

# LAS TABLAS DE LA LUNA Y EL SABIO COLOMBIANO

## JULIO GARAVITO A.

JULIO CARRIZOSA V.

Sólo hacia el fin de la vida, libre ya de las agobiadoras preocupaciones de la enseñanza, y cuando se comenzaba a reconocer en el país la gran obra científica del sabio colombiano, fue que se dedicó Garavito de lleno al desarrollo de las ecuaciones relativas a las tablas de la luna, su obra más importante como astrónomo, es decir la obra cumbre de su vida, ya que había dedicado toda la existencia al estudio, enseñanza y práctica de la astronomía.

La obra científica de Garavito ha sido expuesta y discutida en varias publicaciones y por científicos de nota. Jorge Alvarez Lleras, otra de nuestras lumbreras en la ciencia, Director que fue también del Observatorio Astronómico, se dedicó con fervor de amigo y discípulo del sabio al estudio y publicación de esta obra. Venciendo dificultades de toda índole, a pesar de que la publicación había sido ordenada por la Ley 128 de 1919, dictada en los postreros días de la vida del sabio, escogió y ordenó la obra inédita y aún la que había merecido una publicación, pero en forma tan escasa y defectuosa que más contribuía a obscurecer que a difundir y divulgar los escritos de Garavito. Fue así como vimos aparecer en la magnífica Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, sus principales escritos; aquellos que según juicio de Alvarez Lleras relievaban la personalidad del sabio como hombre de ciencia y genio matemático incomparable.

Sorprende, al recorrer las páginas de la colección de la Revista mencionada, la diversidad de los temas tratados por el ilustre astrónomo, sobre matemáticas puras, sobre física matemática, sobre astronomía, y aún sobre cuestiones económicas y sociales. Y sorprende más si se tiene en cuenta que en todos esos escritos hay siempre alguna idea original no obstante ser tan diversos los tópicos, y haber sido escogidos del inmenso acervo de sus escritos, donde aún duermen y esperan ser publicados muchos de ellos, no menos importantes, que jamás han visto la luz pública. ¡Y pensar que toda esa obra se debe a un hombre que murió a los 55 años, y que trabajó en medio de la incompreensión general, lejos de los grandes centros de cultura, en este nido de águilas, sin bibliotecas ni revistas!

La herencia de Garavito no ha sido recogida hasta ahora por nadie. Excepción hecha de su discípulo Alvarez Lleras, nos atrevemos a decir que nadie la ha aprovechado, ni mucho menos continuado. Garavito fue, pues, una eminente excepción

en su tiempo entre nosotros, y sigue siéndolo. Nuestra Universidad ha perfeccionado sin duda el sistema de producir profesionales en serie, pero de entre ellos no sale ningún científico. Nadie que pueda discutir o continuar esa vida ejemplar del hombre de ciencia que investiga por el solo placer de indagar en lo desconocido, movido por la sublime fruición de la búsqueda, sin ambición de lucro ni aún de honores, pues como Garavito mismo lo dijo en ocasión memorable: "Quien busca honores no encuentra la verdad".

*Publicaciones hechas hasta el presente.* — Jorge Alvarez Lleras, también hacia el final de su vida, acuciado por el afán de no dejar inédita la obra más importante del sabio, se dedicó a ordenar la relacionada con las tablas de la luna. Desde el Volumen V Nº 20 de dicha revista comenzaron a aparecer los apuntes de Garavito sobre este problema con un estudio del movimiento elíptico por el método de Jacobi. Al referirse a esta primera publicación decía el Dr. Alvarez:

"El capítulo de Mecánica Celeste que publicamos en el presente número y que estaba inédito en nuestro poder, puede considerarse como la introducción a los estudios de Garavito sobre el movimiento de la luna. A este punto volveremos, pues, cuando publiquemos su gran trabajo matemático, que también está inédito, y que significa un progreso definitivo en la solución del problema de los tres cuerpos. Entonces procuraremos dar una idea del proceso mecánico que ha llevado al conocimiento de la gravitación hasta sus últimos límites, empezando con Hansen y concluyendo con Newcomb, Delaunay, Hill, Brown y Garavito."

