

FUERZAS QUE INTERVIENEN EN LOS MOVIMIENTOS DEL PÉNDULO DE FOUCAULT

EL EFECTO ALLAIS EN EL ECLIPSE DE SOL DE 3 DE NOVIEMBRE DE 2013

Autor: Angel González Hernández

© *Angel González Hernández*

Registro Territorial de la Propiedad Intelectual de Madrid

Extracto

En este trabajo de investigación se muestran las causas físicas que actúan sobre el oscilar de un péndulo, incluyendo aquellas que le obligan a realizar su desplazamiento circular conocido como “La rotación del péndulo de Foucault” Tanto el estudio previo, como las pruebas que le siguen, confirman que en esa rotación no aparece en absoluto la llamada “Fuerza de Coriolis”. Así mismo, también se demuestra que la ecuación establecida para calcular la velocidad de la oscilación del péndulo es incorrecta, sin que ello afecte a la ley del periodo del péndulo. Las pruebas realizadas en la Universidad de Granada confirman que la velocidad de oscilación del péndulo, que hasta la fecha se creía simétrica entre un lado de la oscilación y su opuesto, no lo es, ya que, en cada hemisferio el péndulo es más rápido al llegar al extremo de la oscilación que esté más cerca del ecuador. Esas diferencias de velocidad pueden llegar a ser de hasta un 25% entre un extremo y su opuesto de una oscilación simple, circunstancia, que ayudada por la rotación del planeta, es la verdadera causa de la rotación del péndulo. Se demuestra también, que esas diferencias en la velocidad están causadas por las diferencias de la masa planetaria que tiene el péndulo a cada lado, norte y sur, de su localización.

Gracias al trabajo de investigación que aquí se presenta, durante el eclipse de Sol del pasado 3 de Noviembre de 2103 pude conseguir que se produjeran de nuevo varias anomalías del péndulo, conocidas como “El efecto Allais” circunstancia, que, hasta la fecha, nunca había podido ser filmada o grabada en vídeo. Esas experiencias ya han sido reconocidas por la Fundación Allais.

FUERZAS QUE INTERVIENEN EN LOS MOVIMIENTOS DEL PÉNDULO DE FOUCAULT

Las características de la rotación del péndulo son muy peculiares. La 1ª de ellas es que mientras oscila va cambiando de posición continuamente, y si es estimulado magnéticamente, consigue trazar una rotación de 360° alrededor del plano sobre el que oscila. La 2ª es que esta rotación adquiere sentidos diferentes según el hemisferio en que se encuentre, siendo favorable al de las agujas del reloj en el Hemisferio Norte y desfavorable en el Hemisferio Sur. La 3ª es que la completa en diferentes tiempos según la distancia al ecuador, siendo menor cuanto más alejado esté, aunque eso no significa que oscila más deprisa. La 4ª es que en el ecuador no realiza la rotación, y la 5ª es que en los polos tampoco lo hace, siendo el planeta, en este caso, el que completa una vuelta cada 24 horas alrededor del péndulo. Está aceptado que en la rotación del péndulo interviene la llamada "Fuerza de Coriolis" y aunque sabemos que gracias a ella, Leon Foucault demostró la rotación de la Tierra, el conocimiento íntimo de las fuerzas que le obligan a ese comportamiento está lejos de haberse concluido. Un ejemplo de ello lo demuestra el hecho de que una extraña anomalía del péndulo, detectada por el francés Maurice Allais -que desde entonces lleva su nombre- fue descubierta mientras realizaba pruebas tratando de ver si en su rotación tenía alguna influencia el magnetismo terrestre. La dificultad de su estudio radica en que hasta la fecha ha resultado muy difícil distinguir los movimientos tan ajustados que hay entre una oscilación del péndulo y la siguiente.

Antecedentes

Poco hay escrito en los anales históricos que se refieran a investigaciones básicas sobre el péndulo, lo más cercano que se puedan calificar como publicaciones modernas del último siglo está relacionado con el llamado "Efecto Allais"

Fue Maurice Allais el primero que observó una desviación anómala de un péndulo mientras sucedían 2 eclipses totales de Sol, el primero fue el 30 de junio de 1954 y el segundo, el 2 de octubre de 1959. En ambos casos Allais informó de desvíos máximos de entre 13 y 14°. Es decir, que bruscamente, el péndulo cambiaba su pausado oscilar y se desplazaba varios grados inesperadamente. Esto escribió Allais en su primer artículo.

"Una perturbación notable se ha observado en el momento del eclipse solar total -30 de junio 1954- que no puede considerarse como debido a los disturbios de orden aleatorio [oportunidad] " Tampoco puede considerarse como producto de una influencia indirecta de factores conocidos (temperatura, presión, magnetismo, etc.). Por último, no puede

ser identificado con efectos luni-solares (sic) periódicos resultantes de la teoría de la gravitación real

"..-Maurice Allais, 1959, del abstracto de su artículo publicado en Aero/Space Engineering. Sep 1959 [1]

No se tomaron en cuenta sus observaciones hasta que gracias al apoyo de Wernher Von Braun, la NASA publicó un artículo en el que exponía sus experiencias en ambos eclipses [2]

A partir de entonces han sido numerosos los intentos de observar anomalías del péndulo en el transcurso de eclipses, pero con resultados muy poco convincentes. Uno de los más conocidos se hizo en 1999, donde por iniciativa de la NASA, David Noever coordinó un grupo de físicos de 4 continentes [3] durante el eclipse de Sol del 1 de Agosto de aquel año. Las conclusiones de aquellas observaciones tampoco debieron ser satisfactorias, puesto que Noever decidió no publicar conclusión alguna a pesar de la expectación que dicha iniciativa había generado. Posteriormente han sido informadas anomalías en péndulos durante otros eclipses, entre ellos, D.C. Mishra [4] Qian-shen Wang, Xin-she Yang [5] Mihaila y otros [6] D. Olenici y otros [7] y T. Goodey y otros [8] todos ellos citando desvíos inapreciables o pequeños cambios en la velocidad de sus oscilaciones.

Con relación al “Efecto Allais” al final de este escrito se exponen los resultados que obtuve en la Isla de Sal el pasado 3 de Noviembre de 2013 y se explica la forma en que se pueden obtener desvíos del péndulo durante los eclipses de Sol, adjuntándose el enlace de un vídeo en el que se observan las importantes desviaciones que tuvo el péndulo durante aquel eclipse híbrido.

Influencia de la gravedad sobre el péndulo

En coherencia con las leyes de gravedad expresadas por Newton, se tiene la certeza de que la influencia de la gravedad sobre el péndulo se ejerce desde el centro de la Tierra. Dichas leyes dictaminan que todo aquello que está sujeto a la gravedad es influido de esa forma por la masa de un planeta. Sin ánimo de llevar la contraria al insigne hombre de ciencia que fue Newton, en este escrito se demuestra que el péndulo escapa a las condiciones generales que afectan al resto de los objetos a los que afecte la gravedad de un planeta.

Movimientos del péndulo en relación al plano sobre el que oscila

Está comúnmente aceptado que los movimientos que describe el péndulo son de tipo elipsoide, conclusión a la que se llega a partir de las ecuaciones en las que se calculan sus trayectorias, por lo que todas ellas resultan ser iguales para un mismo hemisferio. La oscilación de un péndulo situado en el Hemisferio Norte se escenifica en la conocida forma que se muestra en la figura 1. En el Hemisferio Sur el sentido de rotación es inverso.

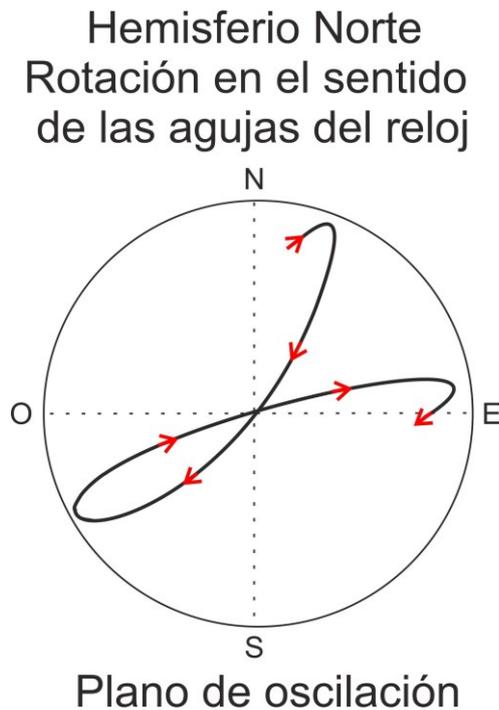


Figura 1. Trayectorias con las que tradicionalmente se muestra la oscilación del péndulo. El dibujo está exagerado en tamaño, pero es la forma en que se representa, ya que a su magnitud real es imposible dibujarlo.

