La atención primordial descansará en el teórico de Sol, no en el del eclipse de Luna. La prueba es tanto matemática como con fundamento ciertamente histórico. La autoría de ambos diagramas (en especial del teórico del Sol) se dejará en duda puesto que solamente sabemos que el capitán Juan de Céspedes, quien fuera gobernador de la Isla entre 1580 y 1581, comisionó a Juan Ponce de León y a Antonio de Santa Clara para que contestaran los capítulos de la Instrucción de 1577, pero no sabemos si fueron ellos mismos los que contestaron la de 1580. Aunque sabemos que Ponce de León fue el autor de una observación del eclipse de Luna de 1581, no podemos adjudicarle a él la autoría del otro diagrama puesto que ni él mismo menciona la observación de Sol.

"Estas tres rayas fueron las tres sombras de los tres días"

Para poder probar que la observación de Sol fue hecha desde una latitud compatible con la de Puerto Rico (la longitud será probada por el teórico del eclipse de Luna), tenemos que retroceder en las observaciones registradas en el diagrama, partiendo de lo que serían los resultados. Es decir, para efectos de esta demostración asumiremos que la observación fue consumada desde algún lugar cuya latitud ronde los 18° 28' (que concuerde con la de la cuidad de Puerto Rico), y mediante el proceso matemático obtener la medida angular correspondiente a la altura máxima del Sol, o punto del mediodía, que es lo más importante en todo este asunto. Para ello, utilizaremos la siguiente ecuación de altura[19]:

*sin*Alt = (*cos*LHA x *cos*ëª x *cos*ä) + (*sin*ëª x *sin*ä)

donde LHA representa el ángulo de la hora local (Local Hour Angle, por sus siglas en inglés), o punto máximo del Sol a mediodía; ëª será la latitud, decimalizada, del lugar en que se efectúa la observación (en nuestro caso, Puerto Rico); ä será la declinación, también decimalizada, del Sol a ese mediodía, y Alt equivaldrá a la altura del Sol. Al resultado de esta ecuación aplicaremos la operación del seno invertido ($\sin^{-1}$Alt), tal que obtengamos, finalmente, la medida de altura. Pero antes de proceder, tenemos que considerar varios datos importantes.

Todavía está vigente, para 1580 y 1581, el calendario juliano que introdujo Julio César en 46 AC, que en esta década del siglo XVI ya arrastraba una disparidad de 10 días en relación con la traslación terrestre[20]. Esta diferencia será corregida en el otoño de 1582, cuando el papa Gregorio XIII, después de consultar una comisión de astrónomos[21] nombrada por él para solucionar el problema, dispuso que el día que seguiría al 4 de octubre de ese año sería 15 de octubre. Esta medida fue adoptada enseguida por las naciones cristianas que abrazaban el catolicismo, incluyendo los reinos y dominios de España[22]. Esto significa que, si retrocedemos a la fecha del

---

observaciones de enviaran junto con las otras instrucciones —las de la *Memoria de Melgarejo*— que, además, datan del siguiente año. Tampoco podemos confirmar justamente que fuera incluido como parte de los anejos de la *Memoria de Melgarejo* porque Ponce sólo habla del eclipse de Luna.

[19] Esta ecuación fue obtenida de la edición para 1983 de Oswald M Watts (ed. emeritus) *Reed's Nautical Almanac and Coast Pilot. American East-Coast Edition*. London: Thomas Reed Publications, Ltd., 1983.

[20] "However, the calendar then in use was the Julian, introduced by Julius Ceasar in 46 BC, and this prescribed a leap year every fourth year, without exception. As the solar ('tropical') year is in fact some 11 minutes short of 365 ¼ days, by the later Middle Ages this error had accumulated to the point where the Spring equinos was ocurring several days before 21 March." Michael Hoskin (ed.), *The Cambridge Illustrated History of Astronomy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

[21] Esta comisión de astrónomos fue nombrada por el Papa Gregorio XIII en la década de 1570, y estuvo liderada por varias personalidades, entre ellas Christoph Clavius. J. L. Heilbron, *The Sun in the Church. Calendars as Solar Observatories*. Cambridge and London, Harvard University Press, 1999.

