-hirta costa eminenti, nervis secundariis 8-10 utroque latere filiformibus prominentibus arcuato-ascendentibus prope marginem inter eos anastomosatis, nervis tertiis prominulis laxe reticulatis, reticulo venulorum minuto minus conspicuo.

Capitula globosa pedicellata in paniculis laxis axillaribus et terminalibus, axi elongato vel brevi, ramis gracilliter cinncinatis copiose pubescentibirtis bracteis lineari-lanceolatis 4-8 mm. longis munitis. Involucrum 2 bracteis ovato-lanceolatis 2.5 mm. longis 1.5-2 mm. latis parce strigosis et ciliatis. Paleae femineae receptaculi ovato-lanceolatae 3 mm. longae circa 1.5-2 mm. latae acutae longe ciliatae. Paleae masculae oblongae acutae 3 mm. longae 0.6 mm. latae. Flores feminei circa 30 corolla 1 mm. longa glabra ovario obovoideo basi longe cuneato-stipitato viridi hispidulo apice cum nectario annulari crasso coronato. Flores masculi circa 24 bractei, corolla 1.8 mm. longa sursum parce hirta, ovario sterile hirta. Fructus rubescenti-nigrescens pyriformis parce compressus basi attenuato-stipitatus hispidulus 3 mm. longus 2 mm. latus. Capitula florifera 5-6 mm. diam. fructifera circa 8 mm. diam.

*Typus*: Colombia, Int. Chocó: río San Juan, cercanías de Palestina, 5-50 m. alt. "Sufrutex ramoso. Ramas peloso pegajosas. Hoja verde claro baz, cenicienta envés. Invólucro verde claro. Corola blanca. Anteras negras. Fruto rojo negruzco". Colect. 14-III-44 J. Cuatrecasas 16941 (Holotypus, F).

Esta especie de *Clibadium*, que pertenece a la sección *Trixidium* es único en el género por sus hojas estrechas, lineales lanceoladas. Además lo es por el porte, pero es una planta ramificada con ramos alargados y relativamente tenues, resultando intrincados y decumbentes. La planta es áspera y pegajosa por sus pelos. La forma piroide de los frutitos que son larga y estrechamente atenuados en punta en la base y a modo de pedículo, es también característica.

#### CLIBADIUM PACIFICUM Cuatr., sp. nov.

Arbuscula vel sufrutex robusta ramis demum decumbentibus striolatis viridibus breviter puberulis pilis appressis sparsis munitis.

Folia opposita longe petiolata grandia membranacea. Petiolus 5-10 cm. longus subtus striatus pilis brevibus appressis praeditus. Lamina ovoidea apice angustato-acuminata basi subrotundata sed subite supra petiolnm cuneata et decurrens, margine serrata, 20-24 cm. longa, 16-20 cm. lata; supra viridis scabra pilis strigosis acutissimis et minutis tuberculis acutis copiose munita nervis principalibus

tantum notatis; subtus pallidior dilute pubescens pilis appressis munita, costa crassa eminenti, nervis lateralibus 5-6 utroque latere prominentibus supra basim saepe 4 magis evolutis arcuato patentibus, omnibus cum nervulis minoribus prominulisque in reticulum anastomosatis.

Panicula 8-6 cm. lata foliis subtendentibus oppositis vel alternis, ramis breviter pubescentibus vel glabratis pilis appressis. Capitula subglobosa circa 5 mm. diam., sessilia vel breviter pedicellata approximata vel paulo remota. Bractee pedunculorum lineares vel lanceolate puberulae 2-3 mm. longae. Involucrum 3 bracteis pallide viridibus ovatis acutis 4-4.5 mm. longis, 3.5-4 mm. latis, plurinerviis, dorso strigosulis margine breviter ciliatis. Paleae receptaculi flores femineos subtendentes involucrum similes sed interiores gradatim breviores (ad 3.5 mm. long 1.8 mm. lat.) scariosae sursum tantum strigulosi ciliatique. Flores feminei 8-12 corolla alba glabra 2 cm. longa ovario obovato tantum sursum sparsis pilis. Flores masculi epaleati 14-18-20, corolla alba 3 mm. longa apicem versus hirsutula, ovario sterile longe piloso. Achaenia copiosa nigra nitida tantum apice sparsissimis pilis, 2.8-2.5 mm. longa, 2 mm. lata 1.4 mm. crassa.

*Typus*: Colombia, Dept. Valle, vertiente del Pacífico: río Calima (región del Chocó) entre La Herradura de Ordóñez y Peña de Campotraste 10-30 m. alt. "Arbusto o arbolillo de ramas péndulas; involucre verde claro. Corola blanca". Colect. 3-III-1944 J. Cuatrecasas 16683 (Holotypus, F). Río Calima: La Trojita, 5-50 m. alt. "Arbolito de consistencia subherbácea, 2 m. luégo decumbente; hojas herbáceas; involucre blanco verdoso", colect. 25-II-1944 J. Cuatrecasas 16449 (Paratypus, F). Río Cajambre: Barco, 5-80 m. alt. "Arbolito o arbusto débil; brácteeas verde blanquecinas; corola blanca; anteras negras", colect. 29-IV-1944 J. Cuatrecasas 17235 (Paratypus, F).

*C. pacificum* es afín a *C. grande* Blake, pero se aparta de él por los capítulos mayores con mayor número de flores masculinas y femeninas, presentando los capítulos fructificados numerosos frutos casi glabros (provistos sólo de escasos pelitos en el ápice). De *C. grandifolium* se distingue por el mayor número de flores masculinas, las cuales están desprovistas de paleas y son menores.

#### CLIBADIUM PILEORUBRUM Cuatr., sp. nov.

Frutex ramis flexuosis tomentoso-scabris, pilis rigidis patentibus et tuberculis acutis vestitis.

Folia opposita subcoriacea. Petiolus 5-14 mm. longus tomentoso-hirtus. Lamina oblongo-elliptica vel elliptico-lanceolata basi cuneata apice acuminata, margine serrata 2.5-6.5 cm. longa 1-2.6 cm. lata; supra scabrida strigosa costa elevata duo nervis lateralibus arcuato-ascendentibus prominentibus, reticulo venulorum minuto impresso conspicuo; subtus scabra strigosaque costa eminenti 2 nervis utroque latere ascendenti-arcuatis prominentibus,

ceteris nervis lateralibus brevioribus conspicuis cum nervulis in reticulo prominulo anastomosatis.

Capitula 4-5 mm. longa sessilia pauciglomerata in panicula terminale trichotoma 5-10 cm. lata disposita; ramis scabris dense tomentoso hirtis tuberculatisque. Bracteae involucri 4, ovatae acutiusculae 3-4.5 mm. longae 2.3-3 mm. latae extus strigosae margine ciliolatae. Paleae flores femineas subtendentes ovatae acutae vel obtusiusculae 3.5-4.5 mm. longae 2-3 mm. latae villosulae ciliolataeque. Flores feminei 6-5, corolla 1.5-1.8 mm. longa sursum villosa ovario ad apicem hirsuto. Paleae florum masculorum obovato-oblongae obtusiusculae amplectentes 3-3.5 mm. longae 2-2.5 mm. latae margine ciliatae. Flores masculi 5-6 corolla 2 mm. longa sursum hirsuta. Ovarium ad extremum birtum. Achaenia siccata circa 2 mm. longa 1.6 mm. lata 1 mm. crassa subelliptica moderate compressa nitidissima sursum hirsuta apice cum nectario annulari crasso rubro 0.3-0.5 mm. longo coronata.

*Typus*: Colombia, Dept. Huila-Comisaría Caquetá, filo divisorio de la Cordillera Oriental; en Gabinete, 2300-2450 m. alt. "Fruticeto, corola blanca, anteras negruzcas". Colect. 21-III-1940 J. Cuatrecasas 8422.

*C. pileorubrum* pertenece a la Sec. *Trixidium* y debe su nombre al casquetito glanduloso de color rojo que llevan los frutitos y que parece ser persistente hasta en plena maduración. Es afín a *C. pentaneuron* Bl. del que se distingue por las hojas pequeñas más flexibles, por el indumento de ramas e inflorescencias patente y áspero, por los capítulos agrupados en glomérulos, por las brácteas involucrales y paleas acuminadas verdes y por la corola blanca.

*CLIBADIUM SARMENTOSUM* Cuatr. sp. nov.

Frutex scandens ramis divaricatis terminalibus flexuosis dense tomentoso-hirsutis.

Folia opposita petiolata subchartacea. Petiolus 5-20 mm. longus dense hirtus. Lamina late lanceolata cuspidata basi obtuse cuneata margine serrata, 8-11 cm. longa 2.7-4.5 cm. lata; supra viridis leviter scabrida pilis minutis callosis conicis et longioribus rigidis praedita, costa et 2 nervis lateralibus ascendentibus hirsutulis conspicuis reliquis nervulis reticulatis parum conspicuis; subtus pallidior copiose piloso-hispidula costa et 2 nervis subbasilaribus ascendentibus bene elevatis nerviis tertiis transversis prominentibus reticulato-anastomosantibus venulis reticulum minutum prominulum formantibus.

Capitula globoso-campanulata circa 5 mm. longa 4 mm. lata, sessilia 3-6 in glomerulos aggregata. Glomeruli in paniculis subtrichotomis terminalibus basi foliosis folia non attingentibus dispositi; ramulis pedunculisque dense longeque tomentoso-hirtis, bracteolis linearibus vel oblongis hispidis 3-4 mm. longis 1 mm. latis munitis. Bracteae involucri 6, subchartaceae ovato-oblongae acutae extus strigosae margine ciliatis 5 mm. longis 3 mm. latis.

Paleae receptaculi femineae scariosae ovatae acutae sursum villosulae margine ciliatae, 4 mm. longae 2-2.5 mm. latae. Paleae masculae 3-3.5 mm. longae 2 mm. latae ciliatae. Flores feminei 5, corolla glabra 2.2-2.5 mm. longa, ovarium apicem longe villosum. Flores masculi 6-8 corolla 4 mm. longa sursum villosa, ovaris sterile apice longe hirtis. Achaenia obovata compressa circa 1.8 mm. longa 1.5 mm. lata 1 mm. crassa apicem dense barbata pilis 1-1.5 mm. longis nectario apicale 0.3-0.5 mm. longo.

*Typus*: Colombia, Dept. Valle: Hoya del río Cali, río Pichindé, cucbilla de los Cárpatos 2250-2350 m. alt., "Gran bejuco con ramas divaricadas. Hoja verde grisácea. Invólucro verde pálido. Corola blanca". Colect. 24-VII-46 J. Cuatrecasas 21660 (Holotypus, F).