Para conocer las particularidades de sus movimientos es oportuno comenzar recordando que cada vez que realice una oscilación, el péndulo empieza y termina su trayectoria en cada uno de los 2 semicírculos Norte y Sur del plano sobre el que oscila, y a su vez, empieza y termina esa misma oscilación en cada uno de los 2 semicírculos Este y Oeste de ese mismo plano, según se muestra en la figura 2

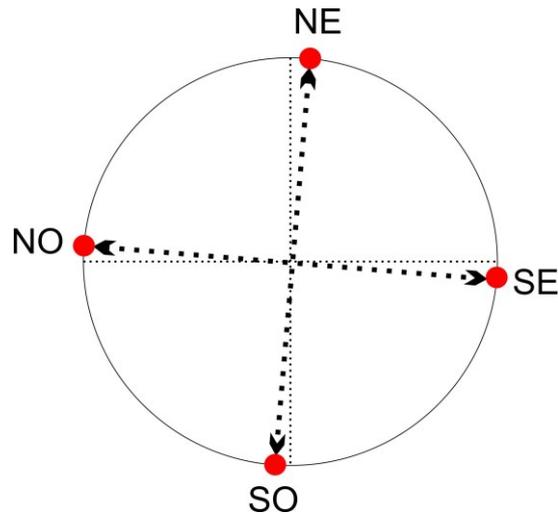


Figura 2

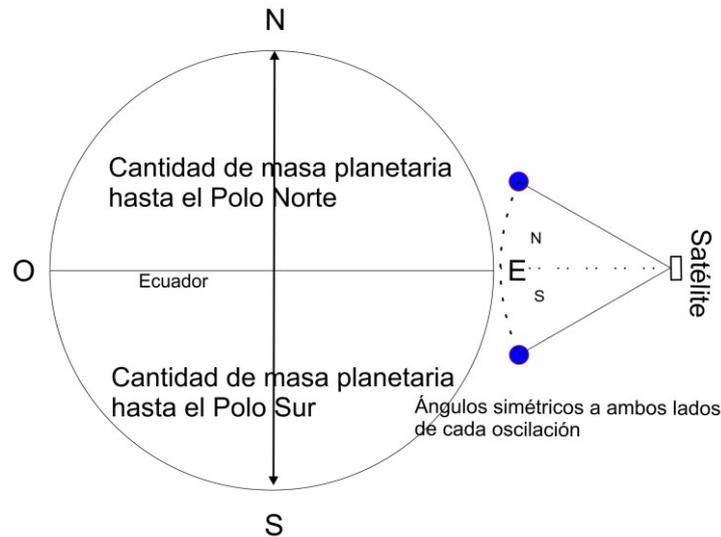
Si el péndulo oscila de Norte a Sur, en uno de esos 2 lados ocupará el semicírculo del lado Este y en el otro lado ocupará el del lado Oeste. Debido a la naturaleza de su continuo rotar, nunca se estabiliza sobre una línea ideal de oscilación (excepto si está en el ecuador o en los polos)

Un modo de conocer la forma en que la gravedad y la rotación del planeta afectan al péndulo se aprecia contemplando la siguiente hipótesis.

Hipótesis de un péndulo gigante

Supongamos un péndulo cuyo cable tiene un tamaño aproximado de 10.000 km el cual está suspendido de un satélite geoestacionario situado sobre el ecuador. Considerando que en posición estática la esfera del péndulo apuntaría al centro de la tierra, la imagen que podría verse en una oscilación de Norte - Sur se acercaría mucho a la que se muestra en la figura 3

Hipótesis de oscilación en el ecuador

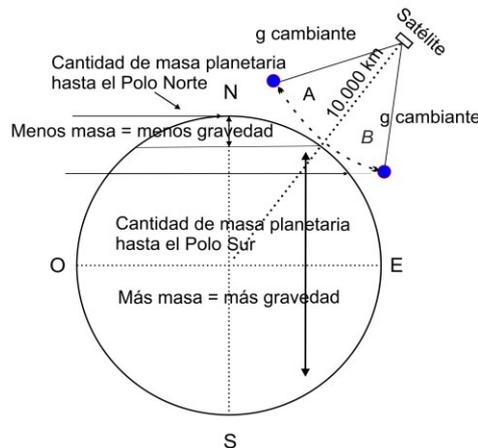


Un péndulo situado en el ecuador oscila siempre bajo la influencia de la gravedad de 2 masas planetarias de la misma magnitud, tanto si oscila entre el Norte y el Sur, como si lo hace entre el Este y Oeste. En este segundo caso lo hace en cualquier latitud puesto que los meridianos dividen al planeta en 2 partes simétricas.

Figura 3

Si al péndulo de esta hipótesis se le obliga a oscilar soltándole desde el lado sur en dirección norte, los ángulos que formaría con el centro de su oscilación serían simétricos puesto que a cada lado de sus oscilaciones le afectaría la misma cantidad de masa planetaria. Supongamos ahora que ese satélite se desplaza a una latitud del Hemisferio Norte cuya distancia al Polo es de 4.000 km, por ejemplo. Si se le pone a oscilar de la misma forma que en el ecuador, la lógica no permite aceptar que los ángulos que forme con sus oscilaciones sigan siendo simétricos. Se comprende fácilmente que en su límite del lado norte sobrepasaría el planeta y que al volver al lado sur la masa planetaria que le atraería sería la del total del planeta, circunstancia, que en el camino opuesto se invertiría ya que yendo hacia el norte tendría una cantidad de masa mucho menor que la tuvo al ir hacia el sur. Debido a su cambio de latitud permanente las masas planetarias que le afectasen irían cambiando de magnitud a cada instante de sus oscilaciones, tanto si va hacia el norte, como si lo hace hacia el sur. La figura 4 muestra gráficamente lo que sucedería en esas circunstancias.

En este supuesto se ve fácilmente que al salir desde el lado sur, el péndulo se dirige hacia una masa del planeta más pequeña a cada instante que la que va dejando atrás, circunstancia que se invierte cuando sale desde el lado norte. Esto significa que cuando oscila hacia el norte, el péndulo se dirige hacia posiciones de menor gravedad que cuando se dirige hacia el sur, y viceversa, cuando se dirige hacia el sur se desplaza hacia posiciones de mayor gravedad que las que va dejando atrás. Puesto que la oscilación es consecuencia de la influencia de varias fuerzas, se concluye fácilmente, que mientras el péndulo oscila, la gravedad que le afecta no es solo la que le atrae hacia el centro del planeta, sino que, junto a ella y la inercial, conviven otras fuerzas de gravedad de intensidad variable.



Si las masas que le afectan al oscilar son de intensidad variable, la g también lo será. Esto significa que aunque las leyes del péndulo declaren que el periodo de oscilación de un péndulo es inmutable, su velocidad no puede ser constante.

Figura 4

Puesto que el cambio de magnitudes no interfiere en la física que les afecta, cualquier otro péndulo, de cualquier tamaño y situado en cualquier lugar, estará sujeto a las mismas condiciones variables de gravedad que el péndulo de la hipótesis, que como se ve, está relacionado con su posición en latitud; tanto de la que se halle, como de la que tenga en cada momento de sus oscilaciones.

Probablemente se piense que en una distancia tan pequeña, como es la de la oscilación de un péndulo, la diferencia de masa planetaria situada a su lado norte respecto de la de su lado sur pueda parecer despreciable, pero si se reflexiona sobre el peso que puede tener 1 m de latitud cortado en rodaja de la esfera terrestre, tal vez no se vea tan despreciable su influencia, sumada, y a la vez restada, en un lado respecto del otro de una masa oscilante.

Esto significa que el péndulo es afectado por masas que continuamente cambian su magnitud, por lo que, por ejemplo en el Hemisferio Norte, siempre tendrá a su lado sur una

masa de mayor tamaño que la que le queda a su lado norte; esta masa influirá sobre péndulo en mayor medida que la situada a su lado norte y su magnitud estará relacionada con la latitud en la que se encuentre y con el sentido que tengan sus oscilaciones. Esto último es así, puesto que el menor cambio que se produzca en su orientación, significa otros en su latitud.

Sin olvidar las leyes del péndulo, la primera consecuencia de lo anterior obliga a concluir que si el péndulo no está sujeto al mismo tipo de fuerzas en cada instante de sus oscilaciones, su velocidad ha de ser diferente en relación a la latitud y al sentido que cada una de ellas tenga, es más, debe ser diferente incluso por pequeños tramos dentro de una misma oscilación; consecuentemente, la ecuación que se utiliza para el cálculo de la velocidad del péndulo en tramos pequeños es errónea puesto que se utiliza una g constante como parte de ella. Para calcular la velocidad de oscilación del péndulo se utiliza la siguiente ecuación cuya g tiene el valor de 9,8 m/s

$$T \approx 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

Teniendo en cuenta lo dicho hasta este punto, si la g es variable, esa ecuación es errónea. Más adelante se presentan pruebas de que, efectivamente, la g que afecta al péndulo es de magnitud variable (en realidad, las fuerzas g, como a continuación se verá)

De esto último no puede haber duda, puesto que si la velocidad de la caída de un cuerpo está en relación a la magnitud de la g que le afecte, modificándose la masa responsable de esa g, también lo hará la constante de su influencia.

Siendo lo anterior completamente lógico, esa variable velocidad estaría en contradicción con las leyes del péndulo, puesto que en ellas queda establecido que los periodos de sus oscilaciones son siempre iguales independientemente del ángulo que tenga al oscilar. Las pruebas que se presentan un poco más adelante demuestran que ambas circunstancias coexisten en cada una de las oscilaciones de un péndulo, las diferencias de velocidad por tramos y la ley del periodo del péndulo.

Desplazamiento hacia el Este del péndulo

Si, adicionalmente, al satélite de la hipótesis se le desplaza hacia el Este de forma continua (es decir, rotando alrededor del eje planetario como hace el planeta) se plantean otras 2 cuestiones importantes. La primera, es conocer de qué forma le afectaría al péndulo ese

desplazamiento, y por extensión, de qué forma le afecta la rotación del planeta a cualquier otro péndulo.