A esta publicación siguieron otras dos en los números 22 y 24 del Volumen VI. De éstas, la primera titulada "Tablas de la Luna" apenas sí tiene un interés secundario. Sobre la razón de esta publicación dice Alvarez Lleras:

"Damos a la luz en la presente entrega de esta publicación unos apuntes inéditos del sabio astrónomo colombiano, que no tienen importancia en sí, por cuanto no representan investigación efectiva, pero que son útiles para dar idea al lector colombiano interesado en conocer el proceso de la educación científica de Garavito, del desarrollo que en su mente tuvo el concepto matemático de un perfeccionamiento en la teoría de la mecánica lunar."

"Sin duda alguna, este proceso indica que Garavito, al pretender la realización de unas tablas de

la luna, se encontró con el hecho de que los sabios trabajos de Newcomb no podían considerarse como definitivos y que la Mecánica Celeste de Poincaré suministraba procedimientos de cálculo mucho más efectivos. Así se vio llevado a un análisis de fondo de este problema, para realizar la obra maestra de su genio matemático de acuerdo con la práctica de Poincaré y los trabajos últimos de Hill y Brown."

"Damos esta explicación, que parece necesaria, porque tal vez algunos lectores extranjerbs se pregunten la razón de ser de la publicación a que se hace referencia y que no habrán de encontrar de mérito sobresaliente ni de novedad efectiva. Cuando ellos tengan ocasión de leer en esta Revista el magistral estudio de Garavito que contiene las ecuaciones finales para elaborar unas tablas de la luna, que su autor habría dedicado a este trabajo si la muerte le hubiera dado tiempo para ello, sin duda alguna apreciarán la importancia relativa que tiene la publicación nombrada."

La segunda publicación se titula: "Fórmulas definitivas para el cálculo del movimiento de la luna por el método Hill-Brown, y con la notación usada por Henri Poincaré en el Tomo III de su curso de Mecánica Celeste."

Alvarez Lleras complementa la publicación anterior con varias notas que tienen por objeto como él mismo lo dice: "explicar a la mayoría de los lectores no familiarizados con los problemas referentes a la Astronomía de posición, en qué consiste el problema abocado por Garavito". Termina estas notas, que son de gran interés, y a las cuales nos referiremos detalladamente más adelante, con el siguiente concepto:

"Brevemente hemos tratado de exponer en estas notículas, las razones que tenemos para creer que las ecuaciones finales de Garavito para construir unas nuevas tablas de la luna, tienen una importancia capital, y constituyen su mayor contribución a la ciencia astronómica."

Por las palabras anteriores se comprende que esta segunda publicación forma ya parte del trabajo de Garavito sobre las tablas de la luna. Quienes esperábamos con ansiedad la publicación de obra tan importante recibimos, pues, con agradable sorpresa este primer escrito con el cual se iniciaba la etapa final de la publicación de la obra más trascendental del sabio colombiano. Nos aplicamos, por lo tanto, con empeño a su estudio esperando obtener con nuestro esfuerzo, modesto sin duda, alguna luz que nos permitiera decidir mediante la ayuda de otros mejor dotados, si fuere el caso de continuar aquella obra truncada en sus comienzos, aunque al parecer, según concepto de Alvarez Lleras, no tan al principio, ya que Garavito había alcanzado a establecer los desarrollos necesarios a partir de las ecuaciones fundamentales basadas en el método de Hill-Brown. Queríamos ser fieles a la memoria del sabio y trabajar para que su recuerdo no se extinguiera como el de tantos otros,