*C. sarmentosum* es de la Sec. *Trixidium* y se distingue por los capítulos aglomerados; esto le aproxima a *C. scandens*, pero *C. sarmentosum* tiene los capítulos mayores, más gruesos y más flojamente agrupados no siendo los glomérulos tan compactos ni redondeados. Además el invólucro tiene un mayor número de brácteas, el ovario y el fruto son largamente barbados en el ápice, las hojas son cuneadas en la base y las inflorescencias, ramas y hojas son más hirsutas.

*CLIBADIUM SCANDENS* Cuatr., sp. nov.

Frutex scandens ramulis scabridis pilis minute tuberculatis ascendentibus munitis.

Folia opposita petiolata subcoriacea. Petiolus 1-2 cm. longus flexuosus hispidus. Lamina ovato-lanceolata longe cuspidata basi rotundata vel obtusa, margine serrata, 6-12 cm. longa 1.7-6 cm. lata; utrinque scabra; supra viridis pilis tuberculato-conicis brevibus rigidis acutissimis praecipue supra nervos munita, costa duo nervis arcuato-ascendentibus utroque latere magis conspicuis, nervulis tertiis sparsis prominulis, venulorum reticulo minuto impresso notato; subtus pallidior costa duobus paribus nervorum lateralium bene prominentibus, nervis secundariis tertiisque laxe reticulatis elevatis minuto reticulo venulorum paulo prominulo, sparsis tuberculis copiosis pilis longis acutis rigidis instructa.

Capitula campanulata mediocria circa 5 mm., sessilia in glomerulos rotundatos vel oblongos 8-12 mm. amplos aggregata; glomerulis in paniculis trichotomis laxis ramulis dense tomentello-hirtis elongatis flexuosis instructis. Bracteae involucri 3-5 ovatae acutiusculae extus strigosae 3.2-4.5 mm. longae 2-3 mm. latae. Paleae receptaculi femineae scariosae ovato-acutae circa 4 mm. longae 3 mm. latae margine ciliatae. Paleae masculae obovatae vel oblongae obtusae eroso-ciliatae 3-2.5 mm. longae 2-1 mm. latae. Flores feminei praecipue 5-6 (vel 4-7) corolla 2 mm. longa glabra pedicello glanduloso annulari 0.2 mm. longo, ovario 1.2 mm. longo apice hirsutulo. Flores masculi praecipue 5 (vel 4-7), corolla 4 mm. longa ovario sterile lineari tantum

subapicem birtulo. Achaenia ovoidea moderate compressa ad apicem pilosiuscula, cum annulo glanduloso plus minusve persistente coronato, 2 mm. longa 1.8 mm. lata 1 mm. crassa.

*Typus:* Colombia, Co. Putumayo; alta cuenca del putumayo, Valle de Sibundoy, bosque paramero en el filo de la Cordillera: La Cabaña, 2800 m. alt. "Bejuco; flor verde, anteras negras", colect. 2-I-1941 J. Cuatrecasas 11596 (Holotypus, F).

*C. scandens* pertenece a la sección *Triaidium* y difiere de las restantes especies de la misma por ser bejuco y por los capítulos en densos glomérulos redondos. Su especie más afín, es probablemente *C. pentaneuron* Blake, pero de ella se distingue por la hoja redondeada en la base, por los glomérulos globosos, corolas pálidas y pelos más o menos patentes en las ramillas e inflorescencia.

CLIBADIUM SNEIDERII Cuatr., sp. nov.

Suffrutex ramis elongatis flexuosis dense strigosus.

Folia membranacea longe petiolata opposita, vel sursum alterna. Petiolus 1.5-3.5 cm. longus tenuis sed rectus strigosus. Lamina late lanceolata longe acuminata basi cuneata margine acute serrata 7-11 cm. longa 2.5-4 cm. lata; supra scabrida strigosa et copiose minuteque tuberculata costa notata ceteris nervis paulo conspicuis; subtus pubescens costa et duo nervis sub-basilaribus magis eminentibus 5-6 nervis secundariis utroque latere ascendentibus prominentibus, reticulo nervulorum plus minusve prominulo.

Panicula terminalis laxiuscula basi foliosa 5-8 cm. lata ramulis gracilibus flexuosis divaricatis dense strigoso-hirsutulis, bracteolis linearibus brevibus munitis. Capitula campanulata sessilia solitaria vel in glomerulis oligocephalis pedunculatis approximatis. Involucrum 3 bracteis ovatis acutiusculis 5-nervatis sursum strigilosis ciliatisque 2.5-3 mm. longis 2 mm. latis. Flores feminei praecipue 3 (vel 4-5) paleis subtendentibus obovatis vel oblongo-ovatis acutatis sursum puberulis margine erosociliatis 2.5-3 mm. longis 1.5-2 mm. latis; corolla glabra apice papillosa 2 mm. ovario 1.2 mm. longo apice hirsuto. Flores masculi 3-5, paleis subtendentibus brevibus obovatis apice lacerato-ciliatis 1.5-2 mm. longis 1.5 mm. latis amplectentibus; corolla 3 mm. longa sursum hirsutula, ovario sterile villosohirsutulo.

*Typus:* Colombia, Dept. Nariño: El Palmar (Cordillera Occidental, vertiente occidental), 1500 m. alt. Colect. 25-X-1944 Kjell von Sneidern 4522 (Holotypus, F).

*C. sneidernii* es afín a *C. acuminatum* Bentham de Costa Rica, del cual difiere por las hojas menores y más tenues, por presentar casi siempre 3 flores femeninas con el ovario bien hirsuto hacia el extremo, por las corolas algo mayores e involucro con 3 brácteas. *C. parviceps* Blake es también afín pero tiene capítulos y flores mayores. Es indudable que

las tres especies son muy afines entre sí siendo elementos endémicos vicariantes.

CLIBADIUM TEREBINTHINACEUM (Sw.) DC.  
subsp. COLOMBIENSE Cuatr., nov. susp.

A species typica differt: Ramuli inflorescentiae petiolique paulo adpresse puberuli vel glabrati. Folia grandia (lamina 14-26 cm. longa) tenuiora, membranacea, minime scabrida, puberula. Flores feminei 3-7, masculi 4-10.

*Typus:* Colombia, Dept. Valle: Hoya del río Digua, lado derecha en La Elsa, bosques 1000-1200 m. alt., "Frútex 2 m. Hoja verde claro. Ramillas de la inflorescencia e involucros verde pálidos. Corola blanca. Anteras salientes negras". Colect. 9-XI-43 J. Cuatrecasas 15298 (Holotypus, F).

Otros ejemplares: Dep. Tolima; El Fresno, bosque abierto 1480 m. alt., "Arbolito. Corola blanca. Anteras negras" Colect. 7-V-40 J. Cuatrecasas 9383. Dept. Valle, Hoya del río Digua, lado izquierdo: Piedra de Moler, bosques 900-1180 m. colect. 22-VIII-1943 J. Cuatrecasas 15025. "Arbolito flojo, 3 met. Involucro blanco verdoso. Flor blanca. Anteras negras, subserial".

Dept. Valle, Hoya del río Cali, vert. derecha: entre Puente de los Cárpatos y La Margarita, ± 2000 m. alt. "Arbusto 3 m. Hoja verde oscura, semi-brillante haz, clara envés. Involucro verde claro. Corola blanca. Colect. 2-XI-44 J. Cuatrecasas 18494.

Dep. Valle, Hoya del río Digua: Quebrada del río San Juan, arriba de Queremal en Las Colonias, 1950-2050 m. alt. "Arbusto. Hoja verde ocrácea haz, clara envés. Involucro verde claro o verde amarillento. Corola blanca. Androceo negro". Colect. 20-III-47 J. Cuatrecasas 23932.

Dept. Cauca, Carpinterías, bosque entre los cerros de Munchique y Altamira (Cord. Occid.) 2450-2500 m. "Arbusto. Capítulos verdosos". Colect. 15-VII-39 E. Pérez Arbeláez & J. Cuatrecasas 6142.

Dept. Valle, km. 29 of bigway from Buenaventura to Cali 25 m. alt., coarse herb up to 2.2 m. high. Infl. white. Bank of río Sabaletas, colect. June 1944 E. P. Killip & J. Cuatrecasas 38862.

Los ejemplares colombianos vistos por mí de esta especie difieren de los antillanos por la hoja grande y tenue y por la escasez de la vestidura en hojas, ramas e inflorescencia, siendo los pelos aplicados. En ejemplares de lugares abiertos se nota mayor pubescencia, como en Cuatr. 6142. Esta subespecie difiere de la var. *ecuadorensis* O. E. Schultz, porque ésta tiene las ramas hirtas. De la var. *Pittieri* (Green.) Schultz de Costa Rica se distingue también por la glabrescencia y por el menor número de flores.

ECLIPTA LEIOCARPA Cuatr., sp. nov.

Herba caule ramulisque viridibus nitidis subglabris tantum sparsis pilis appressis praeditis.

Folia opposita breviter petiolata membranacea. Petiolus 1-2 cm. longus crassiusculus decurrenti-

alatus. Lamina flexilis viridis utrinque dilute pilosa pilis acutis tenuis appressis basi tuberculatis sed mollibus, lanceolata acuminata basi cuneato-atenuata supra petiolum decurrens margine grosse serrata, costa crassa subtus magis prominentibus, nervis secundariis circa 8 utroque latere ascendentibus marginem versus arcuatis leviter conspicuis, ceteris nervulis obsoletis.

Capitula heterogama 4-5 mm. diam. pedicellata saepe 4 in fasciculis axillaribus. Pedicelli 1.5-4 mm. longi tenues flexuosi sparse pilosuli. Involucrum pallidum 8-9 bracteis biseriatis herbaceis subaequilongis circa 3.5 mm. longis 2 mm. latis ovatis vel ovato-oblongis apice acutis 9-nervatis. Paleae receptaculi sparsae angustissime lineares (capillares) acutae breviter villosae 2 mm. longae. Flores radii feminei 2-seriati breviter ligulati, corolla alba glabra 2 mm. longa tubulo 0.5 mm. longo lamina lineari angustissima, stylo brevior integro vel subintegro, ovario sterile 1 mm. longo compresso apice parce piloso cetero glabro. Flores disci numerosi hermaphroditi corolla alba 1.2 mm. longa tubuloso-campanulata basi constricta glabra dentibus brevibus papillosis; antheris nigris 0.5 mm. longis basi sagittatis; stylo bifido ramis obtusiusculis papillosis; ovario 1.2 mm. longo apice breviter villosulo ceteri glabro. Achaenia oblonga quadrangularia moderate compressa cinerea praeter apicem brevissime ciliatum glaberrima laeviaque.

*Typus:* Colombia, Dep. Cundinamarca: San Antonio de Tena, alrededores del puente sobre el río Bogotá, 1400-1500 m. alt. Hierba bigrífila, flor blanca. Colect. 10-III-1940 J. Cuatrecasas 8255 (Holotypus F).

