

JULIO GARAVITO ARMERO

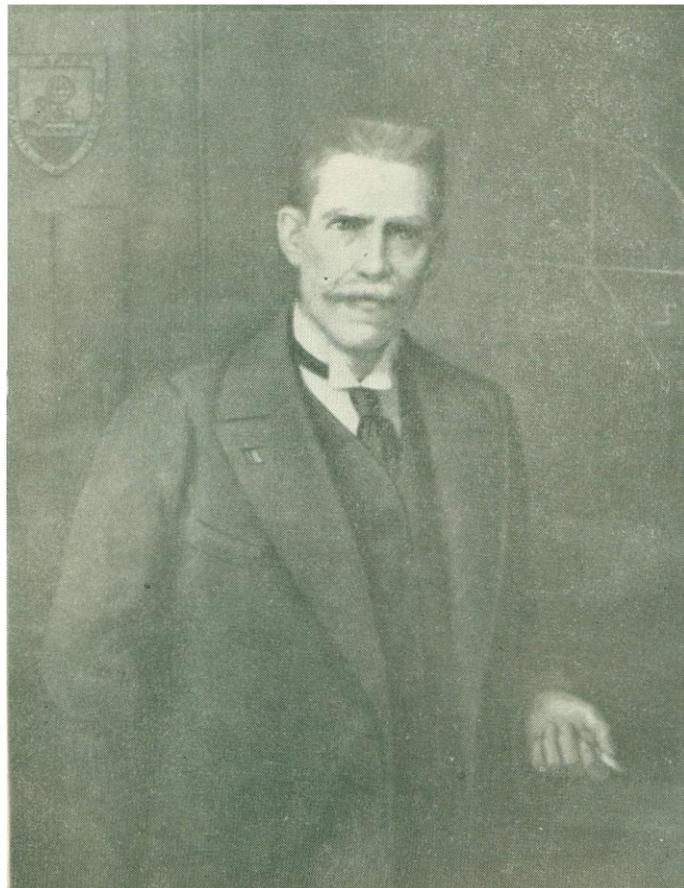
Por: ALFREDO D. BATEMAN

Secretario de la Sociedad Geográfica de Colombia

*Artículo del Boletín de la
Sociedad Geográfica de Colombia
Números 45 y 46, Volumen XIII
Primero y Segundo Trimestre de 1955*

Con especial aprecio insertamos este capítulo del libro publicado por el docto ingeniero ALFREDO D. BATEMAN sobre "El Observatorio Astronómico"

Hemos llegado, en el transcurso de este escrito, a una de las más altas figuras de nuestra ciencia nacional: el doctor Julio Garavito Armero. Bien quisiéramos disponer de espacio suficiente para tratar de toda su obra, pero ya que ello no nos es posible, vamos a referirnos tan sólo en forma somera a sus trabajos más importantes, anotando que en la interesante Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, el doctor Jorge Alvarez Lleras publicó, debidamente comentadas, todas las obras de Garavito.



Nació Garavito en Bogotá el día de 5 de enero de 1865, hijo de don Hermógenes Garavito y de doña Dolores Armero, personas honorabilísimas y santafereñas de vieja cepa. Reveses de fortuna obligaron a su familia a radicarse en Fusagasugá, quedándose él en Bogotá con sus hermanos José María y Jorge, para abrirse una carrera a través de los obstáculos acumulados por la pobreza y por esas circunstancias fatales, que a veces hacen creer que un hado funesto persigue a una familia.

A los diez años ingresó en el colegio de San Bartolomé, entonces a cargo de institutor es laicos, y allí terminó sus estudios de segunda enseñanza, recibiendo el título de Bachiller en Filosofía y Letras en 1884. En ese entonces estalló la revolución que dio en tierra con la Federación; alejado de la política, durante esos meses dolorosos, mientras el país se desangraba en los campos de batalla, dio rienda suelta a sus inclinaciones y se perfeccionó por sí solo en el estudio de las matemáticas elementales hasta el año de 1887, en que ingresó a la Facultad de Ingeniería.

Era entonces rector el doctor Rafael Espinosa Escallón y dictaban cursos allí los distinguidos ingenieros Ruperto Ferreira, Andrés A. Arroyo y Abelardo Ramos, quienes habían heredado, junto con Indalecio Liévano, Rafael Nieto París y otros, la afición por los estudios de matemáticas que implantara de manera definitiva la segunda administración del General Mosquera.

De 1887 a 1891 estudió el doctor Garavito en la Facultad las materias exigidas por los programas oficiales, sobresaliendo especialmente en las asignaturas de Análisis infinitesimal y Astronomía. Profesor de sus propios condiscípulos, generalmente ampliaba las explicaciones recibidas en la cátedra y las modificaba según su criterio, pues el genio investigador de que estaba dotado no le permitía aceptar las demostraciones ajenas, sin haberlas pasado por el tamiz de su propio criterio.

De esta suerte fue formando la base de los cursos de Mecánica racional y de Geometría analítica que dictara, años después, en la misma Facultad. De esta etapa de su vida trae una reminiscencia íntima muy sentida su amigo de colegio el profesor Ricardo Lleras Codazzi, de quien tomamos lo siguiente de un artículo, que se publicó en el periódico El Catolicismo de 20 de mayo de 1920. Dice así:

"Corría el año de 1889; a los claustros del histórico colegio de San Bartolomé concurría una verdadera multitud de jóvenes ansiosos de aprovechar las sabias enseñanzas que brotaban de los labios de maestros como José Ignacio Escobar, Venancio G. Manrique, Manuel Antonio Rueda, Antonio Vargas Vega, Enrique Alvarez Bonilla y otros tantos que dejaron huellas en los corazones y en los cerebros de sus discípulos. Evocando las sombras del pasado me parece estar viendo a Carlos Arturo Torres empeñado en traducir

en verso un endemoniado fragmento en prosa de Carlyle; a Eduardo Rodríguez Piñeres, redactando un periódico de oposición; a Marcelo Gutiérrez, haciendo caricaturas de los profesores; a Lorenzo Manrique, discutiendo en alta voz, o a Daniel Arias Argáez, siempre correcto, esmerándose en pronunciar la lección de francés con el más generoso acento parisiense.

"La clase de Geometría contaba en ese año sesenta y cuatro alumnos, de los cuales solamente unos cinco o seis perdieron el curso; los demás eran estudiantes de primer orden, muchos de los cuales han brillado después por su talento en las ciencias, en la literatura o en el foro.

"Se acercaba el fin del año y ya empezaba a hablarse en los corros estudiantiles de la sesión final y de los alumnos que tenían probabilidades de ganar las distinciones que se acostumbra discernir a los más aprovechados de cada clase. Un día, durante el almuerzo, me atrevía a hacer a mi padre (don Luis Lleras), esta pregunta:

"¿ Quién ganará este año el premio de Geometría?"

"Querrás decir cuál es, a mi juicio, el mejor alumno. Tú que conoces más a fondo a tus compañeros, pues que vives con ellos, ¿quién crees honradamente que merezca el premio?"

"Pronuncié los nombres de aquellos de mis camaradas que yo creí invencible y delante del tablero: Eduardo Saldarriaga, Julio Rueda, Félix Pabón, etc., pero mi padre movía la cabeza de un lado a otro y sonreía con sorna.

"Todos ellos, me dijo, son buenos alumnos, y probablemente obtendrán una alta calificación, pero hay uno que no has nombrado, a quien ninguno puede superar: JULIO GARAVITO. Ese joven que se expresa con tanta dificultad es, de todos los estudiantes que he conocido, el único que tiene verdadero espíritu matemático; fíjate la manera como razona, en el rigor de su lógica y en lo profundo de sus análisis y verás que es realmente una inteligencia superior: él será el Lino de Pombo de tu época. Citando hagas estudios superiores, lee atentamente el Algebra y la Geometría Analítica de Pombo, estoy seguro de que hallarás muchos puntos de contacto entre los dos. Procura cultivar su amistad, que te será provechosa en el curso de tu vida".

Tan pronto como Garavito recibió en la Universidad Nacional sus títulos de Profesor de Matemáticas (4 de junio de 1891) y de Ingeniero Civil (22 de octubre de 1891), fue nombrado catedrático de la misma Universidad en las asignaturas de Cálculo infinitesimal, Mecánica racional y Astronomía. Y Director del Observatorio Astronómico. Entonces principió un nuevo período de su vida; ofició en el

templo de Urania, que convirtió en cuartel general de su lucha contra la ignorancia y en baluarte para defenderse de la malevolencia de los hombres.

Durante esta época resolvió infinidad de problemas sobre el cálculo de las probabilidades, y publicó en *Anales de Ingeniería*, los siguientes trabajos:

Marzo de 1890: su primera publicación. En ella trató, siendo aún estudiante de la Facultad, de la solución de un problema de Geometría presentado por el ingeniero doctor Abel Bravo. Las dos soluciones halladas por Garavito tienen el mérito de ser enteramente originales y se caracterizan por el rigor matemático que después empleara en todas sus investigaciones analíticas.