[22] Los ingleses esperaron hasta mediados del siglo XVIII para hacer la corrección, que para entonces era de 11 días de diferencia.

viernes, 2 de septiembre de 1580, es necesario añadirle 10 días para que corresponda al calendario actual. Así pues, cuando se dice "2 de septiembre" bajo el calendario juliano, esta diferencia haría que esa lectura correspondiera al 12 de septiembre en nuestros tiempos.

Para nuestro favor, 1580 es año bisiesto, y es aplicación práctica de los navegantes considerar (apoyados por evidencia empírica) que cada cuatro años —sobre todo, como en esta ocasión, si se trata de años bisiestos— se corrige la diferencia que en cada año se produce respecto a la posición del Sol[23]. Toda la matemática deriva y se valida, pues, del hecho de que estamos cuantificando una proporción similar de los días del año. Es por tal que es factible emplear unos valores correspondientes a 1996[24], que es año bisiesto en nuestros tiempos y, por lo tanto, corresponde —aproximadamente— a todos los años bisiestos a través de los siglos.

Utilizando las efemérides de 1996, y partiendo de que el 2 de septiembre sea el de 1580, habría que buscar cuál es la altura máxima del Sol desde el horizonte, y hacer la matemática correspondiente para el cenit, que es la que utiliza Ponce en su observación porque es la que se utiliza en astronomía para este tipo de medida. Pero antes de resolver la ecuación de altura, es necesario determinar el ángulo de la hora local (LHA) y el tránsito del Sol para el día señalado. Tomemos el 12 de septiembre de 1996, que coincidirá, como hemos dicho, con el 2 de septiembre de 1580.

EL LHA se obtiene de la siguiente ecuación:

LHA = GHA – ë°

donde GHA es el ángulo de la hora del meridiano de Greenwich y ë° es la longitud del lugar de observación, ambas decimalizadas.

El GHA, para el mediodía del 12 de septiembre de 1996 se obtiene de las tablas del Nautical Almanac.[25] A las 16 horas (h), tiempo universal (oficial)[26] —12h, tiempo local—:

$$\begin{aligned} \mathrm{GHA} &= 60^\circ\, 58.9' \\ &= 60.981667^\circ \end{aligned}$$

Esta forma decimalizada se consigue usando una calculadora de mano, o simplemente dividiendo los minutos entre 60 (y añadiéndoselos a los grados).

La longitud (ë°) de Puerto Rico es:

[23] El año natural contiene 365.242199 días, y cada cuatro años, para asegurar la posición del Sol, se le suma un día al calendario.

[24] Con las modificaciones que todos sabemos que ha sufrido tanto la oblicuidad del planeta como la aceleración y la distancia de la Luna, pero en grado tal que dentro de la cuantificación no demasiado precisa del tiempo, es tolerable este tipo de variación o error. Por lo tanto, el calendario de 1996 (el más cercano dentro del ciclo de 400 años que teníamos disponible), que es año bisiesto, se utiliza en este ejercicio en la esperanza de que, en algún momento alguien coteje los de 1980 y 1988, que serían más apropiados por cerrar un ciclo completo de 400 años. No obstante, adelantamos que, de todos modos, va a encontrar muy poca diferencia a pesar de la considerable distancia en tiempo de fines de siglo XX a fines de siglo XVI.

[25] Watts, *op. cit.*

[26] El tiempo universal (UT, por sus siglas en inglés) parte de la hora de Greenwich, y es la hora que se usa astronómicamente —de carácter internacional— excepto en pueblos chauvinistas como el norteamericano, cuyas revistas persisten en utilizar la hora particular de su región en vez del tiempo universal.) Esto, lo que permite es que en Puerto Rico, o en Oregon, o Hawaii o en la China podamos utilizar un mismo procedimiento sin confundirnos más de la cuenta.