Resulta obvio que el satélite arrastraría al péndulo desde la parte en que está suspendido y que esa zona recorrería una distancia espacial mayor en el mismo tiempo que la que recorrería la esfera que tuviera debajo. En esas condiciones el péndulo no solamente recorrería los trayectos de ida y vuelta debido a su oscilación, sino que también se vería “arrastrado” lateral y permanentemente en la misma dirección a la que se desplaza el satélite.

Al igual que sucede con el péndulo de la hipótesis y debido a la rotación del planeta, cualquier otro péndulo también es “arrastrado” lateral y permanentemente hacia el Este. Y puesto que es continuo ese movimiento del planeta, también es continua la fuerza que le llega al péndulo, aplicándose también, desde la parte superior de donde esté suspendido.

La segunda cuestión que se plantea consiste en averiguar si a pesar de que la fuerza de rotación del planeta es invariable, su eficacia sobre el péndulo también lo es.

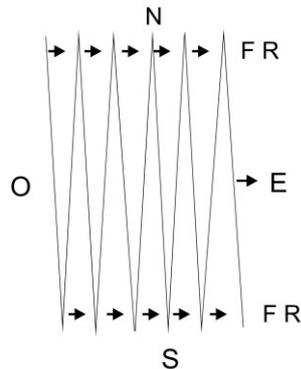
En principio parece lógico considerar que la eficacia de la fuerza de rotación que el planeta ejerce sobre el péndulo debe ser inmutable, ya que es siempre la misma y el peso de la esfera, es también, siempre el mismo. Sin embargo, y en consonancia con lo expuesto anteriormente, a continuación se verá que la eficacia de la fuerza de la rotación del planeta sobre el péndulo, es de intensidad variable.

Diferencias en la eficacia de la fuerza de rotación sobre el péndulo, y causas de los distintos sentidos que tiene su rotación en ambos hemisferios

DESPLAZAMIENTOS DEL PÉNDULO EN EL ECUADOR

Como se ha visto anteriormente, el péndulo es arrastrado lateralmente hacia el Este debido a la rotación del planeta, así como que está sujeto a fuerzas g de intensidad variable. Una forma de escenificar las consecuencias que esas fuerzas tienen sobre la oscilación de un péndulo en relación a la latitud y a un punto en el espacio, se expone en las figuras siguientes 5, 6 y 7.

Oscilación del péndulo en el ecuador en relación a un punto en el espacio



FR = Fuerza de rotación del planeta

Puesto que la fuerza de rotación del planeta es constante y la masa planetaria es la misma al norte que al sur del ecuador, su eficacia sobre el péndulo es también invariable, por lo que, su desplazamiento lateral hacia el Este será siempre de la misma magnitud.

Al no existir diferencias en ese desplazamiento, en esa zona del planeta, y en relación a un punto en el espacio -por ejemplo, el Sol- un péndulo se desplaza tal y como se expone en esta figura.

Figura 5. Esquema de los desplazamientos de un péndulo situado en el ecuador en relación a un punto en el espacio.

Desplazamientos del péndulo en zonas alejadas del ecuador

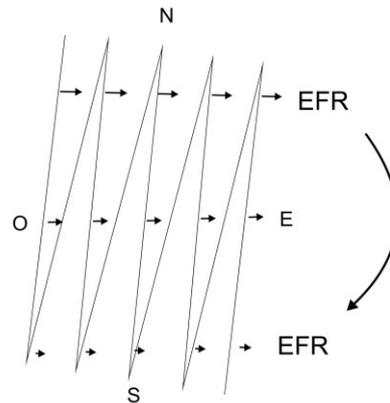
Hemisferio Norte

Esas diferencias entre las fuerzas g que afectan al péndulo, no permiten que la eficacia del arrastre del planeta sea siempre la misma en localizaciones alejadas del ecuador, puesto que, como se ha visto, su magnitud es variable ya que está relacionada con su posición en latitud.

Teniendo en cuenta lo anterior es obvio que un péndulo situado en el Hemisferio Norte presentará menor oposición al arrastre del planeta cuando se encuentre en el lado norte de su oscilación, que cuando esté en el lado sur de esa misma oscilación; consecuentemente, será desplazado de forma descompensada hacia el Este mientras oscile. Puesto que la desigualdad en la eficacia de una fuerza aplicada es en realidad una fuerza de torque, y puesto que en este hemisferio esa fuerza de torque tiene dirección Este y ejerce mayor influencia sobre el lado norte de una oscilación que sobre su lado sur, eso obliga al péndulo a realizar desplazamientos laterales descompensados en cada oscilación, alcanzando mayor distancia en la zona norte que

en la zona sur. Como consecuencia de ello, la suma de esas oscilaciones descompensadas, vistas desde el espacio, adoptará el mismo sentido de rotación que tienen las agujas del reloj. En la figura 6 se muestra un esquema aproximado de los movimientos del péndulo en el Hemisferio Norte, en relación a un punto en el espacio.

Oscilación del péndulo en el Hemisferio Norte
en relación a un punto en el espacio y causas
del sentido de su rotación



EFR = Eficacia de la fuerza de rotación del planeta

Mientras oscila, el péndulo se va desplazando hacia el Este en
relación a un punto en el espacio

El péndulo opone menos resistencia a la fuerza de rotación del planeta cuando se encuentra en el lado norte de sus oscilaciones que cuando se encuentra en el lado sur. Eso altera la eficacia de la fuerza de rotación en esa misma relación, constituyéndose en una fuerza de torque de sentido Este y predominio desde el norte, circunstancias que le obligan a rotar en el mismo sentido de las agujas del reloj.

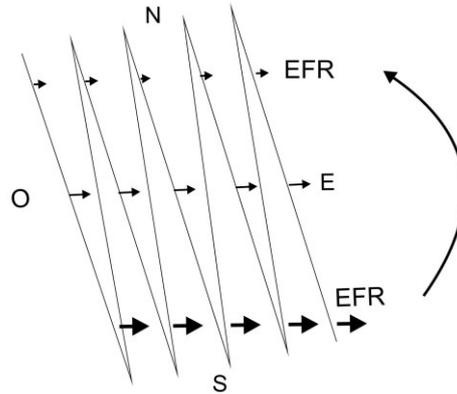
Figura 6. Esquema de los movimientos de un péndulo en el Hemisferio Norte en relación a un punto en el espacio.

Hemisferio Sur

Las magnitudes de las masas planetarias que afectan a un péndulo situado en el Hemisferio Sur se invierten en relación a las del hemisferio opuesto. En éste la mayor cantidad de masa planetaria que tiene el péndulo en relación a su latitud es la que le queda a su lado norte. Consecuentemente, y al contrario de lo que sucede en el hemisferio opuesto, la fuerza que el planeta le aplica al péndulo en dirección Este tiene más eficacia cuando el péndulo se encuentre en el lado sur de una oscilación, que cuando lo haga en su lado norte. Debido a ello, la rectilínea fuerza de arrastre del planeta es convertida en una fuerza de torque mediante la que obliga al péndulo a realizar desplazamientos descompensados hacia el Este. Esos desplazamientos tendrán mayor alcance en el lado sur que en el lado norte de cada oscilación, y

su resultado, visto desde el espacio, adquiere el sentido contrario al de las agujas del reloj, tal y como se muestra en la figura 7.

Oscilación del péndulo en el Hemisferio Sur en relación a un punto en el espacio y causas del sentido de su rotación



EFR = Eficacia de la fuerza de rotación del planeta

A la vez que oscila, el péndulo se va desplazando hacia el Este en relación a un punto en el espacio.

En este hemisferio el péndulo opone menos resistencia a la fuerza de rotación del planeta cuando se encuentra en su lado sur, que cuando se encuentra en su lado norte. Eso altera la eficacia de la fuerza de rotación en esa misma relación, constituyéndose en una fuerza de torque de sentido Este y predominio desde el sur, circunstancias que le obligan a rotar en el sentido contrario al de las agujas del reloj

Figura 7. Esquema de los movimientos de un péndulo en el Hemisferio Sur en relación a un punto en el espacio.

Estas circunstancias confirman como muy lógico el comportamiento del péndulo en relación al resto de las diferentes latitudes en que se encuentre. En el ecuador no rota porque no tiene diferencias de masa planetaria entre ningún lado de sus posibles oscilaciones y en los polos tampoco puede hacerlo porque allí no existen diferencias entre las masas planetarias que le queden a ningún lado de cualquiera de sus posibles oscilaciones. De todo lo anterior se deduce, que a mayor distancia del ecuador, los desplazamientos laterales del péndulo hacia el Este serán más amplios en esa misma relación puesto que es más amplia la diferencia entre las masas planetarias situadas entre los lados norte y sur de sus oscilaciones; poco hay que reflexionar para concluir también, que ésa es la causa de que, en relación a una mayor distancia del ecuador, el péndulo complete su rotación en menos tiempo, sin que para ello necesite oscilar más deprisa.