La segunda publicación que hizo en Anales es de enero de 1891. Se refiere al cálculo de la hora y azimut del orto de Venus para el ocho del mismo mes, en Bogotá. Este cálculo fue solicitado por la dirección de la Revista con el objeto de aclarar las ideas de quienes habían confundido a Venus con la estrella de Belén.

Su tercera publicación fue en julio de 1891, es un estudio de tesis para apoyar su grado de Profesor de Matemáticas. Da una demostración elegantísima del conocido "*juego de la aguja*", que consiste en tomar una serie de paralelas equidistantes, dibujadas sobre un papel, y en arrojar sobre ellas una aguja de longitud igual a la distancia entre dos paralelas. La solución de Garavito se basa en el empleo del teorema de Bernouilli, perteneciente al cálculo de probabilidades.

En agosto de 1891 publicó su tesis para optar el grado de Profesor de Matemáticas. Allí se propuso determinar la forma que debe tener la sección meridiana de un manómetro de aire comprimido para que la graduación sea uniforme. Para ello estableció la relación fundamental refiriéndose a una integral de una función desconocida, que se determina por la eliminación entre la ecuación establecida y su diferencial, en vez de proceder como de ordinario, estableciendo una relación entre la diferencial de la función y la variable de que depende, integrando en seguida la ecuación diferencial.

En mayo de 1893 contrajo matrimonio con la señorita María Luisa Cadena, quien fue su fiel compañera y supo cautivar discretamente su corazón, y quien con amorosa solicitud procuró desde entonces apartar las espinas interpuestas en el camino de esa alma superior.

Las guerras civiles de 1895 y 1899, que ensangrentaron nuestro suelo, mantuvieron estacionarios el desarrollo de la Escuela de Ingeniería y la adaptación del Observatorio a un plan realmente útil para el país.

Este plan madurado por Garavito después de serias meditaciones, tenía como base la idea fundamental de la carta, levantada por métodos astronómicos rigurosos con los escasísimos elementos de que se podía disponer en esa época.

En su estudio de la determinación de la latitud de Bogotá, esboza Garavito un plan que después se llevó a cabo durante la administración de Marroquín y que, puesto en práctica, dio origen a la extinguida Oficina de Longitudes, que prestó ingentes servicios al país durante todo el tiempo de su existencia, ya delimitando materialmente las fronteras patrias, ya publicando mapas totales y regionales de Colombia.

Este plan, en cuya elaboración contribuyó el doctor Delio Cifuentes Porras, primer Director de la Oficina de Longitudes, fue publicado en el Boletín del Observatorio, revista científica que dirigía Garavito con Cifuentes Porras y Lleras Codazzi. Allí aparecieron monografías tales como el estudio original de Garavito sobre la desviación de la plomada en Facultativa, a causa de la atracción de la cordillera.

Durante la permanencia de Garavito en el Observatorio tuvo ocasión de practicar la virtud de la paciencia en grado máximo, en muchísimas circunstancias, siempre que gentes más o menos discretas querían matar sus ocios contemplando a nuestro satélite, en las noches tranquilas. *"Hoy tengo que mostrar la luna"*, decía, con aire preocupado, cuando alguna carta de recomendación le hablaba de una familia forastera que deseaba visitar el *"mejor observatorio del mundo"* y conocer de cerca a los selenitas. En noche de tal ceremonia solía prestarse a cuanto capricho tuvieran los visitantes y respondía a todas las preguntas. Durante una de esas visitas habló como sigue, en su estilo peculiar, paradójico y profundo:

"Si antes de una visita a este observatorio, cualquier curioso, digamos Juan o Diego, entrase de rondón y me dijera: doctor Garavito, yo creo que todo lo que enseña la Cosmografía son patrañas; la tierra es plana y está inmóvil, la luna, el sol y las estrellas salen por oriente y se ponen por occidente, girando regularmente alrededor de ésta; no hay tal movimiento alrededor del sol ni de la tierra sobre sí misma, ni... yo le interrumpiría exclamando: venga usted acá, amigo mío, y reciba un estrecho abrazo,

porque usted es la persona más sensata que he conocido. Usted no piensa con cabeza ajena: usted ve la verdad según su propia observación, usted se pone realmente en contacto con la naturaleza; usted cree más de lo que palpan sus ojos que lo que se ve escrito en letras de un molde. La fe ciega en la letra de molde es lo que ha perdido a la civilización moderna”.

En relación con los círculos en que se movía Garavito, nada tan oportuno como transcribir lo siguiente escrito por el doctor Lleras Codazzi:

"Fue durante la guerra de los tres años cuando nació y tomó cuerpo una de las asociaciones más extrañas Y originales de que se tiene noticia, en un ambiente tan frívolo y superficial como el nuestro: quiero hablar del Círculo de los nueve puntos. Unos pocos aficionados a las matemáticas, de carácter un poco huraño, medio misántropos o misántropos por completo, dieron en gravitar alrededor de Julio, atraídos por la fuerza irresistible de su inteligencia y fascinados por su superioridad innegable, como las mariposas alrededor de una luz intensa, al calor de su trato afable y sencillo, bajo la impresión indeleble de su conversación altamente instructiva y por la influencia de la comunidad de ideas, se fue constituyendo gradualmente una especie de club o círculo, que bien pronto tuvo un ceremonial especial, bastante simbólico por cierto. La Sociedad en cuestión se designaba con el nombre de Círculo de los nueve puntos, como un homenaje a la memoria de Euler, por el teorema que lleva ese nombre; sus miembros se llamaban 'puntos' y no podían ser más de nueve porque son nueve los puntos cíclicos relacionados con el triángulo de Euler (los tres pies de las perpendiculares, los tres pies de las medianas y los tres 'puntos de Euler sobre las alturas), ni podían ser menos de tres porque tres puntos, no situados en línea recta, determinan un círculo en posición y magnitud; por igual razón había quórum con solo tres de los 'puntos'. Las libaciones se efectuaban con café líquido, del cual se consumían enormes cantidades. Los 'puntos' tenían que ser aficionados a las matemáticas y especialmente apasionados a la geometría; por último, cada uno debía dar una demostración del teorema de Euler. Recuerdo que la demostración de Julio, por de contado la mejor de todas, era de carácter analítico y que generalizó a la geometría del espacio con un teorema orinal, la esfera de veinticuatro puntos sobre un tetraedro de referencia.

"Si mi memoria no me es infiel, entre los puntos fundadores estaban a más de Julio, Justino y Fernando Garavito, Delio Cifuentes Porras, Pedro de Francisco, Pedro M. Silva, Alberto Borda Tanco y Luis José Fonseca.

"Al principio se departía únicamente sobre 'asuntos' (le matemáticos, principalmente se proponían cuestiones geométricas, pero poco a poco se empezaron a tratar cuestiones de la más intrincada filosofía, pero de una filosofía rara, esencialmente matemática y fundada en los principios propios

de esta ciencia. Surgieron teorías curiosas como la de 'los extraedros', 'La sinusoide de la vida humana' y el 'Gran Ciclo', que fue reemplazado más tarde por la de 'La transformación asintótica', original de Julio. En una palabra, se pasaba agradablemente el tiempo, se estrechaban los lazos de unión entre los 'puntos' y se llevaba una vida un tanto intelectual en medio de esa baránda de materialismo que amenazaba acabar con lo poco que tenemos de Quijotes.

'El primer golpe fuerte que sufrió el Círculo fue la muerte de Pedro de Francisco, uno de los caracteres más levantados y de las almas más nobles que he conocido. Más tarde murió Luis José Fonseca, quien, aunque muy joven, ejercía una gran influencia. Hoy perdemos a Julio, centro de atracción de nuestra pequeña sociedad, 'punto' absolutamente indispensable para la existencia de los demás; esta pérdida ya no puede repararse; el Círculo queda disuelto ipso tacto; es como si se hubiera borrado de la ciencia la simbólica figura del teorema de Euler''.

En sus ratos de expansión, el doctor Garavito concibió y elaboró un apólogo sobre la relatividad de la riqueza y bienes de este mundo, que personificó en una ficción propia del terruño: *El Alcalde de Chepa*. Esta ingeniosísima sátira moral vio la luz en la revista *Cultura* y gustó a muchos por su alto valor literario y por la profunda filosofía que encierra.

Sobre sus labores en el período de la última revolución, transcribimos lo que dice el doctor Lleras Codazzi:

«Durante la gran revolución de 1899 a 1902 no estuvo ocioso el Director del Observatorio Nacional; aparte de las muchas cuestiones de Matemáticas que estudiaba concienzudamente a título de distracción, se ocupó en poner en orden sus apuntes para redactar el curso de Mecánica que desarrollaba por un método original, y abordó el análisis del más arduo de los problemas de Algebra: la solución general de las ecuaciones de grado superior al segundo. Apartóse del camino más conocido de la ciencia, que consiste en averiguar el número de raíces reales e imaginarias que admite la ecuación, los límites dentro de los cuales están comprendidas y sus propiedades generales, para entrar a determinarlas por aproximaciones sucesivas, y prefirió relacionar las propiedades de las raíces con ciertas líneas de los polígonos estrellados que venían a ser la clave de las ansiadas soluciones.