ë° = 66° 07’
= 66.116667°

Por lo tanto,

LHA = GHA – ë°
= (60.981667° + 360°) – (66.116667°)
= 354.865°

En este último proceso, hemos sumado 360° a la medida del GHA con el propósito, práctico, de obtener un resultado con valor positivo, puesto que el valor del GHA es menor al de la longitud. Simplemente, hemos dado una segunda vuelta, por así decirlo, al círculo, y regresado al punto de origen. Matemáticamente, los resultados que se obtengan de unos cálculos que se efectúen de esta forma corresponderán necesariamente a los resultados obtenibles a partir de una sola vuelta[27].

De paso, convertimos esta medida angular en su equivalente en horas porque nos será de utilidad para un paso posterior. Para ello, dividimos el LHA entre 15. (La circunferencia terrestre, como toda circunferencia, cuenta con 360°. Dividiendo este valor entre 15 obtenemos los 24 meridianos, que son los que usamos para marcar el tiempo —las 24 horas que contiene un día.)

Asignamos la letra griega tau (ô) para esta hora:

ô = LHA ÷ 15
= 354.865° ÷ 15
= 23.657667h

El tránsito es el punto máximo alcanzado por el Sol, o cualquier otro cuerpo celeste, en un día dado desde un lugar determinado; o lo que es lo mismo: el instante cuando el Sol alcanza el meridiano el lugar (que, a su vez, señala la hora del mediodía natural). Por eso es que hablamos de las 10 a.m. (antes del meridiano) y de las 2 p.m. (pasado el meridiano).

El tránsito (T), pues, se obtendrá de la siguiente forma:

T = ã – ô

donde ã representa la hora a la que corresponde el GHA utilizado en el proceso de obtención del LHA, y ô representa el valor de dicho LHA, convertido en horas:

T = (16h + 24h) – (23.657667h)
= 16.342333h

Esta será la hora del tránsito del Sol el 12 de septiembre de 1996. Para expresarla en la forma normal, multiplíquese la parte decimal por 60. Esto nos dará las 16h 20.5m UT (12h 20.5m hora local). Ahora, sólo nos

[27] Estamos trabajando con ángulos de una circunferencia (la Tierra), y siempre que se le sumen 360° a cualquier ángulo de esta circunferencia no se estará alterando el ángulo representado. En este ejercicio, si el valor del GHA hubiese sido mayor que el valor de la longitud del lugar de observación, no hubiera sido necesario este procedimiento.

resta determinar la declinación del Sol, que es la tercera de las variables en la ecuación de altura que estamos aplicando. Ésta la podríamos obtener, como el GHA, de las tablas del *Nautical Almanac*, pero éstas únicamente ofrecen la declinación para horas específicas.

El tránsito del Sol que requerimos para nuestro procedimiento es el de las 16h20.5m aproximadamente. El *Nautical Almanac* nos ofrece la declinación del Sol para las 16h y 17h UT:

$$\text{ä}_{16} = 3^{o}\ 53.9' \qquad\qquad \text{ä}_{17} = 3^{o}\ 53.0'$$

$$\begin{aligned} \text{Ää} &= \text{ä}_{16} - \text{ä}_{17} \\ &= 3^{o}\ 53.9' - 3^{o}\ 53.0' \\ &= 0.9^{o} \end{aligned}$$

Este último número se lo multiplicamos a la parte decimal (que corresponde a los minutos) de la hora del tránsito:

$$0.9^{o} \text{ x } 0.342333\text{m} = 0.3080997\text{m}$$

Otra manera de haber hecho esto hubiese sido decimalizando los valores de los ángulos de declinación para cada hora; no obstante, obtendríamos los mismos resultados. Veamos:

$$\text{ä}_{16} = 3^{o}\ 53.9' = 3.8983333^{o} \qquad\qquad \text{ä}_{17} = 3^{o}\ 53.0' = 3.8833333^{o}$$

$$\begin{aligned} \text{Ää} &= \text{ä}_{1} - \text{ä}_{17} \\ &= 3.8983333^{o} - 3.8833333^{o} = 0.015^{o} \end{aligned}$$

Si multiplicamos este resultado por 60, obtenemos el valor anterior, en minutos:

$$0.015^{o} \text{ x } 60 = 0.9^{o}$$

Manteniéndonos en la misma línea (restando las partes correspondientes a los minutos: la parte decimal):

$$0.015^{o} \text{ x } 0.342333^{o} = 0.005134995^{o}$$

Y, finalmente, multiplicando este número por 60, para convertirlo en minutos:

$$0.005134995^{o} \text{ x } 60 = 0.3080997\text{m}$$

que es el mismo resultado del proceso anterior.