Por otra parte, tal y como se ha apuntado en este escrito, las diferencias en la atracción gravitacional que soporta el péndulo entre los lados norte y sur de sus oscilaciones, deberían reflejarse en la existencia de diferencias en su velocidad por tramos, de manera, que, en el Hemisferio Norte, al llegar al extremo de una oscilación en la que le afecte mayor masa planetaria, -el sur en este caso- el péndulo debería ir más rápido que al llegar al extremo opuesto- en este caso, su lado norte. Las pruebas que he realizado en la Universidad de Granada, confirman, que eso es, exactamente lo que sucede.

Pruebas que confirman la existencia de diferencias en la velocidad del péndulo, en relación a los extremos, norte, y sur, de cada una de sus oscilaciones.

PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS

Las gráficas que se muestran en las siguientes figuras han sido obtenidas gracias a un dispositivo que está en la Facultad de Física de la Universidad de Granada llamado V Scope en 3 D. El dispositivo se basa en un primer sistema trazador que activa impulsos de infrarrojos emitidos desde un objeto en movimiento, este caso, el péndulo; esos impulsos son detectados por tres receptores situados en su plano de oscilación los cuales los transforman en las 3 coordenadas más la t todas sus localizaciones. El péndulo en sí, consta de una esfera de acero de 941 g suspendida de un cable de 1,80 m. En la base de esa esfera tiene adherido el emisor de IR y sus desplazamientos son captados con una precisión declarada de 1/10 mm y una frecuencia de 100 msec. Gracias a un programa informático adecuado los datos de las coordenadas que se obtienen pueden volver a reconvertirse en las trayectorias del péndulo de las que proceden.

Entre las varias decenas de datos que obtuve en las pruebas que se hicieron, he elegido las que representan las oscilaciones que se corresponden con trayectorias entre los 4 cuadrantes, más una de Este a Oeste. Las 2 primeras (Figs. 8 y 9) se corresponden con oscilaciones con una misma orientación muy cercana a N – S, aunque separadas entre ellas por unos pocos segundos.

Consideraciones a tener en cuenta sobre las diferencias que existen entre los datos de cada extremo de una oscilación

Con el fin de reflejar los datos relevantes para una comparación fidedigna es importante tener en cuenta que el péndulo asciende y desciende al llegar y al salir en cada extremo de sus

trayectorias, por lo que la velocidad de las salidas -descensos de cada extremo - tienen un componente de fuerza g que no tienen la velocidad de las llegadas. No tener esto en cuenta distorsionaría la interpretación de la influencia de la gravedad en el modo en que en este escrito se define. Es por eso, que para evaluar correctamente la velocidad del péndulo sin las interferencias de la gravedad de los descensos, la comparación debe establecerse sobre los datos de las llegadas del péndulo a cada extremo, ya que se corresponden con las zonas en las que, según este escrito, se podrán distinguir las diferencias en la atracción que pudieran ejercer las masas del planeta que le quedan a sus lados, norte y sur. El periodo que me ha parecido más adecuado para delimitar esos tramos finales han sido los últimos 0,5 s de la llegada en cada oscilación simple, aunque en periodos menores los datos son también relevantes.

No obstante, y puesto que no está de más comparar los datos de la velocidad de todas las posiciones posibles del péndulo, también he reflejado los que corresponden a las salidas. El cálculo de las distancias se ha establecido desde las posiciones que marcaban los datos de las coordenadas x , y los cuales proceden de la captación de IR y coinciden con gran precisión con los tiempos parciales de las gráficas. Estos periodos de tiempo están separados a intervalos de 0,10 s y señalados con pequeños círculos a lo largo de cada trayectoria. Tanto las trayectorias, como los círculos de los tiempos parciales y la base cuadrículada de las escalas, los dibuja el programa que recompone los datos primigeniamente captados. El resto de señales que hay en las figuras han sido aportadas por mí en base al análisis de lo que en cada gráfica he podido ver.

Las figuras se presentan en 2 partes; en la primera, se muestra la reconstrucción de una oscilación completa del péndulo, incluyendo todos los datos y comparaciones. En la segunda, señalada como parte B bajo la misma cifra, se muestran los datos de las coordenadas que se obtuvieron durante las pruebas de la UGR, lo que permite verificar la realidad matemática de cada gráfica expuesta. Sobre cada reproducción de las trayectorias he dibujado la orientación de los 4 puntos cardinales en relación al péndulo, mostrando, en los casos en los que se fotografió, la imagen de la pantalla donde se reproducían aquellas oscilaciones. En los casos en que no se muestre la pantalla, no es muy complicado averiguar la orientación, e incluso las trayectorias completas, ayudándose de cualquier programa de dibujo. Debido a que en los extremos de algunas trayectorias se acumulan puntos de coincidencia entre una y otra oscilación, he ampliado el detalle de esas zonas presentándolas en las figuras B de la que procede. Todas las trayectorias de ida están señaladas en azul y las de vuelta en rojo, aunque

hay que observar que los datos de algunas empiezan en el lado norte y los de otras en el lado sur, circunstancia que es indiferente a los resultados. Así mismo, las dimensiones de todas esas trayectorias están homogeneizadas gracias al programa de dibujo que he utilizado para superponer mis observaciones. Puesto que las conclusiones se han establecido en términos de proporcionalidad, ajustar las trayectorias a un patrón común (1000 mm) no influye en la calidad de los resultados. Independientemente de que las diferencias entre las diversas trayectorias de aquel péndulo no superaban los 4 mm entre ellas. Por otra parte, no debe sorprender que las magnitudes se expongan milímetros y fracciones de grados, ya que cualquier programa informático de dibujo ofrece ampliaciones perfectas con precisión de 0,001 mm y 0,1

Un último apunte en relación a la precisión en los extremos. Como se verá, no todas las oscilaciones simples comienzan en el punto en el que termina la anterior, entiendo que, en esos momentos la emisión de IR debió superponerse y confundió a los detectores, puesto que toda oscilación comienza donde termina la anterior y no se ve que eso sea siempre así. No obstante, y por evitar la menor de las modificaciones, he preferido mantener los datos de coordenadas que el dispositivo determinó, lo que da pie a que la precisión no sea tan exacta en algunos extremos de algunas figuras, a pesar de lo cual el margen de error nunca fue mayor del 0,5 %.

Con el fin de seguir adecuadamente las indicaciones que hay en cada una de las siguientes figuras, sugiero, que primeramente se lean los datos de las coordenadas y las distancias recorridas que aparecen en cada extremo de las oscilaciones. Las distancias entre las figuras también están homogeneizadas en este documento, de manera que, ayudándose con una simple regla más los datos de las coordenadas, quien lo desee puede verificar la realidad de cuanto en ellas se expone.

La figura 8 muestra la primera de esas oscilaciones completas con orientación 7° NNE - 187° SSO.

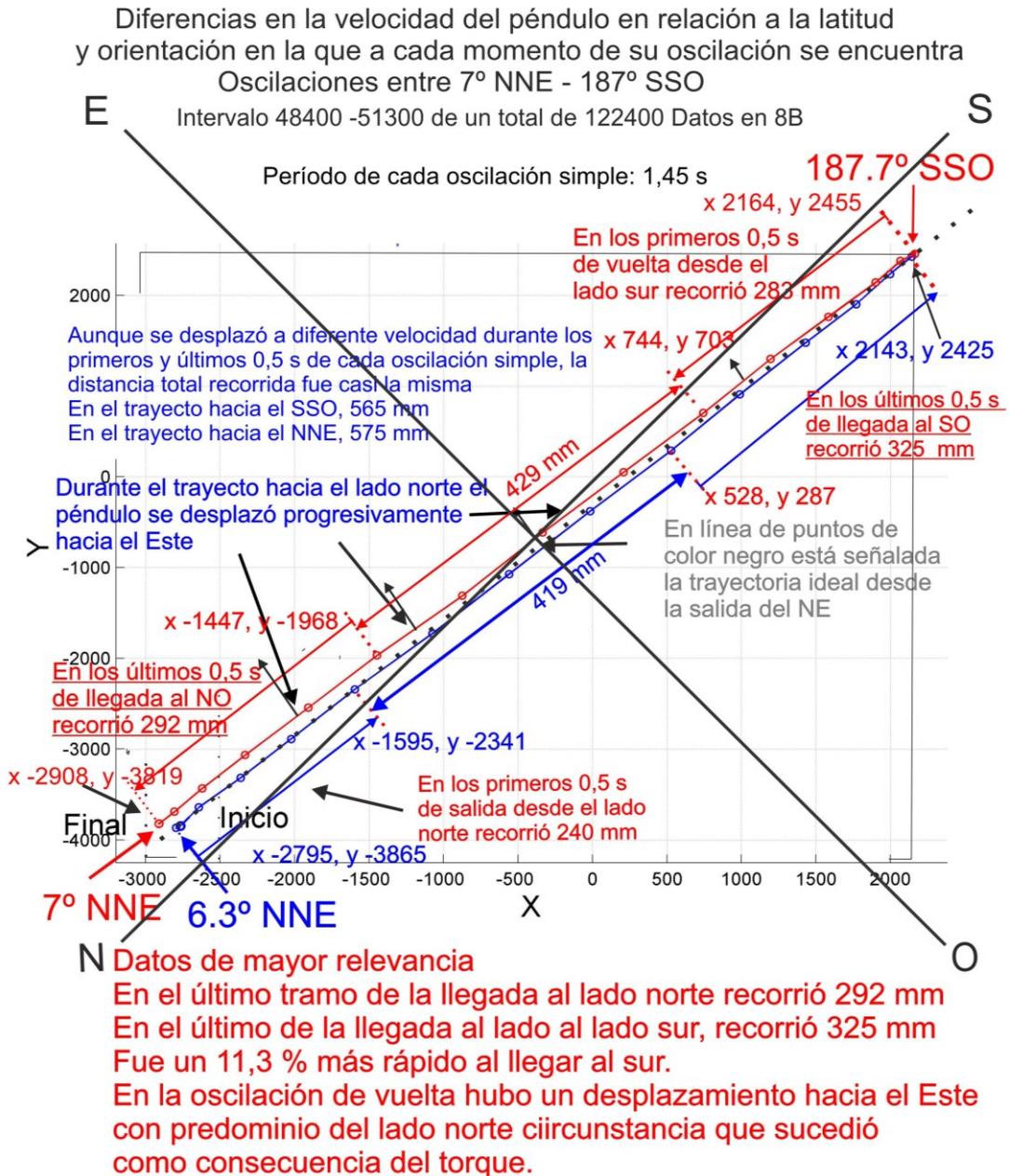


Figura 8.- Trayectorias reales del péndulo con datos de salida desde 7° NNE y retorno desde 187.5° SSO