sin dejar rastro, sino reviviera en los trabajos de sus sucesores, y sirviera de estímulo o iniciativa en los jóvenes de hoy con vocación para servir a la verdad por el camino del saber científico. Por esto consideramos deber elemental contribuir a contestar esas pocas preguntas que están a flor de labio en todo colombiano culto: ¿Qué fue de la obra de Garavito? ¿Y las tablas de la luna? ¿Por qué no se publicaron? Respecto de las tablas de la luna yo me había preguntado además: Ya que es de todos sabido que la muerte interrumpió la magna obra de calcular numéricamente las tablas, ¿por qué no se publica el trabajo que les sirvió de fundamento? Quizás una vez allanado el camino e indicado el derrotero a seguir, no sería imposible que nuestros científicos se dedicaran a esta labor que más sería de paciencia que de ingenio matemático.

Esperamos, pues, con no disimulada impaciencia a que continuara la publicación aparecida en el número 24 del Volumen VI de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias, pero esperamos en vano. Apareció en Volumen VII con algunos trabajos ya conocidos y publicados de Garavito; pero de las tablas, nada. Nos dirigimos entonces al Dr. Alvarez Lleras, cuya precaria salud apenas sí le permitía asistir al Observatorio breves momentos, y oímos de sus labios una respuesta que nos dejó desconcertados: "No existen, dijo, manuscritos. Garavito no terminó los desarrollos del método de Hill-Brown." A pesar de tan autorizada opinión aún subsiste en nosotros la duda sobre el particular, pues al elaborar el índice de su obra, pocos meses después de muerto Garavito, comprobamos la existencia de un número allí señalado en el índice, de seis o más (no recordamos) grandes pliegos contentivos de los cálculos. Es verdad que no examinamos su contenido, pero, en todo caso pudimos apreciar superficialmente que el trabajo era mucho mayor que el publicado en el único escrito que hemos mencionado del N° 24 de la Revista de la Academia. No desesperamos de que estos manuscritos, si existen, aparezcan, pero entre tanto nos hemos permitido efectuar un estudio del trabajo en mención, único publicado hasta ahora, con el propósito de satisfacer a los siguientes interrogantes: ¿Qué fracción de la labor que se proponía realizar Garavito, consistente en desarrollar el método Hill-Brown, ha sido efectuada en dicho trabajo? ¿Con base en esa fracción sería posible llevar a término todo el desarrollo? ¿Y en caso de que esto sea posible, es aconsejable, se justificaría plantear en nuestro tiempo la elaboración de nuevas tablas de la luna, en substitución o como corrección de las hoy conocidas y en uso, de Hansen, Radau-Delaunay, Newcomb, o las más recientes de Brown?

*Algunos antecedentes históricos. — ¿Está aún vigente el problema del movimiento lunar? —* En la opinión de muchos científicos, la Astronomía es una ciencia que ha llegado a la perfección. Garavito participaba de esta idea la que expresa

en varios de sus escritos. En su trabajo sobre *Optica Matemática*, por ejemplo, se cuida bien de distinguir entre “las teorías hipotéticas de la Física, que no son sino teorías provisionales”, y la *Mecánica Celeste* que “está como la Geometría en el campo de las ciencias puras”. “Es injustificable —dice— la pretensión de los físicos modernos de conferir a sus teorías hipotéticas valor equiparable a las de la astronomía”. “El universo astronómico es, en efecto, más sencillo desde el punto de vista de la Mecánica, que el mundo molecular: todo es visible en el primero, todo es oculto en el segundo. La gran solidez que tiene la ciencia astronómica (“ya definitiva”, dice en otro lugar) consiste precisamente en la objetividad de la causa y del efecto. Le Verrier, por ejemplo, supuso que un nuevo planeta era el causante de las perturbaciones conocidas de Urano, calculó la posición de esa masa oculta, y la observación descubrió a Neptuno. La causa se hizo así visible. En física una verificación semejante es de todo punto imposible.”