Seguido, se le restan estos minutos a la declinación del Sol a las 16h (mediodía, hora local):

ä = 3.8983333° – 0.005134995° (continuando con la forma decimalizada)
= 3.8931983°

Multiplicando la parte decimal por 60, nuevamente, convertimos este valor a grados y arcos de minuto: 3°53.6'. Así pues, al momento del tránsito (a las 16h20.5m), tal era la declinación del Sol. Obtenidas cada una de las variables necesarias para resolver la ecuación de altura, podemos proceder a calcular la altura del Sol para el 12 de septiembre de 1996.

*sin*Alt = [*cos*LHA x *cos*ëª x *cos*ä] + [*sin*ëª x *sin*ä]
= [*cos*(0) x *cos*(18.466667) x *cos*(3.8931983)] + [*sin*(18.466667) x *sin*(3.8931983)]
= [(1) x (0.948508) x (0.9976923)] + [(0.3167529) x (0.0678968)]
= (0.9463191) + (0.0215065)
= 0.9678256°

En este último proceso, el valor que se le ha asignado al LHA es cero. Por tradición, desde los tiempos de Hiparcos, se han señalado cuatro fechas como las fechas en que la ecuación de tiempo[28] es equivalente a, prácticamente, cero, y este valor coincide con el valor para el ángulo de la hora local. Brevemente, citando del libro *The Quest for Longitude*:

> Aparent solar time (time shown by the sundials) and mean solar time (time shown by the clock) agree only four times each year (on or about April 16th, June 14th, September 1st, and December 25th, varing slightly with the leap year cycle) and diverge at other times by as much as 15 minutes.[29]

Este argumento favorece la decisión del autor de este teórico para llevar a cabo la observación de Sol desde el miércoles, 31 de agosto al viernes, 2 de septiembre y no en otro momento del año; esto simplifica el cómputo de la ecuación de altura, pues habría una variable menos que calcular.

Ahora, usamos el seno invertido para obtener la altura:

sin^{-1}Alt = 0.9678256°
Alt = 75.426495°

Hasta aquí, hemos obtenido la altura del Sol, partiendo desde el horizonte. Para ajustarlo a una medida tomada desde el cenit, como habría hecho Ponce, restamos este valor a 90°, que es la medida del cenit de todo observador. Obtenemos, pues que:

á$_c$ = 90° – Alt

donde á$_c$ será la altura del Sol medida desde el cenit, y Alt seguirá siendo la altura desde el horizonte.

[28] La ecuación de tiempo es una expresión matemática que se toma en consideración para corregir la diferencia que producen la oblicuidad y la excentricidad de la órbita terrestre en relación al tiempo u hora media (promedio) local.

[29] *The Quest for Longitude*, Apéndice D, p. 396.

$$\text{á}_c = 90^\circ - 75.426495^\circ = 14.573505^\circ$$

Toda observación astronómica de este tipo, si quiere hacerse lo más precisa posible, debe considerar ciertos fenómenos atmosféricos y el diámetro aparente del Sol, que presenta un disco de, aproximadamente, medio grado, aunque varía dependiendo de la distancia a la que se encuentre de la Tierra en determinada época del año. Para la fecha del 12 de septiembre de 1996, el diámetro del Sol es de 0.53°, lo que significa que tenemos que sumar o restar esa medida, dependiendo de dónde haya partido la observación. Si es del cenit, la medida se toma desde el limbo superior del Sol, y, por lo tanto, se suma; partiendo del horizonte, se toma desde el limbo inferior, por lo que se resta. El observador de este evento debió partir del cenit (que es forma regular de hacerlo), así que los científicos del Consejo Real de Indias debieron haber sumado el diámetro. Nosotros, por llevar este procedimiento retrospectivamente (y partiendo del horizonte), debemos restarle dicho diámetro al resultado, tal que:

$$\text{á}_d = \text{á}_c - d_s$$

donde á será la altura del Sol luego de ajustar el diámetro aparente del astro a la medida, á_c es el ángulo de la altura del Sol tomada desde el cenit (cálculo anterior) y d_s es el valor del diámetro solar.