*E. leiocarpa* se caracteriza por el fruto liso o con tenuísimas ondulaciones, por las inflorescencias fasciculadas, por la hoja anchamente lanceolada y gruesamente aserrada y por las brácteas involucrales anchas.

#### ERIGERON COCUYENSIS Cuatr. sp. nov.

Herba perennis acaulis rhizomate brevi, ramulis brevissimis foliis rosulatis congestis dense instructis, radicibus numerosis crassiusculis praedito.

Folia rosulata crasse subcoriacea 6-11 cm. longa. Lamina anguste obovato-oblonga vel elliptico-oblonga, margine integerrima paulo revoluta, apice subite angustata acutiuscula vel obtusiuscula, 2.5-5 cm. longa 0.8-1.8 cm. lata, basi attenuata in petiolum angustata, supra basi nervo medio lanato excepto glabra nitida, subtus dense villosulo-lanata costa elevata praecipue 2-4 nervis lateralibus ascendentibus notatis. Petiolus 2-2.5 cm. longus circa 3 mm. latus utrinque dense lanato-villosus, basim versus in vaginam membranaceam (basim subscariosam) nervatam longissime villosulo-lanata, 3-4 cm. longam 4-8 mm. latam conmutatus.

Scapi monocephali 8-15 cm. longi erecti rigidi vel leviter flexuosi densiusculi lanati copiose bracteati

bracteis membranaceis lineari-oblongis obtusis villosulo-lanatis vel denique subglabris apicem versus decrescentibus 3-1.5 cm. longis, 3-2 mm. latis. Capitulum radiatum involucreo subcampanulato 14-15 mm. alto. Bracteae involucrales 5-6 seriatae lanceolato-lineares violascentes margine ciliatae exteriores extus parce lanuginosae, interiores fertiles 20-22 biseriatae circa 13 mm. longae 1.6-2 mm. latae acutae, exteriores paulo breviores externae 10 mm. longae ad 2.6 mm. latae. Flores radii feminei ligulati crebri triseriati, corolla roseo-alba vel alba glabra 10-11 mm. longa tubulo 3.6 mm. longo lamina lineari apice minutissime tridentata circa 1 mm. lata. Flores disci hermaphroditi numerosi, corolla 5.6 mm. longa parce puberula tubulo 3 mm. longo dentibus deltoideis 0.8 mm. longis. Ovarium oblongum parcissime villosulo. Pappus 5 mm. longus ochraceus pilis strigosus.

*Typus:* Colombia, Dept. Boyacá: Nevado del Cocuy, alto valle de Las Lagunillas, 4400 m. alt. "Ligulas blancas o blanco-rosadas". Colect. 12-XI-1938 J. Cuatrecasas 1494 (Holotypus F, isotypus US).

*E. cocuyensis* habita la región superandina de la cordillera y es afín a *E. pellitus* (HBK) Wedd. Se distingue por el limbo foliar más obovado y súbitamente atenuado en pecíolo, con margen plano o poco revuelto, veloso-lanoso en el envés, por las brácteas del escapo más anchas y obtusas y por las brácteas involucrales casi glabras y más anchas. *E. pellitus* tiene las bojas provistas en el envés de un grueso y densísimo tomento afelpado cubierto, por lo menos sobre el nervio medio, de una película escariosa.

#### GALINSOGA ELIGULATA Cuatr., sp. nov.

Herba ramis tenuis viridibus sparse glanduloso pilosis.

Folia opposita tenuiter membranacea utrinque sparse pilosula et sparsissime glandulosa, petiolo 5-10 mm. longo, lamina romboido-ovoidea acuminata basi cuneata vel obtusa margine grosse dentata 3-5 cm. longa 1.5-3 cm. lata.

Capitula discoidea heterogama. Pedicelli tenues 0.5-1 cm. longi glanduloso-hirtuli. Involucrum viride campanulatum, bracteis 5 extus puberulis margine ciliatis praecipue 5-7 nervatis ovatis vel suborbicularibus acutiusculis 3.5-4 mm. longis 2-2.5 mm. latis. Paleae exteriores receptaculi scariosae obovato-oblongae subacutae margine eroso-ciliatae 3.5 mm. longis 1-1.2 mm. latae, interiores disci lineari-subulatae 0.3-0.4 mm. latae. Flores radii feminei corolla tubulo angustissimo dense hirsutulo 0.8-1 mm. longo reducta, stylo duplo longiori rubro apice bifido papillosulo, achaenio nitido 2 mm. longo apicem versus sparse villosulo, pappo squamis lanceolatis late fimbriatis 1 mm. longo. Flores disci hermaphroditi, corolla tubulosa lutea 1.6-1.8 mm. longa crassiuscula villosa et glandulosa apice 5 dentibus brevibus angustis glandulosis, achaenia nigra nitida circa 2 mm. longa villosula, pappo squamis lanceolato-linearibus late fimbriatis 0.8-0.9 mm. longis.

*Typus*: Colombia, Dept. Caldas; Chinchiná, "Centro Nacional de Investigaciones del Café", 1350-1400 m. alt., colect. 22-XI-1946 J. Cuatrecasas 23098. "Hierba. Involucro verde, corolas amarillas". (Holotypus F).

*G. eligulata* se distingue de las restantes especies del género por las flores periféricas femeninas desprovistas de lígula; la corola se reduce a un corto tubo hirsuto largamente sobrepasado por el estilo rojo, el vilano es semajante al de las flores hermafroditas y es tan largo o más que el tubito corolino. En las flores hermafroditas el vilano tiene la  $\frac{1}{2}$  de la longitud de la corola y los aquenios son moderadamente vellosos.

El vilano corto, la presencia del mismo en las flores femeninas y la carencia de lígula la distinguen de *G. parviflora*. La falta de lígulas, aquenios más vellosos y la forma del vilano de las flores femeninas la distinguen de *G. caracasana*, aparte el general aspecto glabrescente de toda la planta.

*GYNOXYS ALBIVESTITA* Cuatr. sp. nov.

Arbor parva ramis terminalibus flexuosis obscure angulatis, striolatis primis albo-arachnoideo-lanatis denique glabris fusco-brunneis nitidisque.

Folia opposita crassiuscule rigideque coriacea petiolo 1.5-2.5 cm. longo crassiusculo flexuoso dense albo-lanato. Lamina oblonga elliptico-sublanceolata basi rotundata emarginataque, apice attenuata obtusiuscula vel subacuta, margine revoluta, 5-8 cm. longa 1.4-2.5 cm. lata; supra juvenilis mucido-lanata, deinde nervo medio excepto glabra nitida paulo rugosa nervis obsoletis; subtus crasse albo-lanata, pilis tenuissimis intricatis indumentum mucido-lanatum formantibus, costa crassa elevata, nervis secundariis 8-10 utroque latere plerumque obsoletis cum indumento velatis.

Inflorescentia terminalis cymoso-paniculata, brevis folia suprema non attingens, ramis ramulisque dense crasseque albo-lanatis. Pedicelli 3-8 mm. longi crassiusculi crassi vestiti, parvis bracteolis brevibus lanatis muniti. Calyculus 5-6 bracteolis angustissime linearibus acutis 7-10 mm. longis 0.8 mm. latis sed latissime densissimeque lanatis. Involucrum campanulatum 8 bracteis ovato-oblongis linea mediana valde crassis coriaceisque margine subscariosis extus lanosissimis 8-9 mm. longis 3-4 mm. latis. Flores circa 30 in capitulo; exteriores feminei ligulati pauci corolla lutea glabra 7 mm. longa, tubulo 3 mm., lamina elliptico-oblonga minute tridentata, 2 mm. lata, 4-4.2 mm. longa, rami stigmatici complanati valde crassi apice obtusi papilloso-hirsuto-caudati. Flores disci hermaphroditi tubulosi, corolla lutea 7 mm. longa tubulo 2.5 mm. longo limbo infundibuliformi, dentibus oblongis acutiusculis 1.2 mm. longis; antheris 2 mm. longis elliptico-oblongis apice longe appendiculatis (0.6 mm.) basi breviter acuteque auriculatis; rami stigmatici crassiusculi apice ampliati conici piloso-caudiculati subapice papilloso-penicillati. Ovarium glabrum. Pappus roseo-strami-

neus circa 7 mm. longus pilis strigulosis extremo ampliatis.

*Typus*: Colombia, Dept. Boyacá: Nevado del Cocuy. Pozo Azul, 4300 m. alt. 12-IX-1938 Colect. J. Cuatrecasas 1434A. (Holotypus, F).

*Gynoxys albivestita* es afín a *G. paramuna* Cuatr., de la cual se distingue por el indumento blanco o blanquecino, grueso, lanudo afelpado, que cubre el envés de las hojas, ramas de la inflorescencia, brácteas e involucro; además este indumento forma en órganos jóvenes, ramas y hojas una capa lanoso-aracnoidea o lanoso-mohosa que más tarde se desvanece. *G. albivestita* se distingue también por el cálculo formado de varias bracteolas herbáceas, largas y estrechas pero cubiertas de abundante lana y por las brácteas involucrales anchas subcoriáceas, muy gruesas en su parte media y basilar.

*GYNOXYS LITTLEI* Cuatr. sp. nov.

Arbor parva, circa 7 met. alta, caule 7 cm. diaminenti cortice griseo fissurato. Ramuli terminales subteretes rugulosi adpresse pubescenti-lanuginosi.

Folia opposita grandia firme coriacea. Petiolus in specimine circa 6 cm. longus robustus angulatus rugulosus mucido-lanuginosus, supra sulcatus subtus carinatus. Lamina ovoideo-subcordata basi late rotundata vel truncata vel leviter subcordata apice attenuata obtusiuscula vel acutiuscula margine integra leviter revoluta, in specimine 20-24 cm. longa, 13.5-15.5 cm. lata; supra viridis in sicco tabacina, valde juvenilis lanuginosa mox glabra, costa notata nervis secundariis filiformibus prominentibus nervulis in minuto reticulo paulo prominulo; subtus ferrugineo-ochracea vel cinereo-ochracea dense lanuginoso-tomentosa, costa validissima subcarinata, nervis secundariis circa 18 utroque latere prominentibus patulis prope marginem arcuato-anastomosatis, nervis tertiis crassiusculis laxe reticulatis indumento subinmersis, venulis minoribus minute reticulatis paulo conspicuis.