A pesar de la aserción anterior, que es reflejo simplemente de la mentalidad científica de su época, no todo marchaba tan exactamente en el campo de la Astronomía, y entre los astros rebeldes, figuraba en primer término la luna, la que no acudía tan puntualmente como era de esperarse a la cita que le daban anticipadamente los astrónomos. Una vez, en efecto, que su movimiento se había encuadrado en tablas cuidadosamente hechas, al poco tiempo esas tablas ya no servían. Era lógico pensar, no obstante, que la sola ley de la gravitación universal debía explicar el movimiento lunar por complicado que fuera, y por eso la Academia de Ciencias de París ofreció un premio a las tablas de la luna que se presentaran en 1820 fundadas únicamente sobre la teoría de la gravitación universal. Hasta entonces las diferentes tablas lunares estaban fundadas, parte en la observación y parte en la teoría, como las tablas de Tobie Mayer (1760) que sirvieron por largo tiempo a los astrónomos con las correcciones que le fueron hechas por Bradley, Maskelyne y Masson (1787). Asimismo las tablas de Bürg (1806) quien contribuyó con sus observaciones a mejorar las anteriores bajo la dirección de Laplace. A su vez, nuevas observaciones permitieron el mejoramiento de las tablas de Bürg por Burckhardt, las que fueron adoptadas por la Oficina de Longitudes de París en 1816. Pero en todas estas tablas, de efímera duración relativamente, se puede decir que la observación primaba sobre la teoría, así que muchas de las correcciones eran enteramente empíricas. De ahí la importancia que la Academia de Ciencias de París concedió al problema de basar el movimiento lunar exclusivamente en las leyes de la gravitación universal, “sin tomar de la observación más datos que los necesarios para fijar los elementos del movimiento elíptico”. Ya Laplace, en el libro VII de la *Mecánica Celeste* (1799 a 1805) había probado la posibilidad

de esta solución teórica haciendo resaltar las grandes ventajas que podían obtenerse de ella. Por otra parte, las matemáticas, en los comienzos del siglo XIX, habían llegado a perfeccionar notablemente el instrumento del Cálculo, hasta el punto de que ya en 1801 Gauss, al publicar sus *Disquisitiones Arithmeticae*, inició el período reciente de las matemáticas modernas tal como los profesionales de hoy las entienden.

Al llamamiento de la Academia de Ciencias respondieron tres notables astrónomos: Damoiseau, francés, y Plana y Carlini, italianos, quienes presentaron al concurso dos trabajos igualmente notables, el uno de Damoiseau y el otro de Plana y Carlini. Entre tales trabajos se repartió el premio, pues ambos cumplían con las condiciones prescritas y conducían a resultados casi idénticos entre sí. Estos hombres de ciencia iniciaron, pues, la era que pudiéramos llamar Racional en el estudio del movimiento lunar, ya que la Academia de Ciencias consiguió con ellos lo que se proponía: demostrar que la gravitación universal es la causa única de las desigualdades que perturban el movimiento de la luna, y que es bien posible, sin tomar de la observación otros datos que los indispensables exigidos por el problema, formar tablas lunares suficientemente exactas para satisfacer a todas las exigencias de la práctica. Ambos trabajos sirvieron, en efecto, de fundamento a las respectivas tablas de la luna. Las de Damoiseau aparecieron en 1824 y en 1828, y las tablas basadas en la teoría de Plana fueron publicadas en Washington en 1853.