$$\text{á}_d = 14.573505^\circ - 0.53^\circ = 14.043505^\circ$$

Otro efecto común que hay que tomar en consideración es la refracción que causa la atmósfera terrestre.[30] Dicho índice, que también se obtiene de las tablas del *Nautical Almanac*, tiene un valor aproximado de 0.26 desde una altura promedio de 200 pies sobre el nivel del mar. Como en lo anterior, dependiendo de dónde parta la observación, se resta o se suma. El observador tuvo que haberlo sumado; nosotros, que partimos de los valores que corresponderían a una observación hecha desde el horizonte, tenemos que restarlo. Así, nuestro valor final, aproximadamente, estará dado por:

$$\text{á}_r = \text{á}_d - R$$

donde á_r será la altura del Sol, luego de hacer el ajuste de la refracción, y R será el índice de refracción.

$$\text{á}_r = 14.043505^\circ - 0.26 = 13.783505^\circ$$

El valor medido en el teórico del Sol es de 13.9° aproximadamente, por lo que la diferencia entre el valor calculado y el observado son extremadamente similares.

---

[30] Un tercer efecto que regularmente debe tomarse en cuenta es el llamado "dip" (cuyo valor sería de –13.7 a unos 200 pies de altura —altura media de la ciudad de Puerto Rico— para la fecha del 2 de septiembre). Al hacer los cómputos trigonométricos de la altura del Sol en tránsito, partimos del horizonte y, por lo tanto, hay que contar con el dip. Para una altura computada, habría que sumarle el dip para que, de esta manera, nos acerquemos a la altura que se observaría a esa elevación. Pero, si se parte del cenit, no hay que considerar el dip. En la recreación de la observación que estamos verificando, no debe sumarse el valor del dip, pues el cenit traza una línea vertical y recta, contrario al horizonte, que es una línea curva (porque observamos una esfera: el planeta). Sí debe restarse el dip de una lectura que parta del cierta elevación, pero no a una derivada de puros cómputos matemáticos

Los cálculos matemáticos prueban que las medidas tomadas por el observador autor del teórico de las observaciones de Sol se aproximan significativamente a los resultados de nuestros cómputos, que parten de la suposición de que, efectivamente, una de las observaciones se llevó a cabo el viernes, 2 de septiembre de 1580 desde algún lugar cuya latitud sea de 18°28', compatible con la de la ciudad de Puerto Rico. Tal aproximación alcanzada demuestra que la suposición es matemáticamente compatible, lo que nos lleva a concluir que, además, es verdadera. La minúscula diferencia entre ambas puede deberse a múltiples razones, entre las que podemos señalar el grado de incertidumbre inherente al instrumento utilizado para hacer la medida, variaciones geológicas que el lapso de cuatro siglos haya producido en los movimientos de la Tierra, o a errores introducidos por el equipo técnico utilizado en la ampliación del teórico para ajustarlo a unidades contemporáneas. Pero ante todo, debemos señalar que el autor de este diagrama está haciendo observaciones de la sombra de un objeto —el estilo—, según ésta se proyecta sobre un plano, y que su fuente de iluminación es el Sol, que no es un punto, sino un disco que cubre poco más de medio grado de cielo, y como tal su luz alcanzará al estilo desde distintos puntos de la estrella, lo que causa que la sombra proyectada no tenga unos límites perfectos, sino que presente una extensión. Aún así, la similitud entre ambas medidas evidencia, sobre todo, el cuidado el autor al tomar las medidas[31].