En coherencia con lo explicado acerca de la atracción que ejercen las masas planetarias situadas a los lados norte y sur del péndulo, ya en esta primera figura se comprueba que llegó a mayor velocidad en el lado sur que el lado norte en una proporción del 11,3 %. También en las salidas hubo una diferencia del 18% a favor de la salida desde el lado sur -283 respecto de 240- pero como se ha dicho antes, son valores que incluyen la atracción de la fuerza de gravedad del descenso; además, puesto que proceden de llegadas más veloces, su salida ha de ser de parecida magnitud a la de las llegadas que la preceden.

Durante el recorrido hacia el norte también se comprueba que el péndulo se desplazó lateralmente hacia el Este, circunstancia, que es debida al tirón que el planeta ejerce en ese sentido a través del punto del que el péndulo está suspendido. Aunque esa desviación es mayoritaria entre las trayectorias de esa orientación no siempre se repite exactamente, puesto que las trayectorias tienden a cerrarse en el punto del que provienen debido a la inercia de la curva. En esta gráfica también se comprueba que las diferencias en la velocidad que tiene el péndulo por tramos, se compensan de una forma matemáticamente perfecta, puesto que, salvo un muy pequeño margen de error, cada oscilación tiene casi la misma distancia y tiempo que su opuesta, circunstancias que favorece que en cada trayectoria se cumpla la ley del periodo del péndulo. En este péndulo no pueden ser exactamente iguales porque sus oscilaciones no son estimuladas magnéticamente, por lo que, llegado un momento se detiene. Así mismo, destaca el hecho de que en las zonas centrales de cada oscilación las velocidades fuesen casi iguales 429 y 419 mm recorridos respectivamente en un intervalo de 0,4 s. En mi opinión, esto es consecuencia de que en las pequeñas distancias de oscilación, las masas del planeta que le quedan a cada lado norte, y sur, son de un tamaño mucho menor y sus influencias sobre el péndulo apenas se dejan sentir. Sin embargo, y por razones lógicas, la velocidad del péndulo en estos tramos es mucho mayor que la de los extremos.

	t	x	y	z
Salida desde el NNE 0,5 primeros s	48400	-2795	-3865	476
	48500	-2767	-3847	479
	48600	-2642	-3642	437
	48700	-2361	-3315	368
	48800	-2023	-2888	282
	48900	-1595	-2341	185
Llegada al SSO últimos 0,5 s	49000	-1074	-1727	102
	49100	-560	-1074	37
	49200	-15	-378	-22
	49300	528	287	-48
	49400	989	907	-50
	49500	1430	1475	-41
Llegada al SSO	49600	1771	1900	-1
	49700	1997	2233	34
	49800	2143	2425	73
	49900	2164	2455	78
	50000	2067	2378	68
	50100	1901	2142	26
Salida desde el SSO primeros 0,5 s	50200	1583	1763	-3
	50300	1195	1298	-26
	50400	744	703	-35
	50500	208	49	-13
	50600	-334	-615	27
	50700	-874	-1311	87
Llegada al NNE últimos 0,5 s	50800	-1447	-1968	172
	50900	-1908	-2543	254
	51000	-2332	-3065	341
	51100	-2621	-3433	420
	51200	-2806	-3689	468
	51300	-2908	-3819	487

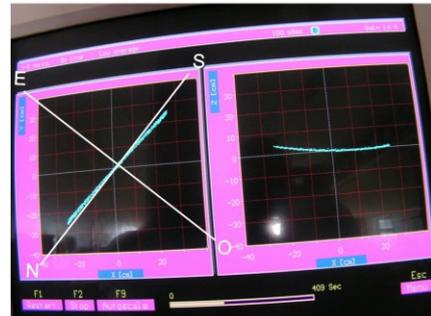
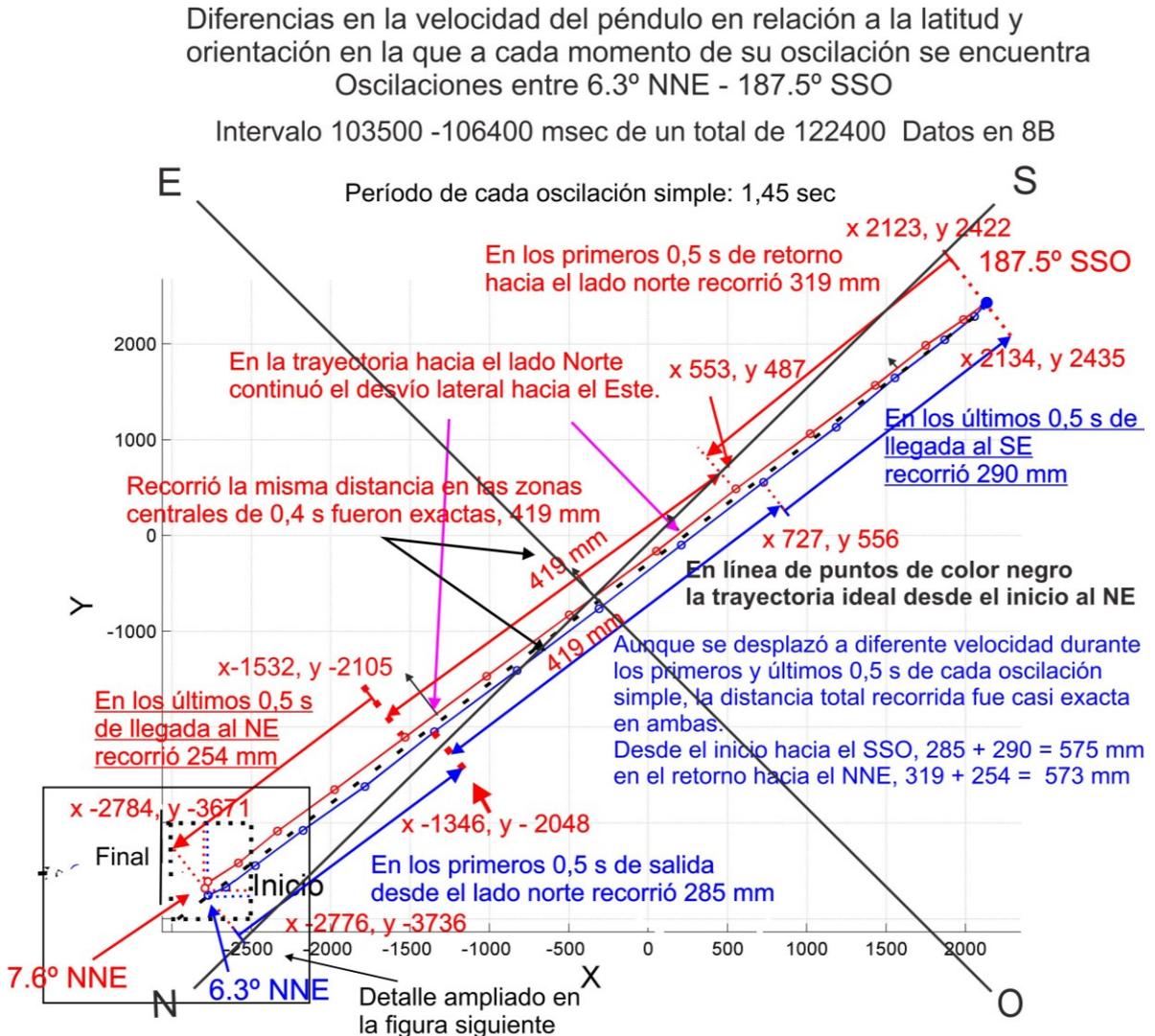


Figura 8 B.- Datos de las trayectorias mostradas en la figura 8 y pantalla donde se reflejaban los movimientos del péndulo.

La figura 9 corresponde a la misma suelta del péndulo que la anterior, pero los datos son de oscilaciones posteriores, en ella se muestra otra oscilación completa casi 1 minuto después -18 oscilaciones completas-.