A los trabajos anteriores siguieron otros, pues bien pronto se notó que las tablas establecidas por Damoiseau y Plana presentaban serias discordancias con las observaciones cada vez más precisas del movimiento lunar; discordancias que iban en aumento. La causa de tales discordancias se atribuyó en primer lugar a errores inevitables de cálculo, dada la complicación de éstos y el número verdaderamente aterrador de operaciones en las cuales se empleaban varios años de intenso y continuado trabajo. En segundo lugar a la omisión de términos de variación secular debidos a causas no bien conocidas. Los astrónomos y matemáticos se aplicaron por tanto al estudio apasionante de esta cuestión, buscando en primer término métodos que condujeran a cálculos menos intrincados, y en segundo término a nuevos planteos, más generales, para evitar el dejar de lado esas acciones que con el correr de los años producían sensibles diferencias con las observaciones. Como resultado de todos estos trabajos cuya historia es por demás interesante (véase Tisserand Tomo III de la *Mecánica Celeste*), Poincaré, en sus lecciones de *Mecánica Celeste*, concluye: “Pero hoy se puede decir que no hay sino tres métodos que cuenten: el de Hansen, el de Delaunay y el de Hill-Brown. Este último fue el adoptado por Garavito quien pensó con Poincaré que por ser más directo que los otros permi-

tiría llevar la aproximación bastante más lejos que la obtenida en las tablas de Hansen y de Delaunay-Radau-Newcomb.

Garavito decidió, por tanto, acometer la magna tarea de desarrollar las ecuaciones y emprender el cálculo de las tablas por el método de Hill-Brown, no sabemos con precisión hacia qué año. Sin embargo, es probable que fuera hacia los años de 1907 o 1908 en que se publicaron las Lecciones de Mecánica Celeste de Poincaré, a las que se refiere en sus escritos, y cuya notación emplea. Sin embargo, hay que notar que Brown ya había comenzado en estos años a calcular sus tablas basadas en el mismo método, cuyo desarrollo completo fue publicado en las *Memoirs of the Royal Astronomical Society* durante los años de 1901 a 1908. Brown empleó veinte años en el cálculo propiamente dicho de las tablas, las que fueron impresas por Cambridge University Press y publicadas por Yale University en tres volúmenes en 1919, es decir, un año antes de la muerte de Garavito. Estas nuevas tablas de Brown adoptadas por el *Nautical Almanac* desde 1923 en substitución de las de Hansen, representan en total unos treinta años de trabajo y requirieron la escritura de más de cuatro millones de cifras, y más de cuatrocientos mil productos. Contienen además mil quinientos términos periódicos, o sea 5 veces más que en las tablas de Hansen, todos ellos excepto uno de los más importantes cuyo período es de dos siglos y medio, basados en la ley de la gravitación. Es de preguntarse, pues, después de tan descomunal trabajo si con estas tablas quedaron despejadas todas las incógnitas del movimiento lunar. Leamos lo que dice al respecto la Enciclopedia Británica en escrito de John Jackson, astrónomo del observatorio del Cabo de Buena Esperanza:

“Aunque las tablas de Brown presentan una más estrecha concordancia con las observaciones que las tablas anteriores, especialmente en los términos de período corto, la diferencia entre la teoría y la observación *aún sigue variando permanentemente de año en año*. Por sugestión de Brown su discípulo anterior, el Dr. W. J. Eckert revisó numéricamente las perturbaciones del sol en el movimiento de la luna y las encontró correctas. El cambio de la teoría Newtoniana a la teoría de la relatividad (como sucedió con Mercurio, anotamos nosotros) hace cambiar poco los cálculos, y ahora se acepta generalmente que la diferencia entre la teoría y la observación no puede explicarse por error en ninguna de las dos. La explicación generalmente aceptada es que las fluctuaciones irregulares en la velocidad de rotación de la tierra en su eje nos da una escala de medida del tiempo errada. Si esto es así, entonces los varios cuerpos celestes presentarían irregularidades semejantes en sus movimientos aparentes. El problema se complica por el hecho de que las irregularidades en la velocidad de rotación de la tierra puedan ser o no ser causadas por la misma

luna, pero las investigaciones llevadas a cabo por los principales astrónomos sobre irregularidades en los movimientos aparentes de la mayor parte de los planetas principales, particularmente de Mercurio y el Sol, tienden a confirmar la hipótesis de que la rotación irregular de la Tierra puede ser la causa principal de la aparente discordancia entre la teoría y la observación. No es posible fabricar relojes terrestres de la exactitud requerida para comprobar la uniformidad de la rotación terrestre, aunque tal cosa parece posible en un futuro no muy distante.”