« Para lograr su intento le fue preciso establecer teorías nuevas e investigar propiedades de las figuras, desconocidas hasta entonces, en una palabra, casi crear una ciencia a la que convendría el nombre de Poligonometría.

« Establecidos estos cimientos fundó sobre ellos su análisis de las ecuaciones binomías, trinomias, recíprocas, etc., y avanzó muchísimo en la ecuación general de grado m , por métodos rigurosos y de un ingenio admirable.

« Este trabajo, que revela un dominio completo de las más intrincadas cuestiones del ramo analítico, a la vez que una rara intuición en el ramo geométrico, es conocido apenas de un corto número de sus amigos. Algún día se publicará y se verá entonces hasta dónde llegó en el campo de las especulaciones abstractas y de cuánto era capaz este espíritu privilegiado.

« En 1901 absorbió toda su atención la determinación de la órbita del cometa brillante que tanto interés despertó no sólo entre los astrónomos sino entre los profanos. No podía disponer para ello sino de un teodolito de topografía y de un cronómetro de bolsillo. Con tan exiguo instrumental logró determinar los elementos de la órbita a tiempo que en otros observatorios, infinitamente mejor dotados que el nuestro, se hacían observaciones y se llegaba a resultados que no fueron admitidos en el mundo científico. Es interesante leer lo que a ese respecto dice él mismo en la exposición que hizo de sus cálculos:

"El método empleado en las observaciones fue impuesto por la clase de instrumentos que podíamos aprovechar, dada la pequeña altura a que era visible el cometa.

"El instrumento de que nos servimos fue un teodolito tránsito de la fábrica de 'Troughton and Sons' de Londres, de graduación centesimal y con nonios que permiten leer los arcos, con medio centésimo de aproximación, pudiendo apreciarse el cuarto de centésimo. El anteojo de 51 milímetros de abertura, lleva un nivel cuya división vale 10' 60. El círculo vertical lleva otro nivel fijo cuya división vale 19"76.

« Los instantes se observaban con un cronómetro de bolsillo de la fábrica Lucien de Bois, número 16.125, cuyo balancín da 21.600 oscilaciones por hora. El cronómetro está provisto de una aguja cronográfica con la cual se puede fijar el instante con $\frac{1}{6}$ de segundo de aproximación.

(La pequeña altura a que era visible el cometa al ocultarse el sol, no permitía hacer la observación sino en la azotea del Observatorio, sobre una pilastra de ladrillos en la que se colocaba el teodolito, cuyos tornillos de nivelar se apoyaban sobre tres placas de cobre.

«Como en el teodolito no se podían iluminar los hilos dejando el campo oscuro, la visibilidad de éstos se hacía por medio de un reflector blanco adaptado al anteojo por su parte externa, frente al objetivo. Esta disposición permitía graduar la iluminación del campo, sin que se dejara por ello de ver el cometa. Sin embargo, la graduación de la luz en las dos últimas observaciones fue bastante difícil.

"Para obtener con estas observaciones todos los elementos de la órbita tuvo que principiar por resolver once problemas preliminares y hacer multitud de cálculos para eliminar los errores instrumentales.

'Así pues, reemplazó con su talento Y habilidad los instrumentos de que carecía".

En el año de 1902, durante la guerra, algunos discípulos ya admiradores suyos tuvieron la feliz idea de organizar particularmente la Facultad de Ingeniería, que estaba en receso por causa de la guerra civil que azotaba entonces el país. Como fue natural, desde el primer instante se pensó en el Observatorio Astronómico para que sirviera de local y en Garavito para que actuara como director de los estudios que se iban a emprender bajo su iniciativa. Participaron de sus enseñanzas, en ese entonces, entre otros, Martín Lleras, Jorge Alvarez Lleras, Enrique Garcés, Belisario Ruiz Wilches, Luis José Fonseca, Ricardo Pérez, Julio C. Vergara y Vergara, Eugenio J. Gómez, Carlos Carrasquilla, Tomás Aparicio, Sebastián Ospina y otros.

Después de la fundación de la Oficina de Longitudes, de la determinación del clima de Bogotá, de la reorganización del Observatorio Astronómico y de la implantación de sólidos estudios de matemáticas en la Facultad de Ingeniería, el doctor Garavito se entregó de lleno a los estudios de su predilección. Así, de 1906 en adelante su labor pertenece casi exclusivamente a los estudios de óptica matemática, a su obra monumental las tablas de La Luna, aún inédita, y a la campaña que emprendió, desde 1909, para hacer triunfar sus ideas en el campo de la Economía política.

Antes de seguir adelante, conviene hacer la relación de algunos otros de sus trabajos, publicados en Anales de Ingeniería:

En 1896 un estudio sobre la temperatura diurna de Bogotá, acompañado con la publicación de datos meteorológicos recogidos en el Observatorio.

A principios de 1897 publicó la primera serie de observaciones, hechas para determinar la latitud del Observatorio de Bogotá, y en octubre del mismo año la solución de un problema muy interesante de Cinemática; consiste en hallar la trayectoria descrita por un punto que se dirige constantemente con movimiento uniforme hacia otro que está animado de un movimiento rectilíneo y uniforme.

Para demostrar el mérito del doctor Indalecio Liévano publicó, en noviembre de 1897 una comparación entre la teoría de los números inconmensurables, original de este ilustre ingeniero

nacional, y otras sobre el mismo asunto del profesor C. Jordán, de la Politécnica de París, y del profesor Meray, de la Facultad de Ciencias de Dijon. En julio de 1899 publicó su estudio sobre el clima de Bogotá, basado en observaciones practicadas bajo su dirección en el Observatorio desde 1893 hasta 1897.

Este trabajo, que puede considerarse como el complemento de la obra de Juan de Dios Carrasquilla y del presbítero ingeniero Gómez Otero, es terminante en cuanto lo que se refiere a Bogotá y a las influencias climatéricas que determinan los movimientos observados y sus anomalías. La explicación que allí se da de las lloviznas caídas en Bogotá durante los meses de junio y julio es una muy interesante aplicación de las leyes de Termodinámica a los fenómenos debidos al cambio de orientación de los vientos alisios por desalojamiento del sol, del hemisferio Sur al hemisferio norte. Lástima que este trabajo de Garavito no se hubiera continuado, no obstante lo dispuesto por la Ley 74 de 1916, orgánica del Servicio Meteorológico Nacional.

Publicó también un estudio sobre el "*Equilibrio de los macizos pulverizados*", que en 1904 se reprodujo en un folleto.

En 1905 se reunió en Río de Janeiro el tercer Congreso científico latinoamericano. En el cuestionario propuesto para la Sección de Matemáticas se puso el tema siguiente: "*Teoría racional de la Curvatura de las líneas planas y de reverso, sus conexiones posibles con la teoría de las convariables e invariables*". Sobre este tema elaboró Garavito su Memoria, que fue publicada en el tomo II del *Relatorio General*. Como el matemático brasileño señor Otto Alancar Silva formó parte de la Comisión que propuso los temas, fácilmente pudo hacer incluir el tema dicho y que correspondía aproximadamente a su *Memoria sobre algunas cuestiones relativas a la teoría de las Con variantes y de las curvas de doble curvatura*. Además, el señor Silva fue juez y parte en este asunto y se atrevió a criticar el trabajo de Garavito para desconceptuarlo ante el Congreso. Entonces Garavito replicó brillantemente en un estudio publicado, en parte, en *Anales de Ingeniería*. Allí se excusó de sus ataques, pues nunca gustó de ofender a nadie, diciendo: "*Nos es muy penoso hacer un juicio crítico de la memoria citada, pero estamos moralmente obligados a ello por haber sido tácitamente retados por el señor Silva, según consta en las actas de las sesiones 5ª, 6ª, 7ª, y 8ª, del Congreso*".

En 1909 dictó Garavito una interesante conferencia en el Salón Samper de Bogotá, para exponer sus ideas relativas a tópicos de Economía Política. Desde hacía mucho tiempo su atención se había fijado en las fluctuaciones del cambio y en la desvalorización del papel moneda, desvalorización que

a causa de las emisiones frecuentes y cuantiosas que hizo el gobierno durante el desarrollo de la guerra del 99, había alcanzado límites nunca vistos.

La creencia de que la moneda tiene un valor efectivo y no convencional se había arraigado de tal modo en el espíritu de nuestros hacendistas, que muchos llegaron a creer en la ruina total del país por esta causa, y a hablar en términos sombríos del cáncer del papel moneda". Garavito se dio cuenta, antes que nadie en Colombia, de que el papel moneda no era sino una contribución forzosa impuesta al país por no estar éste preparado para un régimen tributario más racional. Así, pues, desde el primer instante sus conceptos en Economía Política estuvieron en pugna con la opinión reinante, que era favorable a todo sistema de reducción de gastos en el presupuesto gubernamental, creyendo que con éste desaparecía un déficit que explicaba las emisiones autorizadas por las Cámaras. Al régimen de economías fiscales, preconizado como panacea infalible, fue poco a poco oponiendo Garavito la teoría de que para hacer desaparecer el déficit es más racional aumentar las entradas que disminuir los gastos. Esta teoría parece paradoja inaceptable para quienes tienen del Estado una idea semejante a aquella que se tiene del individuo en sus relaciones económicas con el medio social donde vive, trabaja y consume; mas es claro y evidente para los espíritus reflexivos que han estudiado la evolución de las sociedades, desde la época remota de la tribu, hasta la hora actual del Estado socializador y organizador supremo.