Datos de mayor relevancia

Al llegar al lado norte recorrió 254 mm en los últimos 0,5 s
Al llegar al lado sur, 290 mm. Fue un 14 % más rápido al llegar al lado sur. Durante su oscilación hacia el lado norte sufrió un desvío constante hacia el Este, motivado por lo explicado en el texto y en la figura 8
Recorrió distancias exactamente iguales en los 2 tramos centrales 419 mm, circunstancia explicada anteriormente

Figura 9. Trayectorias reales del péndulo con datos de salida desde 7.6° NNE

y retorno desde 187.5° SSO

En la figura 9 se comprueba que el predominio de velocidad se dio en la llegada al lado sur, puesto que recorrió 290 mm en los últimos 0,5 s de llegada al sur mientras que recorrió 254 mm en la llegada al lado norte por lo que su velocidad fue un 14% mayor. Pese a pertenecer a la misma suelta del péndulo, las trayectorias trazadas no son exactamente iguales. No pueden serlo porque las fuerzas que influyen sobre péndulo cambian permanentemente, por eso, una oscilación simple no puede ser simétrica respecto de la anterior ni de la siguiente. Se comprueba también que hubo una diferencia en las posiciones de salida y llegada entre la figura 8 y la 9. Esta diferencia, aunque muy pequeña, podría significar que no hubo rotación entre la de la figura 8 y la presente, pero no fue así. Esto es así porque pequeño es el intervalo de tiempo que las separa (55,1 segundos) En la figura 9 el péndulo avanzó en rotación en la llegada al NNE -7.6° respecto de la figura 8, (7°) pero se mantuvo en la orientación de la salida NNE en relación con la que tuvo 55 s antes, (6.3°). Sin embargo, en las posiciones del SSO en la figura 9 perdió 0.2° respecto de la que tuvo 55 s antes. Aunque mínimo, el resultado es una pequeña rotación en sentido de las agujas del reloj. En relación a la rotación y debido a esas mismas curvas que traza, lo que gana hacia el Este en una oscilación, lo puede perder en la siguiente, pero al final son más importantes las ganancias en sentido Este desde el lado norte, que las pérdidas, y por eso nunca se detiene el sentido de rotación.

Por otra parte, las características principales en relación con las trayectorias de la figura 8 se mantienen, incluso es mayor la diferencia en la velocidad entre los extremos de las llegadas. Otro detalle a tener en cuenta es que las distancias recorridas en los tramos centrales de cada una de ellas fueron exactas, circunstancia, que como se verá más adelante, se repitió en oscilaciones de diferente orientación. En la figura anterior se ha explicado el origen de esa igualdad.

La figura siguiente muestra la tabla que contiene los datos y el lado NNE donde se ve la forma en que el péndulo acabó la oscilación mostrada en la figura 9.

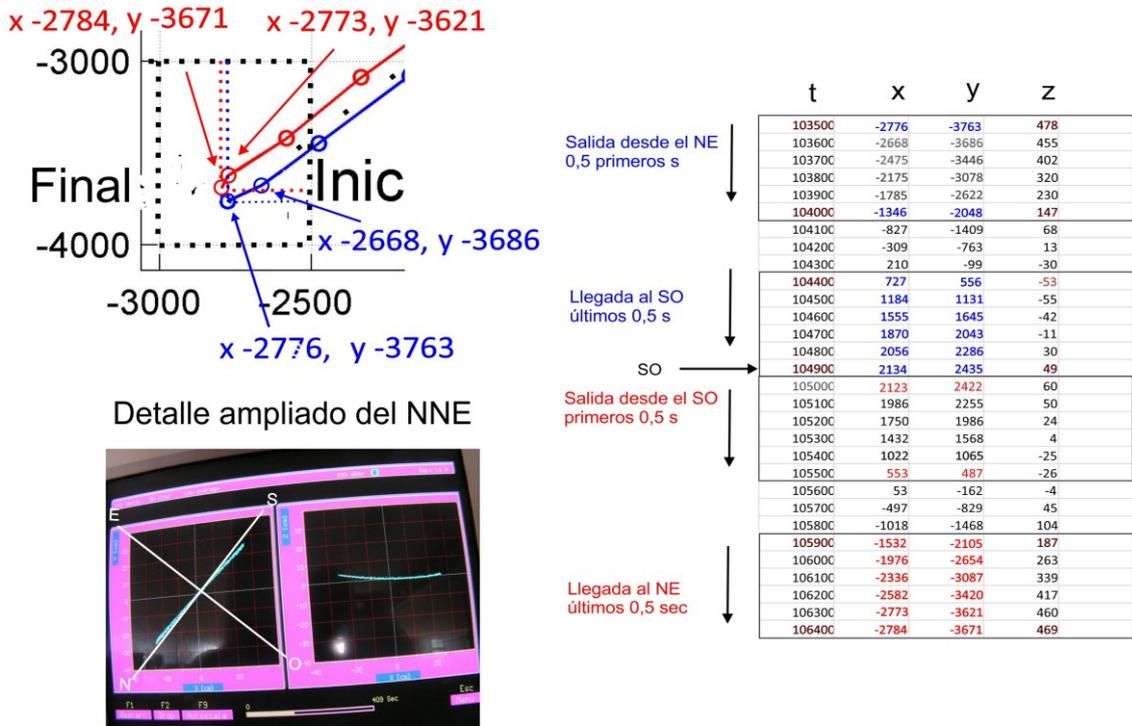


Figura 9 B.- Datos y pantalla de las trayectorias mostradas en la figura 9 con los detalles ampliados de su extremo NNE

Con objeto de visualizar mejor esa zona, los extremos ampliados están señalados con los datos de las coordenadas y las líneas que confirman su exacta posición. La siguiente figura es la representación de 2 oscilaciones completas del péndulo cuya orientación fue 15° en rotación hacia el Este que las 2 anteriores.

Diferencias en la velocidad del péndulo en relación a la latitud y orientación en la que a cada momento de su oscilación se encuentra

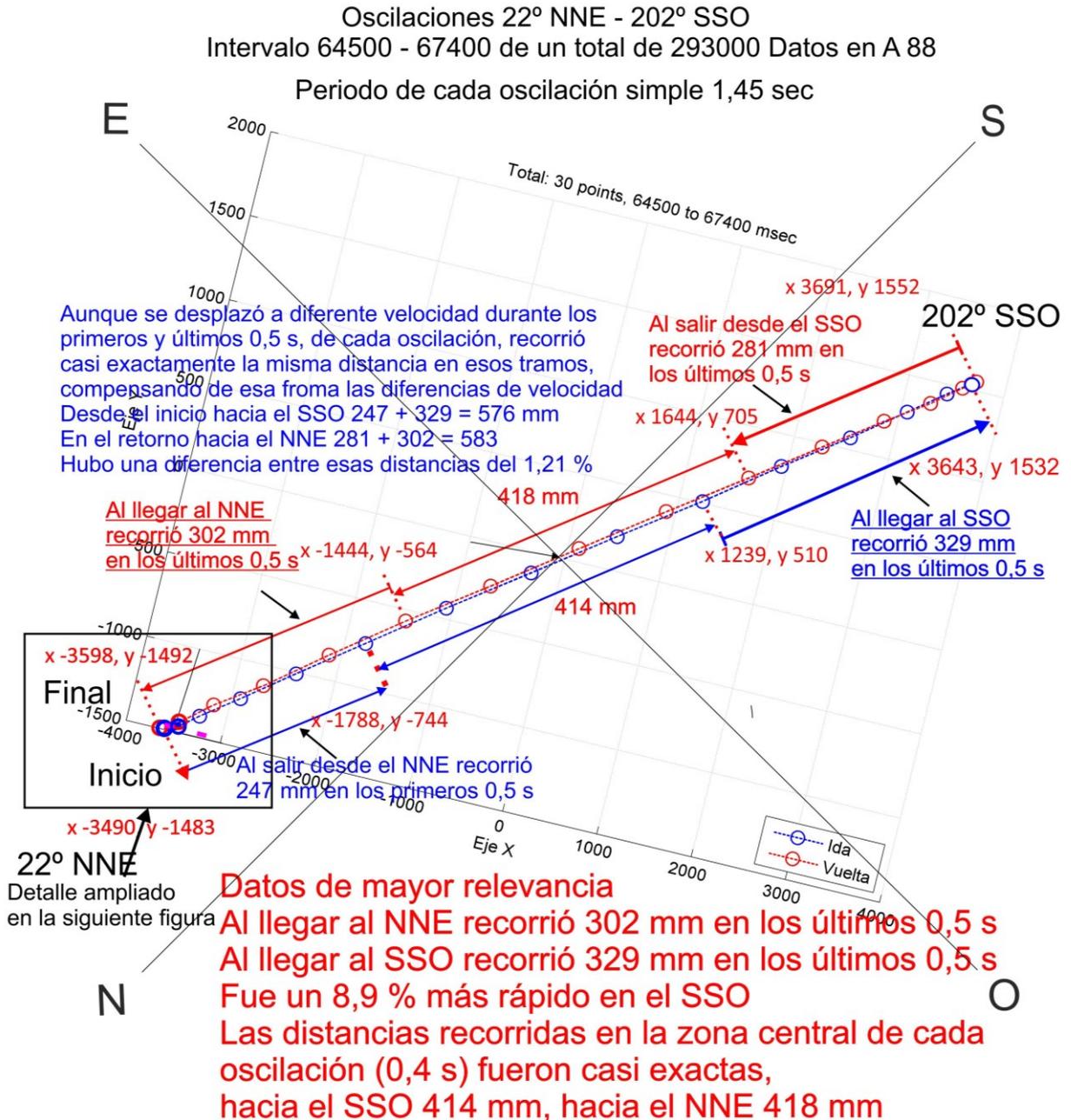


Figura 10. Oscilaciones con una orientación 15° posterior en rotación a la de las 2 figuras anteriores.