La Enciclopedia termina con el siguiente concepto del mismo astrónomo autor del artículo: “Es improbable que alguien intente una nueva teoría de la luna en muchos años, así que las tablas de Brown corregidas si es necesario empíricamente, serán usadas durante todo el siglo XX”. De lo anterior se deduce que el enigma subsiste; que está aún vigente el problema del movimiento lunar y que hoy como hace sesenta años se puede exclamar con Tisserand al final de su obra monumental sobre la luna refiriéndose a la teoría de la gravitación: “Ella triunfará otra vez del nuevo obstáculo que se le presenta; pero falta por hacer algún bello descubrimiento!”

*¿Qué fracción del método de Hill-Brown alcanzó a desarrollar Garavito?* — Como decíamos, sólo disponemos de una publicación referente al desarrollo del método de Hill-Brown por Garavito; la que vio la luz en el N° 24 Volumen VI de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias con el título: “Fórmulas definitivas para el cálculo del movimiento de la luna por el método Hill-Brown y con la notación usada por Henri Poincaré en el tomo III de su curso de Mecánica Celeste.”

Este escrito que consta de cinco partes dedica las cuatro primeras al establecimiento de las ecuaciones de Hill para el estudio del fenómeno de la Variación Lunar; es decir los términos de grado cero y los que dependen solamente de la excentricidad lunar, pero son independiente de la inclinación del plano de la órbita lunar, de la paralaje y de la excentricidad solar. Como es sabido, la Variación es un fenómeno descubierto desde fines de la edad media por Tycho Brahe mediante el análisis de un número extraordinario de observaciones visuales hechas sin auxilio de telescopio alguno. Se debe a que la componente tangencial a la órbita lunar de la fuerza atractiva del sol, unas veces retarda y otras acelera su movimiento entre las sigigias. Hill estudia esta irregularidad como queda dicho, acogiendo la idea de Euler de comenzar con una primera solución basada en que la órbita de la luna coincida con la eclíptica, sin excentricidad, y la del sol sea circular. Garavito establece dichas ecuaciones con gran elegancia y concisión valiéndose de los versores que él prefería casi siempre en sus exposiciones de Mecánica Racional.

En la quinta y última parte del escrito en mención, Garavito, adopta con Poincaré un sistema más general de ecuaciones, reducibles a las de Hill mediante la identificación de dos parámetros, y siguiendo el derrotero aconsejado por Poincaré procede al desarrollo de la solución según las potencias crecientes del cuadrado de la relación del movimiento sideral del sol al movimiento sinódico de la luna (véase Poincaré *Theorie de la lune* pag. 23). Desgraciadamente este desarrollo está incompleto, pues sólo alcanza a establecer las fórmulas para obtener en función racional de  $p$  los coeficientes de  $\zeta^2$  y  $\zeta^{-2}$  en los desarrollos de  $u_1$  y de  $s_1$ , mas faltaría realizar estas mismas operaciones para obtener también los coeficientes de las relaciones  $m^4$ ,  $m^6$ ,  $m^8$ ,  $m^{10}$ ,  $m^{12}$ , etc., coeficientes que están dados por sistemas de ecuaciones diferenciales, lo cual supone un trabajo enorme y muy superior al ya realizado, con ser éste también de consideración según puede apreciarse al estudiar el escrito en referencia, pues aunque Garavito seguía a Hill y el método expuesto por Poincaré en su *Teoría de la luna*, Tomo II de sus *Lecciones de Mecánica Celeste*, el escrito del matemático francés es en extremo resumido y carece de todos los desarrollos de detalle. Se limita a señalar un derrotero pero le deja a la habilidad del calculista muchas particularidades que sólo pueden ser salvadas por un matemático de la capacidad de Garavito. A esta conclusión se llega cuando comparamos este escrito del sabio colombiano con el derrotero indicado por Poincaré en la obra citada. Es preciso, por lo tanto, concluir en que sólo para el cálculo de la Variación, faltaría por hacer un trabajo inmenso, y si a la Variación agregamos las demás desigualdades del movimiento lunar consideradas por Brown, como el movimiento del nodo, el del perigeo, etc., el trabajo sería gigantesco, y a nuestro modo de ver, salvo opiniones más ilustradas que las muy modestas nuestras, un trabajo inútil, pues ya ha sido efectuado por Brown en las tablas que hoy se aplican.