Inflorescentia terminalis cymoso-paniculata floribunda basi foliosa folia suprema paulo excedens. Rami striolati rugulosi mucido-lanati, bracteis inferioribus foliaceis (subellipticis 8-11 cm. longis) superioribus lanceolatis brevibus (1.5-0.5 cm. longis). Ramuli oppositi vel superne alterni, tomentosi. Capitula discoidea pedicellata, pedicellis 1-5 mm. longis mediocribus tomentosis 4-5 bracteolis ovato-lanceolatis crassiusculis tomentosis minutis (1-2 mm. longis) ad apicem ad modum calyculi munitis. Involucrum cylindricum 5 bracteis subcoriaceis oblongis acutis 10 mm. longis, duobus exterioribus 2 mm. latis extus mucido-lanuginosis, tribus interioribus 3 mm. latis margine scariosis dorso lanatis. Flores 5 in capitulo tubulosi hermaphroditi. Corolla pallida glabra 12 mm. longa, tubulo 6 mm. longo angusto robustoque, limbo basi integro 1-1.4 mm. longe cupuliformi reliquo laciniato, laciniis, linearibus acutis uninervatis 4-5 mm. longis 0.5 mm. latis. Antherae 3 mm. longae exsertae basi brevissime

auriculatae. Rami stigmatici elongati contorti apice obtusi subapice extus apiceque papilloso-hirsutuli. Ovarium glabrum. Pappus pallide roseus 10 mm. longus pilis rigidis liberis subbiseriatis scabridis.

*Typus*: Colombia, Dept. Huila, on foot of Cordillera Oriental, 20 km. SE of Gigante 10,300 feet alt. Small tree 7 m. high, 7 cm. DBH, bark gray, fissured; scattered in dwarf Clusia-Weinmannia forest. Flrs. Pale yellow. Collect. 15-IX-1944 Elbert L. Little 8658. (Holotypus, F).

MONTANOA AURICULATA Cuatr., sp. nov.

Arbuscula, ramis foliosis terminalibus teretibus minute glandulosis et hirtulo-pubescentibus.

Folia opposita ampla membranacea. Petiolus 3-8 cm. longa angustus basim versus sensim ampliatus vaginatusque, paulo glandulosus et hirsutulo-pubescentis. Lamina ovato-triangularis subquinelobata apice cuspidata, basi subcordata, juxta petiolum 2 brevibus lobis auriculiformibus munita, margine grosse serrato-crenata, 18-24 cm. longa, 14-20 cm. lata vel ultra; supra scabrida pilis mediocribus acutis basi tuberculato-callois copiose munita, nervis principalibus pallidioribus bene notatis ceteris minus conspicuis vel obsoletis; subtus griseo-vel cinereo-iridis subtomentoso-pubescentis, pilis tenuibus longis dense tecta, tri-quintupli-nervia praecipue tribus nervis magis eminentibus et paucis secundariis prominentibus, ceteris nervulis venulisque prominulis reticulatis.

Inflorescentia cymoso-paniculata terminalis floribunda foliosa, foliis minoribus sursum decrescens, axi ramulisque mediocribus subrigidis hirsutulo-pubescentibus et glandulosis. Pedicelli 1-2 cm. longi. Capitula radiata grandia. Involucrum 5-6 bracteis elliptico-oblongis vel oblongis apice obtusis vel rotundatis 6-8 mm. longis 2.2-3.4 mm. latis, herbaceis glandulosis hirsuto-pubescentibus. Paleae receptaculi 3-4 mm. longae 1.2-1.5 mm. latae ovato-lanceolatae anguste acuminatissimae pungentes, extus marginibusque parce glandulosae pubescentes, flores amplectentes. Flores radii neutri, corolla alba late obovata subintegra vel 2-3 grosse lobata, circa 15 mm. longa 10 mm. lata, ovario rudimentario. Flores disci hermaphroditi fertiles crebri, corolla lutea cylindracea 3-3.2 mm. longa tubulo abrupte contracto 0.8 mm. longo, limbo 2-2.2 mm. longo sparse glanduloso-puberulo dentibus densius glandulosis, ovario glabro compresso epapposo circa 1.2 mm. longo.

*Typus*: Colombia, Dept. Norte de Santander: entre la Quebrada de Pulido y Chitagá, 2300 m. alt., 28-XI-1941 colect. J. Cuatrecasas 13454 (Holotypus, F).

*M. auriculata* se distingue muy bien de las restantes especies suramericanas por la forma de las hojas, provistas de dos lobulitos en forma de orejuela en la base del limbo, por los capítulos relativamente grandes, con grandes ligulas y por la pu-

bescencia hirsútula pero de pelos finos en toda la planta.

OLIGANTHES NICEFOROI Cuatr. sp. nov.

Rami terminales adpresse albedo-cinereo-tomentosi.

Folia alterna flexible chartacea discolora. Petiolus 2-2.5 cm. longus striatus flexuosus cinereo-tomentosus. Lamina oblonga-ovata vel ovato-lanceolata basi cuneata apice acuta, margine integra, 9-12 cm. longa, 4-6 cm. lata; supra juvenilis stellatopubescentis, adulta nervis albo-tomentosis excepto atroviridis glabrescens pilis simplicibus sparsis munita; subtus albedo-cinerea adpresse tomentosa pilis stellatis tenuissimis intricatisque vestita, costa bene eminenti nervis secundariis 8-9 utroque latere filiforme prominentibus subascendentibus, ad marginem arcuatis anastomosato-evanescentibus, nervulis minoribus laxe reticulatis parum inconspicuisque.

Inflorescentia terminalis paniculata in specimine folia subattingens, ramulis angulatis albedo lanato-tomentosis pilis stellatis gracilibus tectis. Capitula 4-flora pedicellata pedicellis gracilibus 1-4 mm. longis tomentosis. Involucrum cylindraceum lutescenti-albicante tenuiter lanatum 4.5 mm. altum, bracteis 5-6 seriatis dense imbricatis scariosis, interioribus lineari-allipticis acutiusculis margine longe lanato-ciliatis 4 mm. longis 1.2 mm. latis ceteris oblongo-ovatis obtusiusculis brevioribus externis basilaribusque ovatis (subrotundatis) obtusis 2 mm. longis 1.8 mm. latis. Corolla 4 mm. longa sparse glandulosa laciniis linearibus 2 mm. longis. Antberae 2 mm. longae basi sagittatae sed lobis obtusis coalitis. Ovarium turbinatum sursum paulo puberulum. Pappus squamis interioribus 10-12 linearibus contortis 3.5 mm. longis margine breviter pennatis, exterioribus lanceolatis 0.6-0.8 mm. longis.

*Typus*: Colombia, Dept. Norte de Santander, río Zulia, colect. 4-I-1949 Hno. Nicéforo 35. (Holotypus, F).

*O. niceforoi* es afín a *O. discolor*, pero se distingue por los capítulos con 4 flores e involucre arañoso-lanoso. Además, las hojas parecen ser más tenues y flexibles, y el indumento es más mohoso en el envés. De *O. karstenii* Sch. Bip. difiere, además, por los capítulos cilíndricos y más cortos. De *O. macrophylla* se distingue por el involucre lanuginoso y más corto y por el vilano con 10-12 escamas (no 4-6).

OYEDAEA HUILENSIS Cuatr., sp. nov.

Sufrutex 2.5 met. alta ramis terminalibus erectis crassiusculis subteretibus dense hirsuto-villosis.

Folia opposita petiolata crasse subcoriacea. Petiolus 1 cm. longus crassus villosus supra planus subtus subteres elevato-carinatus basi ampliatio-vaginans. Lamina late lanceolata acuminata basi attenuato-cuneata margine breviter serrata 8-12 cm. longa 3-4.5 cm. lata, supra viridis substrigoso-villosa pilis longis acutissimis arcuato-ascendentibus basi

tuberculatis copiose munitis, costa notata aliquis nervis secundariis parum conspicuis; subtus cinerascens dense molle villosa costa crassa eminenti 7-8 nervis secundariis utroque latere subascendentibus (cum costa magis villosis) prominentibus, reticulo nervorum prominulo sed cum indumento velato.

Inflorescencia cymoso-paniculata erecta terminalis folia superans, pedunculis ramusculis bracteolis pedicellisque villosis, bracteolis linearibus acutis 10-6 mm. longis, pedicellis mediocribus vel crassiusculis 1.5-5 cm. longis rectis vel flexuosis. Capitula radiata 3-3.5 cm. expansa disco 12 mm. alto 8-10 mm. diam. involuero circa 8 mm. alto squarroso bracteis 8 crassiusculis 2-seriatis lanceolatis acutissimis 6.5-7 mm. longis 2-2.5 mm. latis pubescentibus, paleis receptaculi exterioribus phyllariis similibus sed ovato-lanceolatis basi 3 mm. latis, interioribus scariosis oblongis acutissimis apice pubescenti-ciliatis ceteris glabris complanato-amplexentibus dorso carinatis, 7-8 mm. longis 2 mm. latis. Flores radii 12-14 ligulati neutri, corolla lutea 13-15 mm. longa, tubulo 1 mm. longo, lamina elliptico-oblonga 3-4 mm. lata plurinervata bidentata extus parce puberula, ovario sterile lineare 2 mm. longo 3-costato costis ciliatis apice incrassato biaristato aristis 2-4 mm. longis et brevissimis lamellis plus minusve irregulariterque in anulum connatis. Flores disci hermaphroditi tubulosi numerosi, corolla lutea 6-7 mm. longa tubulo 1.8-2 mm. longo dentibus oblongis 1 mm. longis acutiusculis pubescentibus, reliqua glabra; antheris nigrescentibus 3 mm. longis lobis basi acutiusculis; ovario angusto 3 mm. longo compresso. Achaenia oblonga moderate compressa basim attenuata 4-5 mm. longa 1.5-2 mm. lata faciebus parce villosula margine anguste alata apice breviter lamellis acutis in coronam inaequaliter dentatam connatis et 2 aristis rigidis 3-4 mm. longis praedita.

*Typus:* Colombia, Dept. Huila: ridge between Quebrada Ariari and Quebrada de San Blas, 15 km. ENE of Colombia, 1850 m. alt., suffrutescens herb 2.5 m. tall; flowers yellow, abundant in clearing at edge of woods, small patches of wet woods persisting on steep slopes. "Flor amarilla". Collect. 29-XII-1942 F. R. Fosberg 19645 (Holotypus, F).

*O. huilensis* es afín a *O. verbesinoides* DC., pero se diferencia por los capítulos menores, por las brácteas involucrales estrechas, agudas, por la corona escamosa del aquenio muy corta y por toda la planta más hirsuto vellosa.

*SCHISTOCARPHA MARGARITENSIS* Cuatr. sp. nov.

Suffrutex robusta erecta 3 met. alta, ramis rigidis viridibus terminalibus hirsutulis.

Folia opposita membranacea; lamina ovato-acuminata acutissima basi cuneata secum petiolum longum angustum superue decurrenti, triplinervia, margine grosse subserrato-dentata dentibus mucronulatis, utrinque sparse substrigoso-pubescenti, nervis principalibus tribus bene conspicuis secundariis et reticulo apparentibus. Lamina 12-18 cm.

longa, 8-11 cm. lata; petiolus 6-8 cm. longus dimidia inferiore parte 1.5 mm. latus.