En estas oscilaciones se mantuvo el predominio de velocidad del sur respecto del lado norte, y se cumplieron así mismo los datos de mayor velocidad y casi igualdad de recorrido en los tramos centrales de 0,4 s. la diferencia a favor del lado sur fue menor que en las 2 anteriores (8,9 % respecto del 14% y 11,3 % respectivamente) esto puede ser debido a que la orientación de las oscilaciones no fue tan exacta en relación al Norte y Sur exacto. Así mismo se

mantuvieron el resto de las características, tanto la mayor velocidad en los tramos centrales, como su casi exacta igualdad entre ellas.

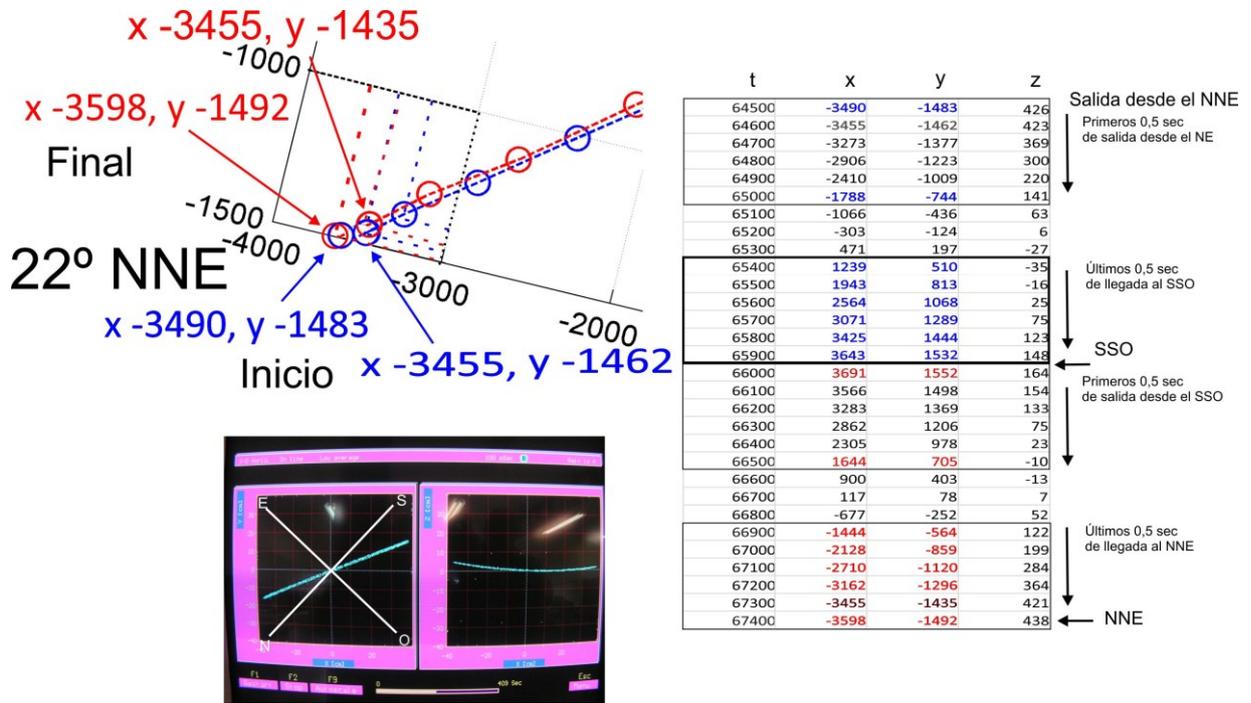


Figura 10 B.- Datos de las trayectorias mostradas en la figura 10 y detalle ampliado de su lado NNE

A la izquierda de la figura 10 B, se muestra la pantalla donde se reflejaban las trayectorias que se corresponden con la figura 10. En esa pantalla, a la derecha se ve la curva de la altura en la que a cada instante tenía el péndulo (los datos de z). Aunque los datos de z tienen relevancia, ya que, en coherencia con lo explicado hasta aquí, el péndulo se eleva más en su lado norte que en su lado sur, no los he querido tener en cuenta en este documento porque no he encontrado el modo de confirmar que sus resultados sean tan exactos como los del resto de coordenadas. Así mismo, y aunque a simple vista no se aprecie en esta figura, durante su desplazamiento al norte el péndulo trazaba un arco hacia el Este que se cerraba posteriormente, tal y como se puede ver en una ampliación de la parte central de esa imagen (Figura 11)