Como es lógico, las teorías de Garavito fueron discutidas por muchos, defendiéndolas él con el mismo celo con que un apóstol defiende su doctrina y hablando de ellas en tono apostólico y en espíritu de caridad. El periódico El Campesino preconizaba en todos los números que se iniciara un régimen de economías con el objeto de acabar con los zánganos de la colmena social". Para refutar esta campaña, Garavito escribió lo siguiente, dirigiéndose al director del mencionado periódico:

"Creo que usted es joven, al menos psicológicamente, porque hay en sus escritos un rasgo que lo pone de manifiesto, en mi sentir; es aquel en que desea que los zánganos de la colmena social se mueran de hambre por su culpable indolencia. Hay en ese parecer dos manifestaciones salientes de la juventud de usted: la una, porque desconoce la dificultad de conseguir trabajo suficientemente remunerado en esta tierra, para colmar las necesidades de aquellos individuos que usted llama los zánganos de la colmena social.

"El otro motivo que me hace pensar en la juventud de usted es el arranque de indignación, el deseo de que las gentes ociosas se mueran de hambre. Cuando yo contaba menos de veinticinco años pensaba de la misma manera, consideraba a los hombres como rivales, como enemigos, y no podía soportar sus defectos. Más tarde, cuando han transcurrido los años y el espíritu ha sido

abrumado por grandes amarguras, cuando se han visto desaparecer generaciones enteras, el ánimo toma una índole más apacible, el hombre no ve ya enemigos en sus semejantes sino compañeros en el corto lapso de su existencia. El espíritu se depura de todo lo mezquino y pueril: el odio, la envidia y el orgullo, no penetran ya en él.

"Uno de los argumentos que podrían invocarse en favor de la divinidad de Cristo es, sin duda, el de haber predicado el amor entre los hombres a una edad en la que no es posible concebir esa experiencia de la vida ni esa evolución del espíritu, pues Cristo era joven.

"Cuando usted, estimado señor, haya pulsado un poco las dificultades de la existencia, cambiará en la manera de pensar respecto al deseo que manifiesta de que ciertas gentes se mueran de hambre y se devanará los sesos para ver de mejorar las condiciones precarias de esta especie desgraciada que se llama el género humano".

La doctrina económica de Garavito, al tenor de las de Henry George Tolstoy y otros reivindicadores de los fueros del proletariado, se inspira más que en principios de utilitarismo inmediato, en un concepto muy elevado de la moral que quiere el bienestar para todos y no como monopolio en favor de unos pocos. La diferencia entre lo que pensaron George y sus discípulos y lo que pensaba Garavito está en la concepción matemática que este último tuvo de la riqueza. En virtud de esta concepción se despojó a la economía de ese aspecto vago e impreciso que hasta ahora le ha quitado su valor científico y se le dota de un método positivo semejante al que ha conocido a las ciencias Físicas a resultados tan sorprendentes como fecundos. Entre George y Garavito existe la misma diferencia que va del libro del primero *Poverty and Misery*, a un tratado referente al principio de la conservación de la energía, por ejemplo.

No fue mucho lo que dejó escrito el doctor Garavito sobre Economía Política, aun cuando no omitió ocasión de hacer alusión a sus ideas en artículos de periódicos y hojas sueltas. El profesor colombiano se mostró esencialmente matemático en sus teorías sobre Economía Política, y por su concepción dinámica de la riqueza sus teorías son originales y sin antecedentes entre los tratadistas del Derecho.

En 1911 presentó al Congreso de Agricultores una comunicación sobre el *Seguro agrícola*, en la cual esbozó sus teorías y dio una explicación muy acertada del verdadero origen de nuestras guerras civiles.

En 1912 publicó un folleto titulado *Evolución de la distribución de la riqueza y fundamento científico del impuesto*. Este folleto es una exposición bastante completa de los fundamentos económicos que en las edades futuras sostendrán a la sociedad por el Estado y para el Estado.

En mayo de 1916 publicó en la Revista del Colegio del Rosario un ensayo magistral titulado *Causa principal de la guerra europea*, que es el broche de oro con que cerró sus trabajos sobre Economía Política, aduciendo un ejemplo formidable de la verdad de sus predicciones, desde 1909, al citar y analizar la guerra, que a despecho del optimismo de Norman Angell, asoló a Europa y desencadenó sobre el mundo la amenaza del comunismo.

A partir de 1915 publicó en los *Anales de Ingeniería* los siguientes estudios: *Teoría del anemómetro de casquetes hemisféricos o de Robinson*; *Elementos de algunas funciones trascendentes enteras*; *Nota sobre la fórmula fundamental de la Trigonometría plana no euclídea en la Geometría hiperbólica*; *Reglas generales para proyectar una canalización, y ¿Bancarrota de la ciencia?* Este último estudio consta de dos partes: en la primera se hace la crítica de los puntos oscuros que presenta la ciencia y que son: 1º Legitimidad de las geometrías planas no euclídeas; 2º Teoría ondulatoria de la aberración de la luz fundada en el arrastre parcial del éter; 3º Interpretación de Kauffmann de los fenómenos que presentan los rayos catódicos en el tubo de Crookes; y, 4º Movimiento bruniano. En la segunda parte demuestra la caducidad de las geometrías planas no euclídeas.

Este trabajo constituye, por decirlo así, el testamento científico del sabio. El deseo de resumir toda su obra en una única relación, fue lo que lo movió a escribir sobre la legitimidad de esa frase, que se está volviendo un lugar común, al tratar de lo que se llama *bancarrota científica*.

Garavito halló la solución del segundo punto anotado, en la interpretación correcta de la ecuación de la propagación de la luz. El primero y el tercero de estos puntos los trató en su estudio de los elementos de algunas funciones trascendentes, que lo condujo a la revaluación de las geometrías no euclídeas, y en la explicación que dio de la desviación de los rayos catódicos, por la influencia de los campos eléctrico y magnético. Del movimiento bruniano no se ocupó por haberse limitado a refutar los fundamentos de las hipótesis de Lorentz.

Estando ya en su lecho de muerte, el doctor Garavito quiso aclarar aún más las ideas de quienes desearan seguir el hilo de sus trabajos, y para ello elaboró una memoria, que vio la luz en Anales

de Ingeniería, y que en sus propósitos tiene muchos puntos de contacto con el estudio sobre la pretendida bancarrota de la ciencia, y que fue lo último que salió de su pluma.

En cuanto a la Pedagogía tuvo ideas que parecen brillantes paradojas, a primera vista, pero que en realidad encierran un concepto exacto de la psicología infantil, y de los métodos propiamente lógicos y naturales para la enseñanza objetiva.

Hablando de la experiencia, decía que sistemáticamente se sustrae el niño a sus enseñanzas, cuando aún en el regazo materno es sorprendido por la madre si acierta a poner un dedo en contacto con la llama de una vela. Si la madre, decía don Julio, dejara al niño verificar su experiencia, éste aprendería a su costa: primero, que la llama produce la sensación de un cuerpo quemante; segundo, que no todos los cuerpos están a la misma temperatura; tercero, que existe, por consiguiente, el desequilibrio térmico; cuarto, que la combustión es una fuente de calor; quinto, que la luz y el calor son producidos simultáneamente en la llama; y sexto, que la prudencia debe guiarnos en todas nuestras investigaciones. En cambio, continuaba, como la madre dice al niño que no ponga el dedo en la llama, porque el demonio es un ser maléfico que está listo a jugar nos malas pasadas en cualquier momento, resulta que todo párvulo adquiere ideas erradas del demonio y del fuego, y se habitúa a prescindir en absoluto de las nociones físicas, únicos fundamentos del conocimiento, para guiar en cambio su criterio por convenciones más o menos discutibles.

Si a este método educativo, decía, se agrega que la gramática y otras enseñanzas abstractas forman la parte más importante del pensum de una escuela de primera enseñanza, no es difícil comprender por qué muchos de nuestros hombres públicos carecen en la edad madura de los elementos necesarios para formular juicios concretos sobre las cosas ordinarias de la vida. La gramática es algo abstracto que no se impone a la mente sino por actos reflejos complicados, para determinar reglas de régimen y concordancia, y que, por consiguiente, fatiga el cerebro del niño y lo atrofia; en tanto que la geometría, por ejemplo, es una ciencia objetiva que nos pone en contacto con el mundo externo, forma los moldes de raciocinio y establece los fundamentos de toda Filosofía racional.