Inflorescencia ample corymboso-paniculata, 50 cm. longa erecta elongata, ramis striatis breviter hirsuto-pubescentibus folia fertilia valde excedentibus, ramulis erectis teneribus, bracteis lanceolatis brevibus, pedicellis gracilissimis hirsuto-hispidis 1-3 cm. longis parvis minutis bracteolis linearibus munitis. Capitula radiata. Involucrum campanulatum basi viride ceterum violaceum bracteis nitidis venulosis margine ciliatis reliquis subglabris, triseriatis interioribus lineari-lanceolatis acutis 7 mm. longis 1-1.5 mm. latis exterioribus gradatim brevioribus minus acutis latioribusque (2 mm. latis). Paleae receptaculi rigidae nitidae lanceolato-subulatae acutissimae margine lacerato-ciliolatae, 6 mm. longae. Flores radii feminei biseriati circa 22, corolla lutea circa 8 mm. longa tubulo capillari 4-5 mm. longo hispidulo lamina oblonga tridentata 3-3.5 mm. longa 1 mm. lata. Flores disci hermaphroditi 23-38 tubulosi, corolla lutea 5 mm. longa tubulo 2 mm. longo dentibus brevibus parce puberulis, antheris 2.2 mm. longis basi obtuse auriculatis, rami stigmatici papilloso apice obtusi papilloso-incrassati. Ovarium glabrum, pappo 5 mm. longo pallide stramineo pilis uniseriatis rigidis strigiosis.

*Typus:* Colombia, Dept. Valle: Hoya del río Cali, Pinchindé, entre La Marina y La Margarita, entre potreros y residuos de monte 2120-2260 m. alt. Arbusto 3 met. Ramas herbáceas, rígidas, verdes. Involucro verdoso en la base, resto violáceo pardusco, brillante. Ligulas y flósculos amarillos. 4-XI-1944 colect. J. Cuatrecasas 18566 (Holotypus, F).

*S. margaritensis* se distingue de *S. sinforosi* Cuatr. y afines por tener cada capítulo más de 20 ligulas dispuestas en dos o más filas, de tubo capilar y de lámina pequeña, amarilla. Además, tiene inflorescencia corimboso-paniculada, alargada, provista en la base de unas pocas hojas, menores que las ramas de la inflorescencia. Los pedicelos son largos, erectos y filiformes. De *S. paniculata* Klatt, se distingue principalmente por la inflorescencia alargada, largos pedicelos y menor número de flores en el capítulo.

*SIMSIA CAUCANA* Cuatr., sp. nov.

Suffrutex circa 1 met. alta caule ramisque erectis medullosis striatis villosulo-hirsutis.

Folia opposita petiolata membranacea basi amplexente auriculata. Petiolus 1.5-5 cm. longus robustus striatus dense villosulo-hirsutus, basi aurículas foliaceas ovales amplexentes connatas apice dentatas vel lobatas 0.3-2.5 cm. longas ferens. Lamina late ovato-lanceolata acuminata basi truncata vel obtusa, anguste supra petiolum decurrens, inferue leviter subtrilobata, profunde serrata 3-5-plinervia, nervis principalibus bene conspicuis subtus crassis eminentibusque secundariis ascendentibus subtus magis conspicuis ceteris nervulis laxe reticulatis subtus prominulis supra obsolete; 5-15 cm. longa 2-9

cm. lata; supra viridis strigosa, subtus viridi-cinerea densiuscule villosa.

Capitula radiata breviter pedicellata in cymas paniculatas terminales parvi-foliosas aggregatae ramulis brevibus dense hirsutis, pedicellis 1-8 mm. longis, bracteolis anguste lanceolatis hirsuto-villosis. Involucrum herbaceum campanulatum 1.2-1.4 mm. altum, bracteis lineari-lanceolatis 3-seriatis imbricatis dense hirsuto-villosis, exterioribus brevioribus minimis 6-7 mm. longis 2-3 mm. latis, interioribus oblongis acutissimis maximis 13 mm. longis 2 mm. latis. Paleae receptaculi scariosae oblongae acutae sursum villosae amplectentes 8 mm. longae 3 mm. latae. Flores radii ligulati neutri circa 10, corolla lutea 13-14 mm. longa tubulo pubescenti 1.5 mm. longo, lamina late oblonga 8-nervata 2-plicata apice profunde 2-dentata nervis extus minute villosis, ovario sterile anguste lineari glabro circa 5 mm. longo. Flores disci hermaphroditi 20, corolla tubulosa lutea 11.5 mm. longa tubulo 0.8-1 mm. longo villosulo, dentibus oblongis 1 mm. longis villosis; antheris nigris 3 mm. longis basi obtusiusculis; ramis stigmaticis lanceolato-subulatis villosis; ovario elliptico-oblongo compresso margine ciliato faciebus villosulis apice biaristato. Achaenia nigra oblongo-elliptica plano-convexe compressa villosula 4-5 mm. longa 2.4 mm. lata apprese marginata margine ciliata apice 2-aristata, aristis 2.5-3 mm. longis rigidis parce scabridis basim versus robustioribus fimbriatisque.

*Typus:* Colombia, Dept. Cauca, entre Popayán y Puracé, cruce con el río Anambio, 2500 m. alt. "Sufrutex, flor amarilla". Colect. 10-VII-1939 E. Pérez Arbeláez & J. Cuatrecasas 5874 (Holotypus US, Isotypus F).

*S. caucana* es afín a *S. pubescens* Tr. pero tiene hoja mayor y más vellosa o hirsuta, el involucreo es más alto con brácteas más largas y agudas y más vellosas; en cambio, los aquenios son menos vellosos. De *S. grisea* Blake y *S. pastoensis* Tr. se distingue entre otros caracteres por los capítulos mucho mayores.

#### PECTIS CYRILII Cuatr., sp. nov.

Herba annua erecta 40 cm. alta, ramis glabris ascendentibus ramulis divaricatis.

Folia opposita anguste linearia apicem versus sine sensu angustata apice acuta, margine revoluta inferne setoso-ciliata cetera glabra, 1.5-4 cm. longa 1-2 mm. lata, costa supra paulo conspicua subtus elevata, glandulis inordinate disposita subtus notatis.

Capitula solitaria longe pedicellata in axillis foliorum breviora ad ramulos ultimos cymoso-divaricata vel terminalia. Pedicelli graciles capillares glabri 10-20 mm. longi 1-2 bracteolis subulatis minutissimis muniti. Involucrum cylindricum glabrum 5 bracteis lineari-oblongis acutis 4 mm. longis 1 mm. latis. Flores radii feminei ligulati 5, corolla 2.5 mm. longa glabra, ovarium nigrum 2 mm. longum parce piloso, pappo 5 squamis brevissimis acutis

coronam 0.2 mm. altam formantibus. Flores disci hermaphroditi tubulosi circa 6, corolla cylindrica 1.8 mm. longa parce puberula, antheris 0.6 mm. longis basi rotundatis, stylo breviter bifido ramis obtusis, ovario 2 mm. longo paulo piloso, pappo coroniformi squamulis 5, acutis brevissimis 0.2-0.3 mm. longis, tantum una quandoque aristata.

*Typus:* Colombia, Magdalena valley: savana Rincón Hondo. Heigt 1 ft. aromatic, fl. yellow. Collect 12-VIII-24 Cyril Allen 392 (Holotypus, Mo).

*Pectis cyrilii* se reconoce por el vilano corto, formado de escamitas agudas dispuestas en corona; sólo algunas veces en las flores del disco se desarrolla una de ellas en arista. Esta especie es indudablemente afín a *P. swartziana* Les. pero se distingue por los capítulos más delgados, teniendo menor número de brácteas y de flores. Por este carácter se parece a *P. leptoccephala* Urban, pero de ella difiere por los involucros más cortos, por las brácteas agudas, por el vilano coroniforme y por las hojas más anchas y rígidas así como por ser la planta más robusta y erguida. De *P. venezuelensis* Steyermark difiere por la hoja más estrecha y aguzada, por las brácteas involucrables agudas, por el menor número de flores y por el vilano más corto, formado de escamas anchas y agudas.

#### PECTIS MASONII Cuatr., sp. nov.

Herba annua 4-8 cm. alta, basi ramosa, caespitosa, ramulis suberectis dense foliosis angulatis costis breviter strigoso-tuberculata.

Folia anguste lanceolato-linearia 6-20 mm. longa 0.6-1.5 mm. lata, basi paulo ampliata apice acuta caudataque, margine revoluta inferne setoso-ciliata cetera minutis tuberculis acutis substrigosis sparsis munita, glandulis biseriatis supra paulo notatis subtus eminentibus costa subtus valde conspicua.

Capitula axillaria solitaria longe pedicellata, pedicellis gracilissimis erectis folia valde excedentibus 2-4 cm. longis 2-3 bracteolis subulatis minimis praeditis. Involucrum cylindricum glabrum, 5 bracteis oblongis acutis 4.5 mm. longis 1.2 mm. latis. Flores radii feminei ligulati praecipue 4, corolla glabra 3 mm. longa tubulo 1.2 mm. longo. Flores disci praecipue 8 tubulosi hermaphroditi, corolla glabra 2.2 mm. longa, antheris 0.7 mm. longis basi obtusis, stigma subrotundato bilobato. Achaenia linearia 3 mm. longa nigra sparse strigulosa. Pappus radii 3 squamis strigoso-aristatis basi dilatatis 3 mm. longis. Pappus disci 5-aristato-squamosus.

*Typus:* Colombia, Dept. Huila: about 4 km. north of Villavieja, upper basin of río Magdalena, alt. 450 m., plant caespitose. Collect. 26-II-49 Herbert L Mason 13975 (Holotypus, US).

*P. masonii* tiene afinidades con *P. graveolens* Klatt y *P. linifolia* L., pero se caracteriza por el hábito, por ser una planta menuda de hojas aglomeradas (subarrosetadas) en ramitas cortas, de cuyos penachos salen los escapos filiformes mucho más largos; además se distingue por tener los vilanos

del centro 5 cerdas estrigositas, aovado-lanceoladas en la base, mientras que los marginales tienen sólo tres.

*PECTIS MONOCEPHALA* Cuatr. sp. nov.

Herba annua vel perennans ramosa basi procumbens ramis breviter strigosis ascendenti-erectis valde foliosis subextremo unum capitulum longissime pedunculatum ferentibus.

Folia opposita anguste linearia basi leviter dilatata apicem versus angustata extremo aristata, margine revoluta et dimidia parte inferiori 4-6 setis longis rigidisque utroque latere munita, cetera glabra 1-2.5 cm. longa 0.4-1 mm. lata, costa supra notata subtus valde eminenti, glandulis subtus biseriatis paulo notatis.