A pesar de la prueba que ofrecemos, también hemos mencionado que en la década de 1580 hubo otro eclipse de luna, en septiembre de 1588, que sí se produce dos días después de la fecha del viernes, 2 de septiembre de dicho año, coincidiendo, obviamente, con las directrices enviadas por el Consejo Real de Indias para la observación de un fenómeno similar de 1581. Aún cuando es enteramente imposible que unas observaciones de 1588 se enviaran a España junto a otra documentación en 1582, pensemos, por ejemplo, que, dada esta compatibilidad, las observaciones que se recogen en el diagrama de Sol respondan al viernes, 2 de septiembre de 1588 y no al de 1580. Por otra parte, es posible especular, igualmente, que este teórico de Sol no date de 1580 y que tampoco sea uno de los anejos originales de la *Memoria de Melgarejo*, sino que fuera realizado en alguna otra fecha (como el viernes, 2 de septiembre de 1588) y que su actual conexión con los demás documentos y anejos de la Memoria se deba a un error humano involuntario en los trabajos de catalogación de estos manuscritos posteriormente. Esta situación anularía nuestros resultados previos (aunque la prueba matemática es suficientemente clara), pues habremos producido unos cómputos cuyas variables descansan en conjeturas mal fundadas. Este acto se corroborará a continuación utilizando la misma prueba matemática si los nuevos resultados se aproximan a las lecturas del teórico de Sol.

En 1588 ya está vigente la reforma del calendario gregoriano, de manera que podemos utilizar para el siguiente procedimiento los datos obtenibles del Nautical Almanac para el 2 de septiembre de 1996.[32]

$$\begin{aligned} GHA &= 60^\circ\ 07.7' \\ &= 60.128333^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LHA &= GHA - \ddot{e}^\circ \\ &= (60.128333^\circ + 360^\circ) - (66.116667^\circ) \\ &= 354.01167^\circ \end{aligned}$$

[31] Para los procedimientos correspondientes al 10 de septiembre de 1996 (equivalente al 31 de agosto de 1580, véase el Apéndice B.

[32] Téngase en cuenta la discusión anterior sobre la correspondencia de los años bisiestos. Como ya está vigente la corrección del calendario gregoriano, no es necesario sumar la diferencia en días que fuera imprescindible para el procedimiento anterior.

ô = LHA ÷ 15
= 354.01167 ÷ 15
= 23.600778h

T = (16 + 24) – (23.600778h)
= 16.399222h

ä$_{16}$ = 7° 39.0’ ä$_{17}$ = 7° 38.0’

= 7.65° = 7.6333333°

Ää = ä$_{16}$ – ä$_{17}$
= 7.65° – 7.6333333°
= 0.0166667°

0.0166667° x 0.399222° = 0.0066537°

ä = 7.65° – 0.0066537°
= 7.6433463°
= 7° 15.0’

*sin*Alt = (*cos*LHA x *cos*ë^{a} x *cos*ä) + (*sin*ë^{a} x *sin*ä)
= [*cos*(0) x *cos*(18.466667) x *cos*(7.6433463)] + [*sin*(18.466667) x *sin*(7.6433463)]
= [(1) x (0.948508) x (0.9911152)] + [(0.3167529) x (0.1330062)]
= (0.9400807) + (0.0421301)
= 0.9822108

sin^{-1}Alt = 0.9822108°
Alt = 79.176647°

cenit: 90° – 79.176647° = 10.823353°
Sol: 10.823353° – 0.53° = 10.293353°
refracción: 10.293353° – 0.2666666 = 10.026686°

medida calculada: 10.0° **medida observada:** ≈13.9°

Como se aprecia por los resultados de este nuevo análisis, la gran diferencia que hay entre la medida calculada y la medida observada hace matemáticamente imposible que la observación se haya producido en 1588, siendo otro apoyo a la primera figuración. Esto, además, certifica y demuestra que la observación tuvo que haberse efectuado precisamente el viernes, 2 de septiembre de 1580, puesto que, para cualquier otro día, inclusive para el mismo año, los resultados serán necesariamente distintos[33].