Preocupado Garavito con las cuestiones económicas y con sus estudios sobre Óptica y Electricidad, durante algún tiempo dio de mano a sus labores en el Observatorio, pero luego con la ayuda y colaboración del doctor Jorge Alvarez Lleras hizo una recopilación de datos meteorológicos, estudiando además la determinación de la intensidad del campo magnético terrestre y la declinación de la aguja; revisando la altura media barométrica en Bogotá, mediante el empleo del

catetómetro; estudiando un proyecto racional de Organización del Servicio Meteorológico y la construcción de un aparato especial para corregir los aneroides.

Como resumen referente a sus labores dejó escrito lo siguiente:

"Datos sobre el Observatorio Nacional de Bogotá. Latitud 4° 35' 55" 2 norte. Longitud 4h. 56m. 24s, oeste de Greenwich. Altura 2.634 metros. El Observatorio de Bogotá fue fundado en 1803 y colocado bajo la dirección de F. J. de Caldas, Sus principales trabajos son: servicio de la hora; observaciones de culminaciones lunares; ocultaciones de estrellas por la Luna; cálculo de órbitas; determinación de diferencias de longitud (por telégrafo) entre las diversas localidades de la República Y Bogotá, y práctica de observaciones meteorológicas. Los datos referentes al clima de Bogotá, deducidos de las observaciones practicadas desde 1893 son: Temperatura media 12°-97. Oscilación diurna media de la temperatura: 7°-2. Humedad relativa media: 79.5. Presión media: Om. 5601. Oscilación media diurna: Om. 0024. Velocidad media del viento: Om. 76. Nebulosidad media: 7,1. Epocas lluviosas en abril y mayo, octubre y noviembre. Lluvia anual: Om. 995. Epoca ventosa en julio y agosto, proveniente del Alisio sur. Oscilación de la temperatura media mensual en el año: 1009. Mayo = 13°40. Julio = 12°50. Declinación magnética: la declinación de la aguja magnética ha sido: 6°10' en 1868. 4°13' en 1898. 3°55' en 1900. 3°47' en 1901. 3°20' en 1903 (mínimum). 3°30' en 1904. 3°50' en 1909. La componente horizontal del campo magnético es de 0.32 dinas".

En febrero de 1916 ocurrió un eclipse total de sol visible en Colombia. Como la zona de totalidad pasaba por Medellín y Puerto Berrío, el Ministerio de Instrucción Pública determinó que, después de hechos los cálculos para diversos lugares del país, una comisión del Observatorio se trasladara a Puerto Berrío. Garavito fue el jefe de esa Comisión, rindiendo un informe detallado, con datos interesantes para la ciencia universal, y de gran importancia para la fijación del meridiano de Bogotá. El informe rendido por Garavito en esta ocasión corre publicado en Anales de Ingeniería, de noviembre de 1916.

Después de esta ocasión, el sabio volvió a ocuparse con ahinco en sus estudios sobre la paradoja propuesta por Gill y en la crítica detenida de las Geometrías no euclidianas. Además tomó a pecho la construcción de unas tablas de la luna, que dejó a su muerte en estado muy avanzado, listos los elementos de ellas para entrar a cálculos numéricos.

A causa de una dolencia contraída en su juventud, por haber permanecido largas horas dentro de una mina de carbón sin ventilación e inundada, su salud empezó a decaer visiblemente a partir de 1916. Por ese entonces recibió duro golpe con la desaparición de su esposa, quien durante

veintitrés años lo había acompañado defendiéndolo contra los choques prosaicos y estériles de la existencia.

No pudo reponerse de esta pérdida y así los dos años que sobrevivió a su esposa no fueron sino una lenta agonía. Ya no concurría al Observatorio, su centro y su mundo durante tanto tiempo; casi le era imposible asistir a sus clases en la Facultad de Ingeniería; no salía de casa sino rara vez, permaneciendo largas horas enfrente a los apuntes de sus últimos años. Muchos amigos le visitaban en tales circunstancias y todos se admiraban de la lucidez de ese cerebro privilegiado, que no perdió su lucidez sino en la noche misma de su muerte.

Por ese tiempo tuvo la satisfacción de que el Congreso de Colombia dictara la Ley 128 de 1919, que ordenaba la edición de sus obras y la erección de su busto en el jardín del Observatorio. Esta ley, largo tiempo incumplida, fue al fin realizada en parte al inaugurarse su busto el 20 de agosto de 1945.

En las primeras horas del día 11 de marzo de 1920, después de muchos días pasados en cama, sufriendo torturas indecibles causadas por la enfermedad y padeciendo estrecheces pecuniarias que le imposibilitaban para disminuir los dolores de que era víctima, entregó su alma al Creador.

Murió en la misma pobreza en que vivió; nunca tuvo nada; lo que le sobraba lo daba a los pobres, para cumplir su teoría de que sustraer un centavo a la circulación es un crimen, como lo es cortar la corriente de savia que vivifica una planta.

Por último, para cerrar este capítulo, debemos recordar que el doctor Garavito fue Presidente de la Sociedad Colombiana de Ingenieros en el año de 1916, habiendo sido luego designado como Presidente Honorario de la misma el 21 de noviembre de 1917. Aunque alejado de los ajetreos políticos ocupó en ocasiones curul en la Asamblea de Cundinamarca y en el Concejo de Bogotá.

LA OBRA CIENTIFICA DE GARAVITO

Bien quisiéramos entrar a fondo sobre la obra del sabio, pero ello no nos es posible en gracia de la brevedad. Basta tan solo recordar que como Director del Observatorio se ocupó en los siguientes trabajos, algunos de ellos publicados:

1. Mecánica celeste. Variación de los elementos de las órbitas planetarias deducidas de las variaciones de los elementos conocidos.
2. Fórmula fundamental en el movimiento de los fluidos. Aplicación de los movimientos de la atmósfera y deducción de las fórmulas de W. Fenel, publicadas por The Philosophical Society of Washington en 1874.
3. El clima de Bogotá. Deducción hecha del conjunto de observaciones meteorológicas practicadas desde 1891 hasta 1896.
4. Determinación de la latitud del Observatorio: N. 4° 35' 55" 19.
5. Determinación de la longitud del Observatorio deducida de ocultaciones de estrellas por la Luna: Longitud al W de Greenwich 4 h. 56 m. 24 s. Este dato se halla publicado en la obra **Los Observatorios Astronómicos**, por el P. Schocatront, y posteriormente fue rectificado por la Oficina de Longitudes por medio de cambio de señales directas entre Panamá y Buenaventura y por señales recibidas de Washington en Panamá.
6. Derivadas de los versores en la teoría de los vectores. Aplicación del teorema de Coriollis al movimiento del plano instantáneo de la órbita lunar y al movimiento de la Luna en ese plano.
7. Generalización de la ley de la pesantez universal a las estrellas dobles y cálculo de las órbitas de las estrellas dobles micrométricas.

Para explicar ampliamente el alcance de la obra científica de Garavito nada más acertado que transcribir, como lo hacemos a continuación, el estudio hecho al efecto por el doctor Jorge Álvarez Lleras, a raíz de la muerte de Garavito. Dice así:

Múltiples fases presenta la labor técnica del doctor Garavito, ya se le considere como matemático, ya se le considere como sociólogo, su entendimiento, esencialmente especulativo, se ha movido en las regiones, de la Metafísica, en el campo al parecer ajeno a sus inclinaciones: la Economía Política, y en la Crítica Filosófica; pero, de manera general, se ha mantenido matemático en todos sus trabajos. Como matemático es astrónomo, como matemático juzga los acontecimientos históricos; y es en su carácter de investigador estricto, por medio de los métodos rigurosos del

análisis, que ha llegado a concebir sus originalísimas teorías económicas, en un medio enteramente adverso a consideraciones de este orden.

Los estudios económicos del doctor Garavito son de gran trascendencia filosófica, pues en ellos se procede según el sistema aplicado por Spencer a su teoría de la evolución, dándonos así un concepto estricto de la riqueza y formando un cuerpo de doctrina racionalmente concebido, en una materia que hasta ahora solo había consultado el más crudo empirismo. Empero la obra capital del matemático colombiano está en la solución del problema planteado por Gill en 1896. Este problema no puede ser desconocido por ningún físico moderno, y cada día adquiere mayor importancia, por cuanto en su solución está basada la unidad científica.

Como matemático, el entendimiento del doctor Garavito se asimila completamente a la evolución de la filosofía en los tiempos moderados, desde Stuart Mill hasta Poincaré, y ha sido aplicando los principios de la mecánica clásica que ha llegado a resolver problemas de Física matemática, que hasta ahora se habían alzado como la columna de Hércules en el campo de la investigación moderna.

Siendo, pues, múltiples los aspectos del genio matemático que intentamos analizar en las presentes páginas, nos es preciso dividirlo en porciones para tratar cada una de ellas por separado, de la ideología correspondiente a cierto conjunto de conocimientos que fue, en etapas sucesivas, modelando sus conceptos y presándose al carácter evolutivo de su cerebro investigador, hasta armonizar de manera completa con aquellos principios fundamentales que, tanto en matemáticas como en el dominio de la Metéfica, son base y norma absolutas e indestructibles.