Capitula solitaria longissime pedicellata axillari-subterminalia. Pedicelli teneres erecti glabri 3.5-8 cm. longi 2-3 bracteolis brevissimis muniti. Involucrum campanulatum 8 bracteis elliptico-oblongis apice acutiusculis vel subobtusis, 5.5-6 mm. longis 1.8-2.5 mm. latis glabris basim versus incrassatis. Flores radii feminei ligulati 8, corolla lutea 8-8.5 mm. longa glabra, tubo 3 mm. longo lamina oblonga 2 mm. lata 8-nervata apice bifida lobis linearibus 2 mm. longis; ovario 2.5 mm. longo parce puberulo, pappo 5 squamulis aristatis arista scabrida basi dilatatis, ad 5 mm. longis. Flores disci hermaphroditi tubulosi circa 20 in capitulo, corolla glabra 5 mm. longa tubo 2 mm. longo dentibus 0.8 mm. longis; antheris 2 mm. longis basi rotundatis; ovario 2.5-3 mm. longo parce puberulo, pappo squamis 5 basi ampliatis 1-3-aristatis arista media scabrida ad 5 mm. longa lateralibus brevioribus, stigma capitato bilobato.

*Typus:* Colombia, Magdalena valley savana Rincón Hondo; clumps 6 in. high fl. yellow. 12-VIII-24 collect. Cyril Allen 387 (Holotypus, Mo). La Jagua, savana among stones, fl. yellow 17-IX-24 Cyril Allen 710 (Paratypus, Mo). Poponte, savana, damp, Herb. 1 ft. 6 in. creeping among grass fl. yellow 23-IX-24 collect. Cyril Allen 731 (Paratypus, Mo).

*Pectis monocephala* es semejante a *P. canescens* HBK y *P. saturojoides* Sch. Bip., pero se distingue por sus hojas más estrechas y agudísimas, además ciliadas a ambos lados, por los capítulos menores, por tener éstos con 8 brácteas involucrales y especialmente por el vilano que está formado de 5 escamas aristadas más anchas en la base.

*PLAGIOCHEILUS SOLIVAEFORMIS* DC subsp.

*COLOMBIANUS* Cuatr.

Herba prostrata radicans glabriuscula, tantum vaginae foliorum longe ciliatae et marginibus costis foliorum sparsissime ciliatis. Folia profunde pinnatifida lobis 2-3 utroque latere, linearibus integris vel incisuris angustatis acutissimis. Capitula majora 5-7 mm. diam. Bracteeae involucri ellipticae glabrae 2 mm. longae 1-1.2 mm. latae. Flores feminei 45-70, corolla 0.6-0.7 mm. longa bilabiata tubo glanduloso labio inferiori elliptico vel orbiculari albo-roseo

0.5-0.6 mm. longo, inferiori brevissimo ligulato, ovario oblongo basi angustato, compresso apicem versus sparse glanduloso 1.3-1.4 mm. longo 0.5 mm. lato. Flores masculi 12-15, corolla 1.7 mm. longa infundibuliformi profunde 4-dentata dentibus ovatis acutiusculis roseis tubo parce glanduloso, ovario brevi sterile.

*Typus:* Colombia, Dept. Valle, Cord. Central, cabeceras del río Tuluá: Quebrada de Las Vegas 3400-3500 m. alt. páramo. Hierba reptante estolonífera, cespitosa, 21-III-1946 colect. J. Cuatrecasas 20262 (Holotypus, F).

Dept. Valle, Hoya del río Bugalagrande, Barragán: Páramo de Bavaya, 3680-3600 m. alt.; "hierba reptante criptocespitosa de ramas muy entrelazadas; hoja verde claro, involucreo verdoso; receptáculo purpúreo"; colect. 17-III-1946 J. Cuatrecasas 20089 (Paratypus, F).

Dept. Cauca, Cord. Central, páramo del Puracé al sur del Volcán, filo de la Cordillera: San Francisco 3450-3400 m. alt.; herbácea intrincada, entre la turbera; corolas amarillas; colect. 23-VII-1943 J. Cuatrecasas 14612 (F).

La planta colombiana difiere de la boliviana y de su afin *P. ciliaris* Wedd. (probablemente sólo una variedad de la especie de DC) por ser muy ramosa reptante, por las hojas sólo una vez pinatifidas con lóbulos estrechos, lineales y agudos, enteros, o hendidos en 2-3 dientes también estrechos y agudos. Los capítulos son mayores; al parecer contienen mayor número de flores y los femeninos tienen el labio interior de un solo diente; los aquenios son glabros y con escasas glándulas. La planta es casi lampiña, pero tiene los pelos larguitos, a modo de pestañas, en los bordes de los peciolo y a veces unos pocos esparcidos por las hojas u otras partes.

*PLAGIOCHEILUS SOLIVAEFORMIS* DC. subsp.

*MULTIFLORUS* Cuatr., subsp. nov.

Folia pinnatifida laciniis linearibus incisuris vel integris, acutis vel subacutis, margine petiolorum vaginaeque plus-minusve longe-ciliata. Capitula majora 7-8 mm. lata floribus masculis magis numerosis.

*Typus:* Colombia, Boyacá. Nevado del Cocuy, alto valle de las Lagunillas, (35 flores masculinas, 55 femeninas), 4000-4300 m. alt. Colect. 12-IX-1938 J. Cuatrecasas 1527 (Holotypus, F). Id. loc. Cuatrecasas 1516A.

Dept. Boyacá, Nevado del Cocuy: Quebrada de San Paulino. El Morrón 3800 m. alt., prado-turbera, colect. 11-IX-1938 J. Cuatrecasas 1383 (Paratypus, F).

Dept. Boyacá: páramo del Alto del Escobal, 3750 m. alt., colect. 8-X-1938 J. Cuatrecasas 1221 (Paratypus F).

Dept. Santander: Alto del Almorzadero, vert. sur, páramo 3900 m. alt.; herbácea, reptante; corolas cerradas amarillentas, abiertas blancas. Colect. 20-VII-1940 J. Cuatrecasas & H. García Barr. 10013 (Paratypus, F).

Dept. Boyacá: Páramo de Guantiva, Alto de Canutos, vert. sur 3100-3400 m. alt.; hierba reptante ramosa, colect. 17-VII-1940 J. Cuatrecasas & H. García Barr. 9751 (F).

Dept. Cundinamarca: alto páramo 15 km. NW of Zipaquirá, 3200 m. alt. "Flowers white aging purplish, in mud". Collect. 6-VIII-1950 S. Galeu Smith 1372.

Esta subespecie se diferencia de las formas típicas y de *P. ciliaris* por los capítulos mayores que sostienen mayor número de flores (unas 90), siendo mucho más elevado que en otras especies el de flores masculinas; los aquenios, al igual que la subespecie *colombianus*, son glabros y tienen glándulas solamente esparcidas hacia la parte superior. La hoja es finamente dividida y se parece más a la de *P. ciliaris* que a *P. solivaeformis*.

#### POLYMNIA COCUYENSIS Cuatr., sp. nov.

Frutex circa 3 met. altus ramis herbaceis frondosis pubescentibus pilis crassiusculis acutis patulis munitis.

Folia opposita herbacea submembranacea, petiolo ample marginato basi auriculato amplexicauli. Lamina trinagulari-ovata, apice acuminata basi subtruncata cum petiolo late decurrenti, ambitu grosse 2-5 trinagulari-lobata margine paulo dentata; supra rugulosa asperulaque, pilis acutis fragilibus basi callosa persistenti copiosis conspersa; subtus nervis principalibus exceptis pilis tenuioribus longis acutis nitidis flexuosis dense vestita; triplinervia, tribus nerviis subtus prominentibus reliquis nervulis laxo reticulatis. Superne lamina circa 20 cm. longa lataque, petiolo circa 7 cm. longo 2-3 cm. lato.

Inflorescentia cymoso-paniculata. Pedunculi crassiusculi 1-1.5 cm. longi dense hirsuti eglandulosi longis pilis acutissimis nitidisque patulis muniti. Bractee foliaceae ovatae cum capitula longiores. Capitula grandia circa 2 cm. diamitentia. Bractee exteriores involucri 5-6, ovatae obtusae 12-14 mm. longae, 10-12 mm. latae, intus glabrae extus sparse callosae pilosaeque, herbaceae; bractee interiores (fertiles) 2 seriatae ovato-lanceolatae acutissimae membranaceae 9-10 mm. longae 2.2-3.4 mm. latae, extus villosa-hirsutae eglandulosae pilis longis pluricellularibus hyalinis. Flores exteriores femineas fertiles circa 20 corolla ligulata 1 cm. longa tubulo 1.5 mm. longo hirsutissimo, lamina bidentata 4 mm. lata 8-nervata supra glabra subtus hirtulo-villosula. Achaenia oblique obovata paulo compressa sublaevia 6 mm. alta, 5 mm. lata 3 mm. crassa. Flores disci masculi corolla 7 mm. longa tubulo 2.2-2.4 mm. limbo tubuloso-campanulato apicem versus hirsutula reliqua pilis longis inaequaliter sparsis munita. Antherae 2.6 mm. longae basi appendiculatae; filamenta tenuiter piloso-arachnoidea. Paleae receptaculi scariosae lanceolatae amplexentes 7 mm. longae 1.2 mm. latae.

*Typus*: Colombia; Dept. Boyacá: Cocuy, alrededores, 2750 m. alt., collect. 14-IX-1938 J. Cuatrecasas

1700 (Holotypus, F.); J. Cuatrecasas & H. García Barriga 1700 (COL Isotypus).

*P. cocuyensis* difiere de *P. riparia* HBK principalmente por los capítulos e involucros mayores desprovistos de pelos glandulosos, por los pedúnculos cortos y más gruesos y por los peciolos anchamente alados; semejantes caracteres le distinguen de *P. pyramidalis* Tr., *P. arborea* Hieron. y *P. meridensis* Steyermark.

#### SPILANTHES COCUYENSIS Cuatr., sp. nov.

Herba glabra caulibus basi decumbentibus praeter juveniles terminaciones parce pilosas plus minusve repentibus ramis foliosis flexuosis extremo erectis.

Folia opposita herbaceo-membranacea superne sessilia vel subsessilia inferne in petiolum latum ad 1 cm. longum attenuata. Lamina late lanceolata vel ovato-lanceolata acuta basi decurrenti-cuneata margine leviter repandoque serrato-dentata vel integra, 4-7 cm. longa 1.5-2.8 cm. lata; supra viridis, in sicco tabacinea, glaberrima nervis 3 principalibus conspicuis ceteris paulo visibilibus; subtus epidermi laminae minutissime papillosula pallida, reticulo venulorum prominulo discolori, nervis tribus principalibus eminentibus nitidis sparsissimis setis munitis vel glabris.