Si esta observación se hace el 2 de septiembre no es porque sea 3 días antes del eclipse (fenómeno que, de todas maneras, no se produce en esa fecha en 1580), sino porque en dichos días la observación del Sol no se afecta por la ecuación de tiempo, simplificando los cómputos. También pudo haberse hecho cerca del 2 de septiembre porque en julio esas determinaciones se hacen extremadamente difíciles en latitudes bajas, como es el caso de Puerto Rico.

De todas maneras, el hecho de que concuerde o no la ecuación de tiempo nos es totalmente inconsecuente porque no vamos, dada la escasez de información que hay en el teórico de Sol, a entrar en especulaciones sobre el instrumento que se utilizó para esa observación (de haber sido distinto a lo que explicaba la instrucción de 1580), ni sobre otras rayas o marcas aparte de las del punto de mediodía, que son sencillas, comprobables, tradicionales y utilizadas desde tiempo antiguo (todavía en la navegación y en la observación en tierra contemporáneas) para determinar latitud. Esta determinación tampoco depende de que tengamos un cronómetro a la mano: cuando el Sol llegue a su punto más alto, ése será exactamente el mediodía; y por ahí cruzará el meridiano. Así es como se hace en el mar, y así es como se trazaban los meridianos tradicionalmente en la astronomía aplicada a la latitud. El meridiano de cada lugar era el punto donde el Sol, precisamente, estaba en su punto más alto al mediodía.

Aquí llegó la sombra cuando se comenzó a clisar la Luna

El problema de la observación del eclipse de luna, aunque intenta resolver un problema geográfico más complejo (aunque de cómputos más sencillos) no presenta mucha dificultad respecto a la fecha en que se produce porque estamos trabajando con un fenómeno astronómico de poca frecuencia: un eclipse total de Luna. No así el lugar desde donde se registra. Su procedencia se pone en duda, principalmente, por carecer de las identificaciones de fecha, lugar y testigos que debían incluirse en el teórico. De la contestación al capítulo sexto de la Memoria de Melgarejo se desprende que dicho diagrama debería corresponder al observado por Juan Ponce de León y compañía en la noche del 15 de julio de 1581; más aún: la instrucción de 1580 tenían como objetivo expresamente este evento. El proceso matemático que llevamos a cabo a continuación se hace con el propósito de comprobar que el teórico corresponde a una longitud de 66° norte, compatible con la de Puerto Rico (y, por lo tanto, que es posible que sea el de Ponce).

Evidentemente, la observación del eclipse de Luna queda animada hacia la longitud porque desde la antigüedad estos fenómenos astronómicos se han usado para tales propósitos: se mide la distancia angular, partiendo del meridiano de un lugar en el momento cuando comienza el eclipse (generalmente, la fase umbral). Esa distancia, luego, se compara con la distancia angular de otro punto diferente en longitud, usualmente referido como *punto fijo*, y restando o sumando uno del otro (dependiendo de a qué lado queda uno de los lugares respecto al meridiano del otro), se obtiene la distancia en grados. Esta diferencia se suma o se resta de la longitud inicial (dependiendo a qué lado del meridiano nos traslademos) para obtener la longitud de la segunda localidad. Por lo tanto, como el eclipse comienza al mismo instante para todo el hemisferio desde donde será visible[34], si se conoce la posición de Madrid o de Sevilla (que serían lugares pertinentes, a este caso, en la península

[33] Es posible imaginar que la observación sí haya sido hecha el viernes, 2 de septiembre de 1588 (aún cuando no tenemos evidencia al respecto), y que la altura fuese, efectivamente, 13.9°. En ese caso, esta observación no hubiese sido hecha desde Puerto Rico, sino de algún otro lugar, puesto que para dicho día, la medida esperada de la altura debería ser, justamente, cerca de 10°.

[34] Por eso es que en unos lugares, la Luna saldrá antes de comenzar el eclipse, mientras que en otro —en longitudes al oeste del primero— la Luna podría salir comenzando el eclipse, avanzado o en sus últimas etapas.