Para acertar en una crítica sensata, principiando por la porción filosófica de su obra, menester sería entrar en una prolija discusión a propósito de la influencia ejercida por las matemáticas sobre las especulaciones filosóficas, por cuanto el doctor Garavito ha comprendido la Filosofía como producto de las ciencias positivas, a la manera de Descartes y siguiendo la tradición de Leibnitz. Si prefiriéramos iniciar nuestro estudio por el aspecto económico de sus escritos, tendríamos que hacer la crítica de los viejos sistemas de Smith, de los fisiócratas, de Say, de Sismond y de cuantos edificaron la antigua Economía Política, pues las ideas fundamentales del doctor Garavito se apartan totalmente de las escuelas clásicas en la materia, disienten del mecanismo individualista de Spencer, y tampoco encajan en el espíritu radical de los economistas actuales. Así, pues, queriendo ser breves, debemos concretarnos a dar extensión a la parte relacionada con los problemas planteados por la evolución de las ciencias físicas, que han venido mezclando la hipótesis con los

conocimientos que se derivan de la lógica y de las leyes naturales y que, por tanto, se debaten hoy entre encontrados supuestos, sin acertar a dar con el sólido fundamento de que gozaron en tiempo de Eulero.

Los problemas sobre física matemática que ha resuelto luminosamente; el doctor Garavito fueron propuestos por Augusto Righi, profesor de la Universidad de Bolonia, y por el astrónomo David Gill, Director del Observatorio del Cabo. En un libro titulado *La théorie moderne de phenomenes physiques*, decía Righi, hablando del movimiento de los electrones en los tubos de Crookes: *Como todo hace creer que la carga eléctrica es siempre la misma para todos los electrones, es necesario suponer que su masa no es constante y que crece rápidamente con la velocidad, cuando esta velocidad se aproxima a la luz*. Este aserto, nacido de las experiencias de Kaufmann, repugnó al doctor Garavito, cuyo fino espíritu no se complace con la idea de masas variables en función de la velocidad y le obligó a escribir su opúsculo titulado: *Nota sobre la dinámica de los electrones*.

Para ocuparse del segundo problema, el Director del Observatorio de Bogotá tuvo en cuenta las siguientes observaciones del profesor Gill:

Cuando se trata de deducir el valor de la paralaje solar de los valores observados de la constante de la aberración de la luz, surge la siguiente cuestión: ¿se puede considerar como exacta la teoría generalmente aceptada de la aberración?

En la teoría de la emisión de la luz no habría duda, pero no creo que se pueda probar, en la teoría ondulatoria de la luz, que el seno del valor observado de la constante de la aberración sea verdaderamente idéntica a la relación entre la velocidad media de la tierra en su órbita y la velocidad de la luz, o que este seno no sea sino el término principal de una serie que exprese esta relación y cuyos otros términos nos son actualmente desconocidos.

Si esto es así, el deber de los astrónomos está claramente trazado: consiste en determinar la constante de la aberración con toda la exactitud posible; pero mientras los físicos no hayan probado la exactitud incontestable de la teoría de la aberración, la constante observada no debe emplearse en la deducción de otras constantes astronómicas'.

Sobre el tema propuesto por Gill ha escrito el doctor Garavito tres opúsculos, que en orden cronológico de su aparición llevan los títulos siguientes: *Teoría de la aberración de la luz; Nota sobre*

Óptica matemática y *La paradoja de la Óptica*. Estos tres folletos están destinados a demostrar, según lo expresa el autor;

1° Que la hipótesis del arrastre parcial del éter, esto es, dé un deslizamiento del éter, introducido por Fresnel para explicar el fenómeno de la aberración en la teoría ondulatoria, proviene de un error en la interpretación de la solución de la ecuación diferencial de propagación; 2° Que la verdadera solución de la ecuación diferencial de propagación, explica la aberración de acuerdo con las ideas de Bradley; 3° Que el principio de la menor acción asigna el mismo índice de refracción a todos los rayos luminosos, cualquiera que sea la velocidad relativa de la luz y de la tierra, siempre que admita, de acuerdo con los experimentos de Michelsen y con otros muchos fenómenos, el arrastre total del éter por la atmósfera de la tierra y por todos los medios transparentes, y 4° Que la experiencia de Fizeau, interpretada por la teoría mecánica de la refracción; demuestra el arrastre total del vehículo de la luz para el agua, poniéndose de manifiesto que el supuesto deslizamiento proviene del efecto debido al fenómeno de la aberración, con lo cual se ponen de acuerdo los experimentos de Fizeau y Michelsen.

Tratando de los métodos puestos en práctica por Thompson, Kaüffmann, Lenard, Becquerel y otros para determinar la velocidad de los electrones en los tubos de Crookes, dice Garavito:

Dos problemas se presentan en los movimientos a saber:

1° Dado el movimiento, hallar las fuerzas capaces de producirlo; 2° Dadas las fuerzas, hallar el movimiento. El primer problema condujo a Newton a descubrir la ley de la gravitación, como consecuencia de la ley de Képler. La fuerza se dedujo del movimiento mismo, es decir, tal como actúa sobre los planetas la ley de gravitación, como consecuencia de la ley de Képler. La fuerza y la gravedad; de esta manera se comprobó que la velocidad de que están animados los planetas no tienen influencia sensible sobre el valor de dicha fuerza. Conocida la fuerza, la mecánica celeste se ha ocupado del problema referente al movimiento de varios cuerpos que se atraen los unos a los otros, y es así como se ha restablecido la teoría de los movimientos planetarios. Pero no es eso todo: la mecánica celeste persigue algo más, y es precisamente el grado de exactitud que puede conferírsele a la ley de la gravitación, esto es, si ella basta por sí sola a explicar todas las perturbaciones, o si es necesario introducir algún pequeño término correctivo. Hasta ahora ella ha bastado, dado el grado actual de precisión en las observaciones astronómicas, pero es natural que dicha ley no sea perfecta; es natural que la velocidad de los planetas tenga alguna influencia, y que, además, haya alguna otra fuerza de acción, como la fuerza repulsiva de la luz, etc., cuyo efecto se haya escapado aún por ser muy pequeño en relación con el de la gravitación. Al tratar de

los movimientos de los electrones nos parece más fecundo el primer problema, como que se trata de una investigación en un asunto nuevo, en donde casi todo es desconocido. No sería muy difícil hallar la forma exacta de la trayectoria en cada caso¹ y aunque esto nos sería suficiente para determinar la ley de la fuerza, daría, sin embargo, mucha luz a este respecto. Pero el método que se emplea corresponde al segundo problema. Se ha supuesto conocida la fuerza en cada caso y se ha determinado el movimiento. Si éste concuerda con los hechos, la ley de la fuerza es correcta. ¿Qué se debe concluir si el movimiento previsto no coincide con el movimiento real?

Ciertamente el planteo del problema, como lo hace el doctor Garavito, es terminante, pues la experiencia de Kauffmann demuestra que la relación de la carga negativa del electrón y de su masa, disminuye rápidamente cuando la velocidad del electrón crece hasta aproximarse a la velocidad de la luz, y que, por tanto, ha habido una equivocación en el método empleado por los experimentadores, que han debido escoger, de los dos problemas a que da lugar el estudio de los movimientos, el primero, es decir: habiendo determinado el movimiento, hallar las fuerzas capaces de producirlo. Si así hubieran procedido, el acuerdo sería perfecto entre la Mecánica y la experiencia física.

Si tanto el problema planteado por Gil, como la dificultad que se le presentó a los físicos en la teoría de los electrones, hubieran dado lugar a revaluaciones de métodos y sistemas, es claro que la discusión propuesta por el doctor Garavito no tendría la inmensa trascendencia que hoy tiene; mas, como se ha procedido por saltos, edificando sobre hipótesis más o menos gratuitas, para acomodarse a ellas y poner los resultados experimentales de acuerdo con las teorías a priori, rompiendo con toda tradición clásica de la Mecánica, resulta que la tarea de quien ha logrado poner de acuerdo la teoría ondulatoria y el fenómeno de la aberración de la luz, por una parte, y las leyes del movimiento con las experiencias efectuadas sobre los rayos catódicos, por otra, es de una trascendencia incalculable. Esta tarea tiene la importancia filosófica que tuvo la obra de Newton, cuando se generalizó la atracción terrestre, o sea el peso de los cuerpos, a todo el espacio interplanetario. Entonces se echó el fundamento de la unidad científica en torno de la Mecánica, y pudo Kant maravillarse de la concordancia admirable, que existe entre las leyes de la lógica, que residen en el cerebro- humano y las leyes naturales que gobiernan los movimientos de los cuerpos

¹ En los cursos de Física experimental se indica cómo procedió Kauffmann para determinar la desviación de los rayos catódicos en el campo magnético y en otros eléctricos; pero no se dice cómo se debiera proceder para la determinación de varios puntos de la trayectoria. A nosotros se nos ha ocurrido el empleo de una pequeña pantalla fosforescente que se deslice con frotos suaves sobre las paredes del tubo de Crookes y que permita medir en una cuadrícula las ordenadas, en tanto que las abscisas se toman sobre una escala adherida al tubo. A todo el aparato, tubo y campo perturbador, se podrá hacer cambiar de la posición horizontal a la vertical para que se deslice la pantalla por efecto de la gravedad.

celestes. Esta concordancia le sugirió su sistema de los categóricos puros o moldes de la razón, y dio a Newton la certeza de que el espacio y el tiempo son absolutos y no una convención, y que las leyes de la Mecánica son tan absolutas como el tiempo y el espacio.