Capitula radiata 1.8-2.2 cm. lata, disco evoluta crasse conico usque 1.6 cm. alto, longe pedunculata axillari-subterminalia, pedunculi striolati glabri vel sparsissimis setis muniti 5-8 cm. longi, ad apicem 1-2 bracteolis linearibus praediti. Involucrum circa 12 bracteis herbaceis ovato-oblongis acutiusculis 2-seriatis margine breviter ciliolatis 5-6 mm. longis 2.5-3 mm. latis omnibus fertilibus. Paleae receptaculi scariosae glaberrimae elliptico-oblongae apice rotundatae 3-venosae complicato-amplexentes dorso subcarinatae 5 mm. longae 1.8 mm. latae. Flores radii feminei ligulati crebri 3-seriati corolla lutea 12 mm. longa tubulo pilosulo 2 mm. longo lamina elliptica glabra 10 mm. longa 3-4 mm. lata 7 nervata apice rotundato 2-3 obtuse dentata ovario oblongo 2 mm. longo 3-costato (vel 4-costato) costis minute ciliatis reliquo glabris. Flores disci creberrimi hermaphroditi, corolla tubulosa lutea glabra 2.2 mm. longa tubulo 0.4 mm. longo basi gibboso-incrassato, limbo subinflato dentibus ovatis acutiusculis 0.4 mm. longis; anteris 1 mm. longis basi acutis, ramis stigmatiferis crassiusculis minute papillosis apice truncatis; stylo basi incrassato; ovario oblongo compresso tricostato. Achaenia calva oblonga 2.5 mm. longa 1.2 mm. lata biconvexo-compressa marginataque marginibus minutissime ciliolata faciebus laevibus glabris.

*Typus*: Colombia, Dept. Boyacá: Valle del Cocuy, vertientes del lado SE, 3100-3750 m. alt., 8-IX-1938 collect. J. Cuatrecasas 1254 (Holotypus, F).

*S. cocuyensis* se caracteriza sobre todo por sus grandes capítulos con abundantes ligulas exsertas y por las hojas lanceoladas, las superiores sésiles o subsésiles.

STEIRACTINIA CUPULIFERA Cuatr., sp. nov.

Suffrutex circa 2 met. alta ramis terminalibus breviter denseque pubescentibus.

Folia opposita petiolata herbaceo-membranacea. Petiolus 12-15 mm. longus pubescens. Lamina oblongo-lanceolata acuminata basi longe attenuato-cuneata margine brevissime serrata, 7-10 cm. longa 2-3 cm. lata, utrinque viridis, supra strigoso-pubescentis tantum 3 nervis notatis; subtus sparse pubescens, nervis medio et duobus supra basim ascendentibus eminentibus aliquis nervis secundariis brevioribus ascendenti-arcuatis prominentibus, nervulis prominulis laxè reticulatis.

Capitula radiata graciliter pedicellata en cymis paucifloribus paniculatis terminalibus folia brevioribus disposita. Pedicelli 1-4 cm. longi tenuissimi flexuosi minute strigulosi. Involucrum semigloboso-campanulatum 6-7 mm. altum circa 1 cm. diam., bracteis 2-seriatis exterioribus 5 herbaceis oblongis acutis vel obtusiusculis pubescentibus 1-2 mm. latis, 6 mm. longis sed saepe interiores valde excedentes (ad 1 cm. longis), interioribus paucis late oblongis acutis 7 mm. longis 3 mm. latis herbaceis vel subherbaceis. Paleae receptaculi exteriores phyllariis similes, interiores scariosa elliptico-oblongae acntae margine minute ciliate complanato-amplexantes dorso carinatae carina ciliatae 6-7 mm. longae 2 mm. latae. Flores radii ligulati neutri, lamina corollae lutea oblonga bidentata 16 mm. longa 4 mm. lata tubulo 2 mm. longo fauce tantum pubescenti, ovario sterile 2.2 mm. longo compresso 4 costato, costis villosis, pappo aristis basi in cupulam connatis. Flores disci numerosi hermaphroditi corolla tubulosa lutea 5 mm. longa glabra tubulo 1 mm. longo dentibus ovalis brevibus papillosulis; antheris nigrescentibus 2.5 mm. longis. Achaenia obovato-oblonga basim angustata tetragona rhomboideo-compressa alis lateralibus angustis ciliatis, costis dorsalibus villosis, apice subite contracto, pappo 24-28 aristis strigosis rigidis 1-3 mm. longis basi in cupulam brevem brevissime pedicellatam connatis.

*Typus*: Colombia, Dept. Santander, selva abierta al N. de Bucaramanga 1500 m. alt. "Yerba semi-erguida 2 met. con flores amarillas". Colect. 15-XII-1948 J. Araque & Barkley 18 S 231 (Holotypus, F).

*S. cupulifera* es afín a *S. longipes* Blake y se distingue por los capítulos y flores menores, por las brácteas internas del involucre más cortas, por las hojas más tenues y por el aquenio, que forma en el ápice una cúpula abierta subpedicelada que es la base del vilano.

STEIRACTINIA GRANTII Cuatr., sp. nov.

Frutex 2-3 met. altus, ramis terminalibus viridibrunnescentibus flexuosis asperis minute tuberculatis et dense strigosis.

Folia opposita petiolata coriacea asperrima. Petiolus 5-12 mm. longus crassiusculus dense strigosus superne anguste alatus. Lamina lanceolata basi cuneata cum petiolo decurrens apice acuminata, mar-

gine serrata revolutaque, 4.5-6.5 cm. longa 1.5-2.4 cm. lata; supra nitidula asperrima copiosis pilis strigosis acutissimis basi tuberculatis curvatis rigidis praedita costa notata et nervis secundariis densiuscule strigosis ceteris nervulis reticulatis paulo conspicuis; subtus aspera pilis rigidis patulis et strigosis copiosis munita, costa crassa elevata, nervis secundariis 6-7 utroque latere prominentibus ascendentibusque, saepe duobus remote supra basim quam ceteris longioribus, nervulis in reticulum laxum prominulum anastomosatis.

Capitula radiata circa 3.5 cm. diam. longe pedicellata in cymis terminalibus plerumque tricephalis vel magis ramosis folia superantibus disposita. Pedicelli erecti mediocres rigidi hispido-strigosi, 1.5-4 cm. longi. Involucrum rotundato-campanulatum circa 7 mm. altum 8-10 mm. diamitentem squarrosam bracteis sterilibus 2-seriatis, subcoriaceis, exterioribus 4 oblongis acutiusculis strigulosis 7-9 mm. longis 3-4 mm. latis, adjacentibus 4-5 oblongo-lanceolatis 8 mm. longis 4-5 mm. latis. Paleae exteriores fertiles phyllaria involucri similes. Paleae interiores receptaculi scariosae rigidae oblongae, apice acuminatae puberulae ciliataeque, complanatae amplexantes 8 mm. longae 2.5 latae. Flores radii ligulati neutri circa 14, corolla lutea 16 mm. longa tubulo 2 mm. longo lamina oblonga 4 mm. lata 7-nervata supra puberula apice 3-dentata, ovario sterile 2 mm. longo pappo 2 aristis circa 3 mm. longis et aliquis aristis brevibus vel lamellis 1-1.5 mm. longis liberis vel basi coalitis. Flores disci hermaphroditi numerosi tubulosi, corolla 7.5 mm. longa glabra, tubulo 2.8 mm. longo, dentibus triangularibus fere 1 mm. longis pubescentibus; antherae 3 mm. longae nigrescentes lobis basi acutis; stylus ramis elongatis extremo lanceolatis apice subulatis villosis; ovarium compressum basi attenuatum 4-5 mm. longum, pilis pappo liberis vel parce coalitis. Achaenia 4-5 mm. longa 2 mm. lata, oblonga moderate compressa sparse villosula margine breviter alata alis ciliatis, pappo 18-20 aristis rigidis strigosis 1-4 mm. longis 1 laterale vel duobus quam ceteris longioribus, basi dilatatis liberis vel breviter irregulariterque coalitis.

*Typus*: Colombia, Dept. Cundinamarca, Cordillera Oriental Cbinga Valley, 3 kms. E. of Gutiérrez, 50 km. south of Bogotá. Clearing in temperate forest. 2350 m. alt. Shrub 8 feet. Rays yellow. Coll. 22-VII-1944 Martin L. Grant 9637 (Holotypus F).

Las hojas lanceoladas rígidas brillantes y ásperas, la vestidura de las ramas ásperas, el involucre poco peloso con los extremos de las brácteas curvados, la forma del aquenio y las aristas del vilano más o menos adheridas en la base, caracterizan *S. grantii* y la distinguen de las demás.

STEIRACTINIA SARARENSIS Cuatr., sp. nov.

Frutex 1-2 met. alta ramis viridibrunnescentibus pubescenti-villosulis.

Folia opposita petiolata crassiuscula subcoriacea. Petiolus 12-18 mm. longus robustus villosus supra

sulcatus subtus teres basi ampliato vaginatus. Lamina ovato-lanceolata acuminata basi subite cuneata margine serrata, 6-12 m. longa, 2-5 cm. lata; supra strigoso-scabra costa bene conspicua reliquis nerviis fere inconspicuis; subtus densiuscule pubescenti-villosa mollicola, costa crassa elevata, duobus nervis secundariis remote supra basim ascendentibus magis elongatis prominentibusque, ceteris nervis secundariis brevioribus patulis vel subpatulis plus minusve prominentibus, nervulis minoribus laxum reticulum prominulum et minutum visibilem reticulum formantibus.

Capitula radiata pedicellata in cymis simplicibus vel compositis pedunculatis terminalibus folia superantibus; pedunculis ramulis pedicellisque elongatis erectis hirsuto-villosis, bracteis brevioribus lanceolatis vel linearibus. Pedicelli 5-30 cm. longi. Involucrum hemisphaericum circa 7 mm. altus 10-12 mm. diam.; bracteis subcoriaceis rigidis triseriatis imbricatis, ovato-acuminatis stringoso-pubescentibus, exterioribus 3 mm. longis 2 mm. latis, intimis ad 8 mm. longis 3.8 mm. latis. Paleae exteriores crassiusculae oblongae obtusae 7-7.5 mm. longae 3-3.4 mm. latae pubescentes interiores scariosae elliptico-oblongae acutae complicato-amplectentes dorso carinatae sursum puberulae ad apicem eroso-ciliatae vel laceratae. Flores radii steriles ligulati 12 corolla lutea tubulo capillari 2.5 mm. longo glabro, lamina oblongo-elliptica 10-12 mm. longa 3-4 mm. lata apice obtusa extus parum puberula, ovario 3 mm. longo 1.2 mm. lato oblongo basim angustato compresso

alato margine ciliolato, pappo pilis rigidis strigosis 2-3 mm. longis. Flores disci hermaphroditi tubulosi valde copiosi, corolla lutea glabra 6.5 mm. longa tubulo 2.2 mm. longo dentibus ovatis 0.6 mm. longis minute pubescentibus, antheris 3 mm. longis basi obtusis, ramis styli apicem valde angustato-acuminatis extus villosis, ovario 2.8 mm. longo oblongo compresso bimarginato marginibus ciliatis. Achaenia oblonga moderate compressa 3-4 mm. longa 1.5-2 mm. lata anguste alata ala ciliata, faciebus sursum sparse strigoso-pubescentibus. Pappus circa 20 aristas strigosas inaequalibus basi liberis vel breviter coalitis, 1-2 mm. longis saepe duobus lateralibus (supra alas) longioribus (ad 4 mm. longis).