Esta opinión no quiere decir que hayamos llegado a la conclusión de que el movimiento lunar sea cuestión ya resuelta. Atrás dejamos establecido por autoridades en la materia que el problema sigue en pie. Hay un extraño residuo que cada año se acentúa más y más, y que no se cree poder eliminar con un cálculo más exacto, como lo pensó Newcomb desde 1872. La cuestión parece haber pasado a afectar otro departamento de la astronomía donde se estudia un problema tan importante o más que el de la luna: la medida del tiempo. "Las posiciones observadas de la luna, dice M. Danjon, Director del Observatorio de París, han sido cronometradas con la escala del tiempo que hoy llamamos *tiempo terrestre*. Supongamos que en un

instante dado, el reloj-tierra presenta un avance de treinta segundos; la luna parecerá en retardo sobre su órbita, siendo su longitud medida inferior en treinta segundos de tiempo, o sea aproximadamente quince segundos de arco, a la longitud obtenida por el cálculo del arco descrito por ella". "Y como esta inexactitud del reloj-tierra varía con el tiempo, el error aparente de las tablas de la luna variará lo mismo". Según este concepto tan autorizado, la exactitud alcanzada en la determinación del movimiento lunar hace de nuestro satélite un reloj mejor que el reloj-tierra, o sea el reloj-luna, aunque para decir verdad lo que sucede es que se está controlando al reloj-tierra con el llamado tiempo newtoniano; es decir, el tiempo que deja a salvo la teoría de la gravitación de Newton.

Al llegar aquí en este tan prolijo y desarticulado estudio, me atrevo a pensar que podríamos contestar ya con algún conocimiento a las preguntas formuladas atrás, de la manera siguiente:

¿Qué fracción de la labor que se proponía realizar Garavito, consistente en desarrollar el método de Hill-Brown, ha sido efectuada en dicho trabajo? Si no existen nuevos manuscritos de Garavito, podemos afirmar que en lo publicado apenas se inicia el estudio de la llamada Variación, pero faltaría terminar tal estudio y seguir con las demás desigualdades consideradas por Brown.

¿Con base en esa fracción sería posible llevar a término todo el desarrollo? Nos parece casi imposible y además inútil, pues dicho desarrollo ha sido ya realizado por Brown.

Y en el caso de que esto sea posible, ¿es aconsejable, se justificaría plantear en nuestro tiempo la elaboración de nuevas tablas de la luna, en sustitución, o como corrección de las hoy conocidas y en uso de Hansen, Radau-Delauney, Newcomb, o las más recientes de Brown? Hemos transcrito conceptos muy autorizados que consideran que la exactitud alcanzada en las tablas de Brown es suficiente en relación a la precisión de las observaciones actuales aunque convienen en que hay desigualdades cuya causa hay que buscar en la inexactitud del reloj-tierra. Corresponde a los astrónomos resolver hasta qué punto el fenómeno de las mareas, y demás que afectan el elipsoide de inercia de la tierra, pueden explicar estas discordancias, y hasta qué punto la cuestión depende todavía del famoso y nunca resuelto completamente problema de los tres cuerpos, cuya rigurosa integración, al decir de Poincaré, es manifiestamente imposible.

Bogotá, enero 28 de 1955.

Al Señor Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias, atentamente,

JULIO CARRIZOSA VALENZUELA