Para darnos cuenta de cómo entiende el doctor Garavito la importancia de su labor, oigámosle expresarse relativamente a la obra de la Física moderna:

Así como se han podido elaborar tres geometrías planas, igualmente irreprochables desde el punto de vista lógico, se ha creído posible elaborar otras mecánicas no newtonianas mediante las cuales se explique la contradicción de los experimentos de Fizeau y Michelsen, partiendo de la ley de Kauffmann, deducida por él de la interpretación de los fenómenos producidos en los rayos catódicos por los campos eléctricos y magnéticos.

Los principios fundamentales de esta nueva ciencia difieren totalmente de los de la hasta hoy clásica: la masa de los cuerpos varía con la velocidad hasta hacerse infinita para la velocidad de la luz; la inercia es selfinducción electromagnética; los cuerpos se contraen lateralmente al desalojarse, etc.

Tal mecánica era indudablemente la más ventajosa para su creador, Profesor A. Lorentz, pues con su auxilio podía salvar la famosa teoría electrodinámica. Sin embargo, la palabra ventajosa tiene una interpretación más relativa de la asignada en la filosofía científica moderna, pues la nueva ciencia no tuvo la brillante acogida que era de esperarse dado el espíritu innovador de la presente generación.

Se prepara hoy otra nueva mecánica debida a Einstein, fundada sobre el concepto de Minkowski, según la cual el tiempo es una cuarta dimensión del espacio; esta nueva mecánica tiene actualmente, según informes, muy buena acogida en Inglaterra.

Nada debe extrañar, pues, que se levanten dudas cada día más expresivas contra el movimiento de la tierra. Hoy estas dudas no nos vienen de las selvas; al contrario, son formuladas bajo la cúpula del Instituto de Francia por Mr. Alfred Capus, sucesor de Henri Poincaré en la Academia de la Lengua, quien dijo con referencia a su antecesor: «Voilà que quatre siècles après Copernic, un maître du savoir remarque qu'il n'existe nulle part dans l'espace un poste de l'intérieur duquel on puisse observer si réellement la Terre tourne, et que, par conséquent, cette affirmation: la Terre tourne, n'a aucun sens, puis qu'aucune expérience ne permettra jamais de la vérifier. Mais, la découverte de Copernic peut se résumer en ces mots: il est plus comode de supposer que la terre

tourne, parce qu'on exprime ainsi les lois de l'astronomie dans un langage plus simple». Y más lejos agrega: «Longtemps le Soleil nous a laissé croire que c'est lui qui montait à l'horizon; puis il nous a suggéré que c'était peut être la Terre que se tournait mollement vers lui, mais dans l'une et l'autre hypothèse il ne nous a mesuré ni la lumière ni la chaleur. Acceptons donc, comme la condition même de notre destinée, la vérité aproximative, et à peu près de l'observation».

La fecunda labor de la filosofía científica del ilustre profesor Poincaré está, pues, dando ya sus primeros frutos. Quizás él alcanzó a darse cuenta del inconveniente de expresar las conclusiones en el lenguaje no euclídeo, aunque hubiese razonado antes en lenguaje euclídeo.

Posteriormente a sus trabajos sobre óptica y electricidad, el doctor Garavito se ocupó de las llamadas Geometrías no euclídeas, que idearon Riemann y Lobatschffsky; y a las cuales dio carta de ciudadanía el profesor Poincaré en su libro La Ciencia y la Hipótesis. Este matemático creador de la nueva filosofía dice, hablando de la posibilidad de dichas Geometrías:

Si la Geometría de Lobatscheffsky es verdadera, la paralaje de una estrella muy lejana será finita; si es verdadera la de Riemann, será negativa. He aquí resultados que parecen accesibles a la experiencia, y se ha esperado que las observaciones astronómicas podrán permitir la elección entre las tres geometrías.

Pero lo que se llama línea recta en astronomía es sencillamente la trayectoria del rayo luminoso. Si, pues, lo que parece imposible, se llegaran a descubrir paralajes negativas, o a demostrar que todas las paralajes son superiores a cierto límite, se podría escoger entre dos conclusiones: podríamos renunciar a la Geometría euclídea o modificar las leyes de la Óptica, y admitir que la luz no se propaga rigurosamente en línea recta.

Inútil es añadir que todo el mundo conceptuaría esta solución como la más ventajosa.

La Geometría euclídea no tiene, pues, nada qué temer de nuevas experiencias.

A esto se permite observar el doctor Garavito:

Si la suma de los tres ángulos de un triángulo restilíneo es menor que dos rectos, la geometría verdadera es la de Lobatts- cheffsky; si es igual a dos rectos: la verdadera será la de Euclides, y finalmente si fuere mayor, sería la de Riemann. Esto considerándoles no como geometrías

esféricas, sino como geometrías planas, es admitir que la suma de los tres ángulos de un triángulo rectilíneo puede tener cualquier valor menor, igual o mayor que dos rectos. Esto supuesto, es evidente que la geometría improbable sería la de Euclides, puesto que dos rectos forman un número definido mientras hay infinidad de números mayores o menores.

Este argumento de lógica impecable no arredra al creador de la filosofía científica, puesto que la geometría euclídea nada tiene qué temer de las observaciones astronómicas, en lo cual tiene plena razón, puesto que no podemos trasladarnos a los otros astros a medir el tercer ángulo del triángulo.

¿Pero qué valor pueden tener conclusiones de las ciencias cuyas medidas se apoyan en la improbable geometría euclídea?

No podemos tener idea aproximada de la distancia a que se hallan los astros, ni tampoco de su tamaño, puesto que es más probable que la suma de los tres ángulos de un triángulo no sea igual a dos rectos, y la diferencia varía, además con el tamaño del triángulo.

La luna no está, o al menos no podemos saber que esté, a sesenta radios terrestres de distancia; en consecuencia la identidad entre la gravedad y la gravitación es falsa o puede serlo. Ahora bien, si la gravedad y la gravitación no fuesen idénticas, la gravitación se volvería una hipótesis acomodaticia, como las de uso moderno. Pero ¿qué digo? Dicha hipótesis estaría por demás, pues las leyes de Képler serían falsas, porque la determinación de las órbitas se funda en la Geometría euclídea.

Observemos la finísima ironía con que el astrónomo colombiano acoge las afirmaciones de Poincaré; ironía que vale la pena de considerar, si tenemos en cuenta que se trata de la lógica nueva, impuesta por los modernísimos métodos de raciocinio. ¿Será posible para un espíritu matemático la acepción de una Filosofía que se basa en la relatividad, cuando se da a ésta un alcance que echa por tierra los fundamentos de la mecánica racional? Como muy bien se echa de ver, el principio de la relatividad se acomoda a la concepción de espacios relativos geométricos, pero no encaja a los hechos observados por la experiencia al tratarse del espacio mecánico.

Pasemos ahora a la solución dada por el doctor Garavito al problema propuesto por las experiencias de Kauffmann, a que hicimos referencia atrás. Dice así el doctor Garavito en su folleto sobre la Dinámica de los electrones:

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

Basta, pues, la hipótesis de la discontinuidad de la fuerza, consecuencia directa de la discontinuidad de la materia, para explicar por qué razón la desviación de los rayos catódicos disminuye rápidamente cuando la velocidad se acerca a la de la luz.

Ciertamente poco se podría observar a la lógica de este raciocinio si las convenciones no entraran para nada en la interpretación que, da a los fenómenos el espíritu moderno de investigación. Mas como hoy se prefiere sustituir una hipótesis por otra, explicar una contradicción de teoría por medio de otra teoría y abandonar completamente la sencillez y el rigor de las demostraciones, sucede que a muchos parecerá demasiado simple la explicación del doctor Garavito, aun cuando esté enteramente de acuerdo con la idea metafísica de la estructura atómica y con las teorías de la propagación de los efectos mecánicos. Si la materia es discontinua ¿por qué no habrá de serlo la fuerza? ¿No estará esta hipótesis más de acuerdo con la Mecánica, sin repugnar al espíritu, ni contradecir la experiencia? ¿Será preferible, para explicar cómo la desviación de los rayos catódicos en un tubo de Crookes se anula para velocidades aproximadamente iguales a la de la luz, echar por tierra los fundamentos de la Mecánica?