*Typus*: Colombia, Dept. Norte de Santander, región del Sarare: Estrecho o Callejón del Margua, en Peña de los Micos, 1100 m. alt. "Arbusto, flor amarilla". Colect. 23-XI-1941 J. Cuatrecasas 13425 (Holotypus US, Isotypus F). Región del Sarare: Hoya del río Margua, Quebrada del Sararito entre Miranda y Alto de la Aurora, 950-1087 m. alt. "Arbusto, corolas amarillo claro". Colect. 23-XI-1941 J. Cuatrecasas 13402 (Paratypus US, F).

*S. sararensis* tiene el porte de *S. Klattii* (Gr. & Rob.) Blake, pero difiere de ésta así como de todas las demás especies conocidas de *Steiractinia* por las brácteas involucrales regularmente imbricadas aumentando gradualmente de altura de afuera adentro. Además, las inflorescencias son más desarrolladas con abundantes capítulos sobrepasando mucho las hojas.

# - NOTAS -

## EFEMERIDES CIENTIFICAS DEL MES DE JULIO

**Julio 1º de 1589.**—Muere Cristóbal Platin, que llegó a ser el impresor más famoso del mundo.

Nació en 1514. Francés. Se instaló en Amberes en 1549, en donde fundó una editorial. El edificio donde estableció su hogar y fábrica tipográfica se conoce actualmente por Platin-Moretus Museum, que el Municipio de Amberes adquirió en 1876. Contiene varias producciones de Platin, libros de gran valor, manuscritos, etc.

**Julio 1º de 1788.**—Nace Víctor Poncelet, creador de la Geometría Proyectiva.

Murió en 1867. Matemático y General francés. Hallándose prisionero en Rusia, en cuya campaña tomó parte, en su soledad sentó las bases de la Geometría Proyectiva o de Posición. Como Mecánico y Geómetra fue muy apreciado, construyendo la rueda hidráulica que lleva en nombre. Escribió muchísimas obras, todas de Matemáticas y de Geometría.

**Julio 1º de 1847.**—El Astrónomo Hencke, desde Driesen, descubre el asteroide que recibe el número 5 y el nombre de Hebe.

**Julio 1º de 1884.**—El Astrónomo Knorre, desde Berlín, descubre el asteroide número 238, al que denomina Hypatia.

**Julio 1º de 1906.**—Fallece Manuel Vicente García, barítono, profesor de canto e inventor del Laringoscopio.

Nació en 1803. Español. El Laringoscopio es base fundamental de los progresos alcanzados en la curación de las enfermedades de las laringeas.

**Julio 2 de 1729.**—Experiencia de Grey y Wehler, que les lleva a descubrir la conductibilidad de los cuerpos para la electricidad y les permite dividirlos en cuerpos eléctricos y no eléctricos.

**Julio 2 de 1843.**—Fallece el fundador de la Hemeopatía, Samuel Hahnemann.

**Julio 3 de 1775.**—Lavoisier logra aislar y definir el oxígeno.

**Julio 3 de 1801.**—Fulton, en el puerto de Brest, ensaya su barco sumergible, que alcanza una profundidad de 25 pies y permanece una hora debajo del agua, evolucionando a su voluntad.

**Julio 4 de 1893.**—Borelly, desde Marsella, descubre el asteroide número 369, que denomina Aeria.

**Julio 4 de 1905.**—Muere el Filósofo y Escritor francés Eliseo Reclus. Nació en 1830. Adquirió la celebridad especialmente por sus obras geográficas *La Tierra: descripción de los fenómenos de la vida del Globo; Geografía Universal; Historia de una Montaña*, etc., que han sido traducidas a casi todos los idiomas.

**Julio 4 de 1934.**—Deja de existir Madame Curie. Su nombre de soltera era María Sklodowska.

Nació en 1867. Sustituyó a su esposo Pedro Curie en la Cátedra de Física General de la Sorbona. Obtuvo el Premio Nobel de Química en 1911 y en 1919 fue nombrada Profesora de Radiología de Varsovia. En 1924 el Parlamento francés le señaló una renta anual de 40.000 francos.

**Julio 5 de 1750.**—Nace en Ginebra Ami Argand, inventor de la lámpara de doble corriente de aire, con tubo de cristal.

**Julio 6 de 1660.**—El Físico y Mecánico inglés Roberto Hooke inventa el escape con dos volantes, mejora sensacional en la industria relojera.

**Julio 7 de 1904.**—El Astrónomo Charlois, desde Niza, descubre el asteroide denominado Pauly.

**Julio 8 de 1696.**—Muere el Físico Huygnes.

Nació Cristian Huygnes en 1629. Holandés. Astrónomo y Matemático, que con objetivos de su invención descubrió un satélite de Saturno y el anillo de este planeta. Se le debe también la aplicación del péndulo a los relojes.

**Julio 8 de 1842.**—En el eclipse de sol que tiene lugar este día, Arago observa por primera vez las protuberancias del sol.

**Julio 11 de 1863.**—Watson, desde Ann-Arbor, descubre el asteroide número 100, al que denomina Hécaté.

**Julio 12 de 1751.**—Nace en Barcelona Francisco Salvá. Médico, Físico e inventor. Se le debe entre otras cosas un telégrafo eléctrico precursor de la telegrafía sin hilos. Murió en 1828.

**Julio 12 de 1793.**—Experimentos del Abate Chappe con su Telégrafo Óptico.

**Julio 12 de 1863.**—Nace Alberto León Calmentte. Médico y Bacteriólogo francés. Sus descubrimientos e investigaciones lo han colocado como bienhechor de la humanidad.

**Julio 14 de 1747.**—De este día al 18, primeros ensayos en el Támesis, de Martín Folckes, Cavendish y Bevis, para apreciar la velocidad de la electricidad. El 24 se reunieron las experiencias. Todos alcanzaron asombrosos resultados.

**Julio 14 de 1824.**—Muere el Físico español Bèthencourt y Molina.

**Julio 14 de 1893.**—Charloise, desde Niza, descubre un nuevo asteroide, que recibe el número 370 y el nombre de Modestia.

**Julio 15 de 1867.**—Nace el Explorador y Médico francés Juan Bautista Charcot, hijo del célebre neurólogo del mismo nombre. Hizo varios viajes a los mares árticos. En 1908 descubrió la tierra de su nombre, que en realidad es una isla.

**Julio 15 de 1868.**—Muere William Thomas Morton, el descubridor de la anestesia por medio de éter sulfúrico rectificado. En 1852 Estados Unidos le otorgó le Premio Montyon. Nació en 1819.

**Julio 15 de 1890.**—Charloise, desde Niza, descubre el asteroide número 274, al que denomina Felicia.

**Julio 15 de 1916.**—Muere Elias Metschnikoff, Subdirector del Instituto Pasteur. Gran figura entre los hombres representativos en el campo de la Biología del último tercio del siglo XIX.

**Julio 16 de 1799.**—Se deposita en el Archivo Nacional de París uno de los dos metros tipos de platino, construidos por Lenoi, resultado de la medición del meridiano entre Dunkerque y Montjouy.

**Julio 16 de 1867.**—Se concede al francés José Monnier su primer patente para la construcción de cubas de hormigón con armaduras metálicas, primera para este género de construcción.

**Julio 16 de 1872.**—Nace el Explorador sueco Roald Amundsen.

Murió en 1927. Su primer viaje ártico data de 1897. En 1903 llegó a la tierra del Emperador Guillermo, con una temperatura de 16 grados bajo cero. En 1911 llegó al Polo Sur. Hizo luego otras expediciones al Polo Norte, sirviéndose ya de aparatos aéreos. Halló la muerte al dirigirse en busca de la expedición Nóbile.

**Julio 16 de 1893.**—Chalois, desde Niza, descubre el asteroide número 371, al que denomina Bohemia.

**Julio 16 de 1898.**—Nuevo descubrimiento de Chalols, desde Niza, registra el asteroide número 437, y le da el nombre de Rhodia.

**Julio 17 de 1857.**—Fallece el inventor francés Federico Sauvage.

Nació en 1786. Inventó el Fionómetro, aparato que impresionaba los objetos por contacto; el Reductor, aplicación del Pantógrafo a la escultura; el Soplete Hidráulico. Su invento capital fue la Hélice a Propulsión.

**Julio 18 de 1801.**—Valentín Rose obtiene por primera vez el Bicarbonato de Sosa.

**Julio 18 de 1904.**—Goetz, desde Heidelberg, descubre el asteroide número 538, al que da el nombre de Federica.

**Julio 19 de 1657.**—Fúndase en Florencia, la Academia de Cimento que tanto contribuyó al progreso de la física experimental.

**Julio 19 de 1882.**—J. Palisa, desde el Observatorio de Pola, descubre el asteroide número 226, al que da el nombre de Weringia.

**Julio 19 de 1895.**—Fallece Manuel María José de Galdó, a quien la enseñanza de las Ciencias Naturales en las Facultades de Madrid debió sensibles progresos.

**Julio 20 de 1873.**—Nace el brasileño Alberto Santos Dumont, a quien se debe el globo cilíndrico, base del moderno dirigible.

**Julio 22 de 1633.**—Galileo confirma con nuevos descubrimientos la doctrina astronómica de Copérnico.

**Julio 22 de 1908.**—Lorenz, desde Heidelberg, descubre el asteroide número 666, al que denomina Sabina.

**Julio 23 de 1871.**—C. H. F. Peters, desde Clinton, descubre el asteroide número 114, denominado Casandra.

**Julio 23 de 1895.**—Wolf, desde Heidelberg, descubre el asteroide número 405, al que denomina Thia.

**Julio 23 de 1908.**—Se enriquece la lista de asteroides con el doble descubrimiento de Kopff, desde Heidelberg, numerados 667 y 668 y bautizados Desdémona y Denisa.

**Julio 23 de 1909.**—Wolf, descubre el asteroide número 683, denominado Lancia.

**Julio 27 de 1844.**—Fallece el Físico, Químico, Naturalista y Filósofo inglés Juan Dalton.

Nació en 1766. Determinó la tensión del vapor de agua a las diversas temperaturas y publicó una tabla de los vapores específicos de los gases. También publicó una memoria sobre la visión de los colores, descubriendo la enfermedad conocida hoy con el nombre de Daltonismo.

**Julio 27 de 1879.**—C. H. F. Peters, desde Clinton, descubre el asteroide número 200, al que denomina Dinamena.