Volviendo a la solución del problema propuesto por Gil y a la hipótesis del arrastre parcial del éter por la atmósfera, diremos que a la objeción hecha por Mr. Baillaud, director del Observatorio de París, respecto a la experiencia de Fizeau, respondió victoriosamente el doctor Garavito, haciendo notar que el pretendido deslizamiento que se creyó hallar en esta experiencia, no es otra cosa que el efecto de aberración, no computado por la teoría ondulatoria. En el sistema dióptrico usado por Fizeau (sistema en cuya interior se mueve rápidamente una corriente de agua), el fenómeno de la aberración presenta aparentemente el efecto de un arrastre parcial, sin que exista tal deslizamiento, sino, por el contrario, un arrastre total. La objeción fundamental que Mr. Baillaud puso al doctor Garavito respecto de su *Teoría de la aberración de la luz* gira exclusivamente alrededor de la célebre experiencia de Fizeau; mas, como el astrónomo de Bogotá demuestra el error cometido al interpretar esta experiencia y la pone enteramente de acuerdo con la de Michelsen, resulta que la opinión del Director del Observatorio de París está, prácticamente, en un

terreno favorable a las ideas del doctor Garavito. Estas ideas respecto al fenómeno de la aberración astronómica se condensan en las siguientes afirmaciones: *La única hipótesis sustantiva hecha a esta teoría se refiere a que la forma de la energía luminosa es cinética. En realidad de verdad deberá haber un cambio continuo y sucesivo de las dos formas cinética y potencial; pero estas dos formas deberán ser constantemente iguales, y todo pasa como si la energía fuese exclusivamente cinética, para el efecto de aplicar el teorema de la menor acción.*

Así, pues, se debe presentar esta cuestión independientemente de toda hipótesis adjetiva sobre la manera de ser del éter y sobre la naturaleza elástica o electromagnética de las fuerzas que entran en juego en la propagación de la luz. Solamente hay que considerar la ecuación diferencial de la propagación luminosa, ecuación de valor positivo en la Óptica. Es por la solución ilusoria (plano de la onda), que se ha dado a esta ecuación, y por la hipótesis de un medio continuo y gelatinoso, que se ha originado una de las paradojas más rebeldes que se han presentado a la ciencia.

Por la exposición que hemos hecho se deduce que la labor del doctor Garavito es esencialmente conservadora, pues, se presupone: 1º, la explicación de la aberración astronómica dentro, de; la Mecánica clásica, y de la Física experimental que ha comprobado la propagación ondulatoria según la teoría de Maxwell; 2º, la concordancia entre dos experimentos aparentemente en contradicción: el de Michelsen y el de Fizeau; 3º, la explicación satisfactoria del resultado contradictorio obtenido por Kauffmann, logrando con esto conservar en todo su vigor las ideas de espacio y tiempo absolutos; 4º, la refutación de las aseveraciones que dan un alcance mayor que el justo y racional al principio de la relatividad; y, 5º, la confirmación de las ideas de Newton, devolviendo su prestigio a la Geometría de Euclides.

Todo esto va directamente contra el nuevo edificio científico- filosófico levantado por Einstein y consagrado por la Royal Society de Londres. Oigamos a Einstein para darnos cuenta del mérito intrínseco del doctor Garavito. Dice éste matemático alemán:

Imaginémonos que la tierra ha desaparecido, y que en su lugar queda solamente una gran caja y que en esa caja hay un hombre flotando en el centro sin fuerza alguna que le lleve para uno y otro lado. Imaginémonos que la caja, por medio de una cuerda, o de otro medio cualquiera, sea súbitamente tirada en determinada dirección con lo que en física se llama movimiento diforme en oposición al movimiento uniforme. Es claro que el hombre pasaría inmediatamente al lado opuesto, pasando del centro en1 donde se halla; obedeciendo a algo semejante a la ley de la gravedad, sin

haber en realidad gravedad alguna, lo que prueba que el movimiento diforme produce en todo caso los mismos efectos de la gravedad.

He aplicado esta nueva idea a todas las clases de movimiento diforme y he desarrollado fórmulas matemáticas que dan resultados mucho más precisos que los que resultan de las fórmulas de Newton. Los fórmulas de Newton, son, empero, tan aproximadas, que no fue posible encontrar por observación diferencia alguna con la experiencia.

Hallé empero confirmación de mi teoría en un caso particular, con el movimiento del planeta Mercurio, que por mucho había desconcertado a los astrónomos.²

El problema ha quedado plenamente resuelto con mis fórmulas y así lo ha declarado solemnemente la Royal Society de Londres. Otra experiencia ha confirmado mi teoría. He logrado probar que los rayos de luz se desvían al pasar por el campo de la gravitación, y éste es un fenómeno que no se explica con la ley de Newton.

El último eclipse solar dio la prueba final y definitiva de mi teoría. Las observaciones que entonces se hicieron probaron que los rayos de las estrellas fijas que pasan cerca del sol, antes de llegar a la tierra se desvían en la proporción exacta fijada por mis fórmulas.³

Así, pues, se confirma mi teoría de que lo que se considera como efecto de la gravedad no es más que efecto del movimiento diforme. La comisión inglesa que hizo las observaciones en el último eclipse iba provista de los últimos y más perfectos aparatos. Sus cálculos, que confirman exactamente mi teoría, no admiten la menor duda.

Más adelante añade:

El término relatividad se refiere al tiempo y al espacio. Según Galileo y Newton, el tiempo y el espacio son entidades absolutas, y los sistemas que se mueven en el espacio dependen de este tiempo y de este espacio absoluto.

² A este tópico pensaba dedicar algún tiempo el doctor Garavito para demostrar que las anomalías en el movimiento de Mercurio pueden atribuirse a acción impulsiva de la luz, como se demuestra experimentalmente por medio de un polvo ligerísimo de licopodio que desciende de un tubo, donde se ha practicado el vacío.

³ Esta desviación puede atribuirse a efectos de refracción a través de la atmósfera solar.

Era esa la base de la Mecánica y las fórmulas que de ella resultaban para todos los movimientos lentos. Últimamente se ha descubierto que esa teoría no puede aplicarse a los movimientos rapidísimos que se observan en la electrodinámica.⁴

Esto sirvió de base para que el profesor irlandés Lorentz y yo desarrolláramos la teoría de la relatividad especial. Nuestra teoría prescinde en absoluto del tiempo, y del espacio como entidades absolutas y las hace relativas a sistemas que se mueven. Con esta teoría todos los fenómenos de la electrodinámica, así como los de la Mecánica, que eran irreductibles, según las antiguas fórmulas, quedan satisfactoriamente explicados.

Hasta ahora se creía que el tiempo y el espacio existían por sí mismos, aunque no hubiera más; ni cielo, ni tierra, ni planetas. También sabemos que el tiempo y el espacio no son la copa en que se encierra el universo, y que sin éste no existirían. Esta relatividad especial, que es la primera parte de mi sistema, se refiere en todo a los sistemas que se mueven con movimiento uniforme, es decir, en línea recta con igual velocidad. Gradualmente llegué a convencerme de que la teoría podrá aplicarse igualmente a toda clase de sistemas, aun de movimiento uniforme, y de ahí desarrollé la teoría de la relatividad general, que forma la segunda parte de mi sistema. Al referirse a la experiencia de Michelsen, que el doctor Garavito califica ingeniosamente de superflua, ya que a priori se habría podido decir su resultado, dice el célebre inventor de la Mecánica modernista:

El éter no existe. Ningún hombre de ciencia cree hoy en él, las experiencias de Michelsen son concluyentes. El movimiento de la tierra no produce efecto en lo que se llama éter.

Basta lo transcrito para darnos cuenta de cuán importante es formar escuela con las ideas del doctor Garavito y trabajar en el sentido de oponer a la comente de innovaciones peligrosas un dique seguro de sensatez. ¿Cuál será la suerte del espíritu humano cuando el principio de la relatividad asiente sus reales de manera definitiva en el fundamento de nuestros conocimientos? ¿No alzarán entonces los hombres un suntuoso templo a la Filosofía sentando a la Locura en sus umbrales, al decir donoso de Balmes? ¿No caerán entonces, uno por uno, los cimientos que sostienen a todas las ciencias positivas, para que venga la ruina universal y la humanidad sobreviva desconcertada a la catástrofe inquiriendo anhelosa en el vacío si la verdad es mentira engañosa, y si fie mil soluciones de un problema, la menos probable es la ver- federa? ¿Estaremos próximos

⁴ Se refiere a la experiencia de Kauffman.

entonces a la duda, como fundamento de certeza, y al caos como principio ordenador de los humanos conocimientos?

Ciertamente después de meditar en el alcance de las afirmaciones de «Einstein no habremos de admirarnos de que un literato vacile en aceptar la rotación de la tierra alrededor de un eje, ni un filósofo proponga como verificación de la paralaje la medida de los tres ángulos de un triángulo. Todo s'écoulé tres naturallen de los métodos de investigación que han dado carta de ciudadanía a las geometrías no euclídeas; que han supuesto el espacio y el tiempo como meras convenciones de nuestro espíritu; que han hecho del principio de la relatividad el fundamento de la nueva Mecánica y han llegado a sugerirnos que la masa de los cueras cambia con la velocidad. A todo esto debe oponerse el espíritu de los hombres de ciencia positiva, quienes están en la obligación moral de acoger trabajos, tales como los del doctor Garavito, que tiendan a desvanecer los sofismas científicos que han servido de base á esta labor destructora.