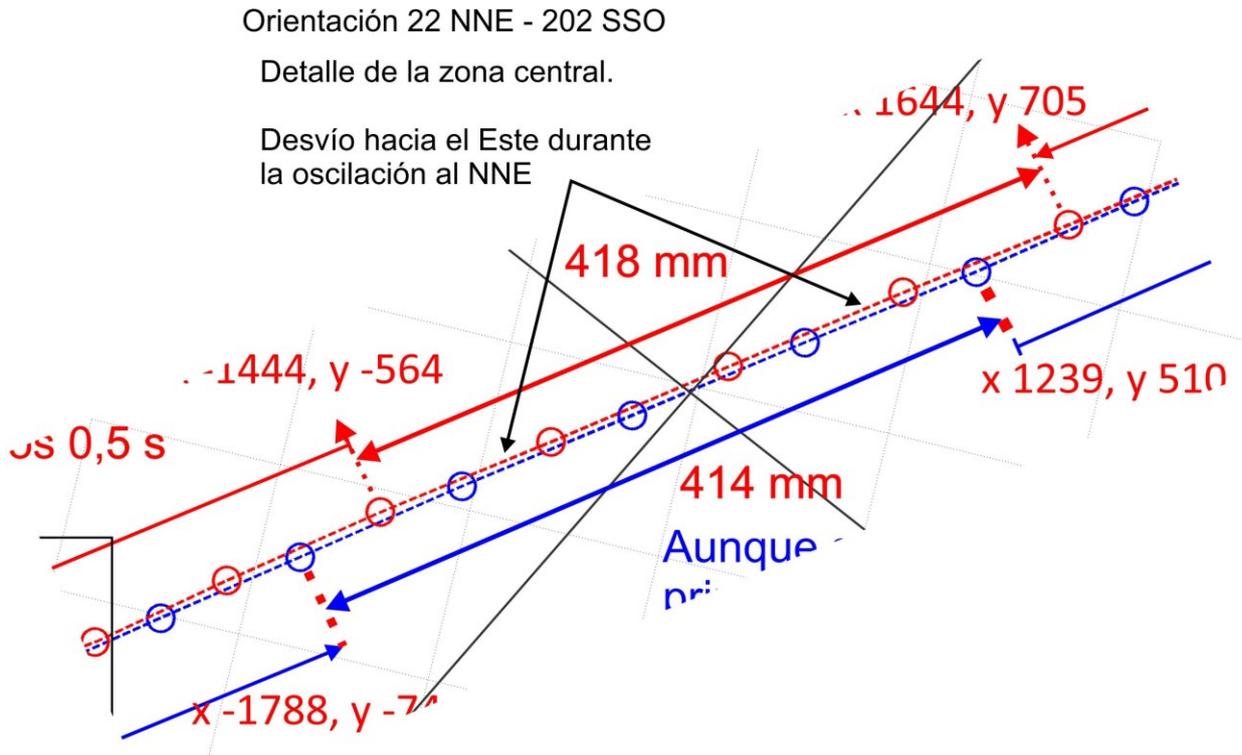


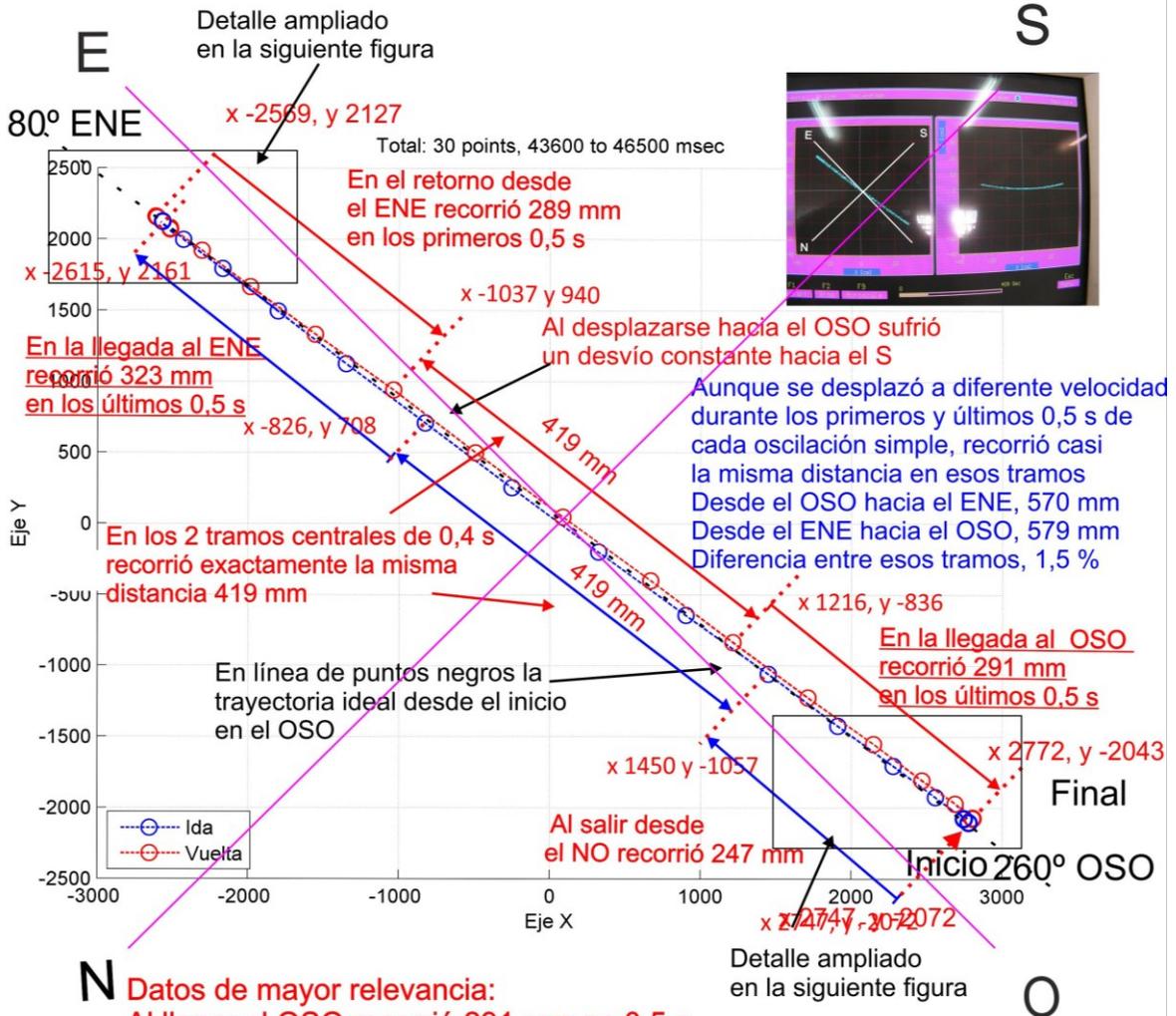
Figura 11.- Detalle ampliado de la parte central de la figura 10.

En el detalle ampliado de la figura 10 se ve el desplazamiento lateral hacia el Este con predominio en la zona norte, causa de la rotación en sentido de las agujas del reloj.

Diferencias en la velocidad del péndulo en relación a la latitud y orientación en la que a cada momento de su orientación se encuentre

Orientación muy cercana a Este - Oeste
260° OSO - 80° ENE

Intervalo 43600 - 46500 ms de un total de 293600 Datos en A 100
Periodo de cada oscilación simple 1,45 s



N Datos de mayor relevancia:
Al llegar al OSO recorrió 291 mm en 0,5 s
Al llegar al ENE 323. Fue un 11 % más rápido en los últimos 0,5 s de llegada al ENE que en los últimos 0,5 s de llegada al OSO En esta ocasión fue más rápido en la zona norte constituyendo una excepción que se explica en el texto
Las distancias que recorrió en la zona central de cada oscilación fueron exactamente iguales 419 mm, circunstancia, explicada anteriormente

Figura 12

En la figura 12 la velocidad que alcanzó el péndulo en los últimos 0,5 s de su lado norte fue mayor que la alcanzada en la llegada a su lado sur 11% (323mm – 291 mm) constituyendo una excepción respecto de lo escrito anteriormente y de lo mostrado en las figuras precedentes. A continuación, se expone la justificación física que la origina.

La excepción que se produjo en estas orientaciones en relación a la velocidad entre los lados norte y sur, se explica por lo siguiente: Desde el principio de este escrito se ha mantenido que 2 son las fuerzas que afectan al péndulo, una de ellas está relacionada con las diferencias de masa planetaria que le quedan a sus lados, norte y sur, y la otra es producida por el tirón que el planeta ejerce sobre el péndulo en sentido Este. Desde que inicié las pruebas en el laboratorio nunca tuve dudas de que la primera de esas fuerzas sería fácilmente demostrable, sin embargo, no estaba tan seguro de poder demostrar la segunda. Afortunadamente la lógica encontró un apoyo en esas mismas pruebas y gracias a algunas de ellas se puede demostrar también la influencia del tirón del planeta sobre el péndulo. Reflexionando sobre las diferencias de velocidad mostradas en la figura 12, en cierto momento comprendí cual era la causa de esa circunstancia excepcional. La zona en la que se produce esa excepción abarca un pequeño ángulo que está a muy pocos grados antes del Este –destino exacto de la fuerza de rotación del planeta- de modo, que, aunque la gráfica que se muestra expone una oscilación completa en la que la mayor velocidad se produce en la llegada al norte, eso fue producido por esa el tirón continuo que ejecuta el planeta rotando. De no ser por eso, se habría detenido el sentido de rotación; el hecho de que fue más rápido en el lado norte no sucedió porque fuese más ligero en el lado sur, es decir, que en este caso, su mayor velocidad no fue producto de la atracción de masas, sino de la tracción desde la parte superior del cable. La gran velocidad alcanzada en las oscilaciones de la siguiente figura (13) corrobora lo explicado sobre esta excepción.

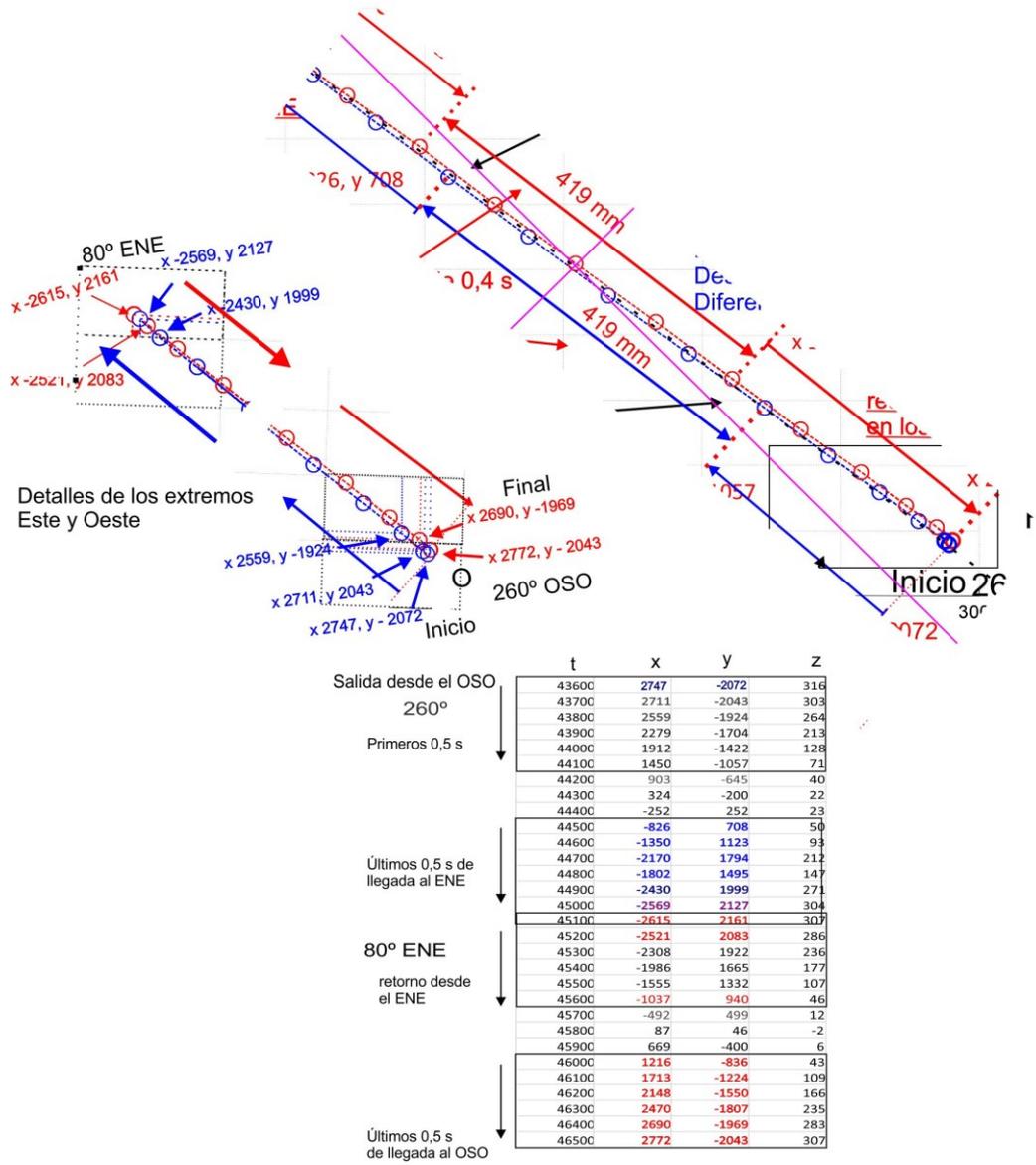


Figura 12 B. Datos y detalles ampliados de la figura 12

Diferencias en la velocidad del péndulo en relación a la latitud y orientación en la que a cada momento de su oscilación se encuentra
Oscilaciones entre 120° SE - 300° NO

Intervalo 11700 - 14600 Datos en 7 B

Periodo de cada oscilación 1,45 s

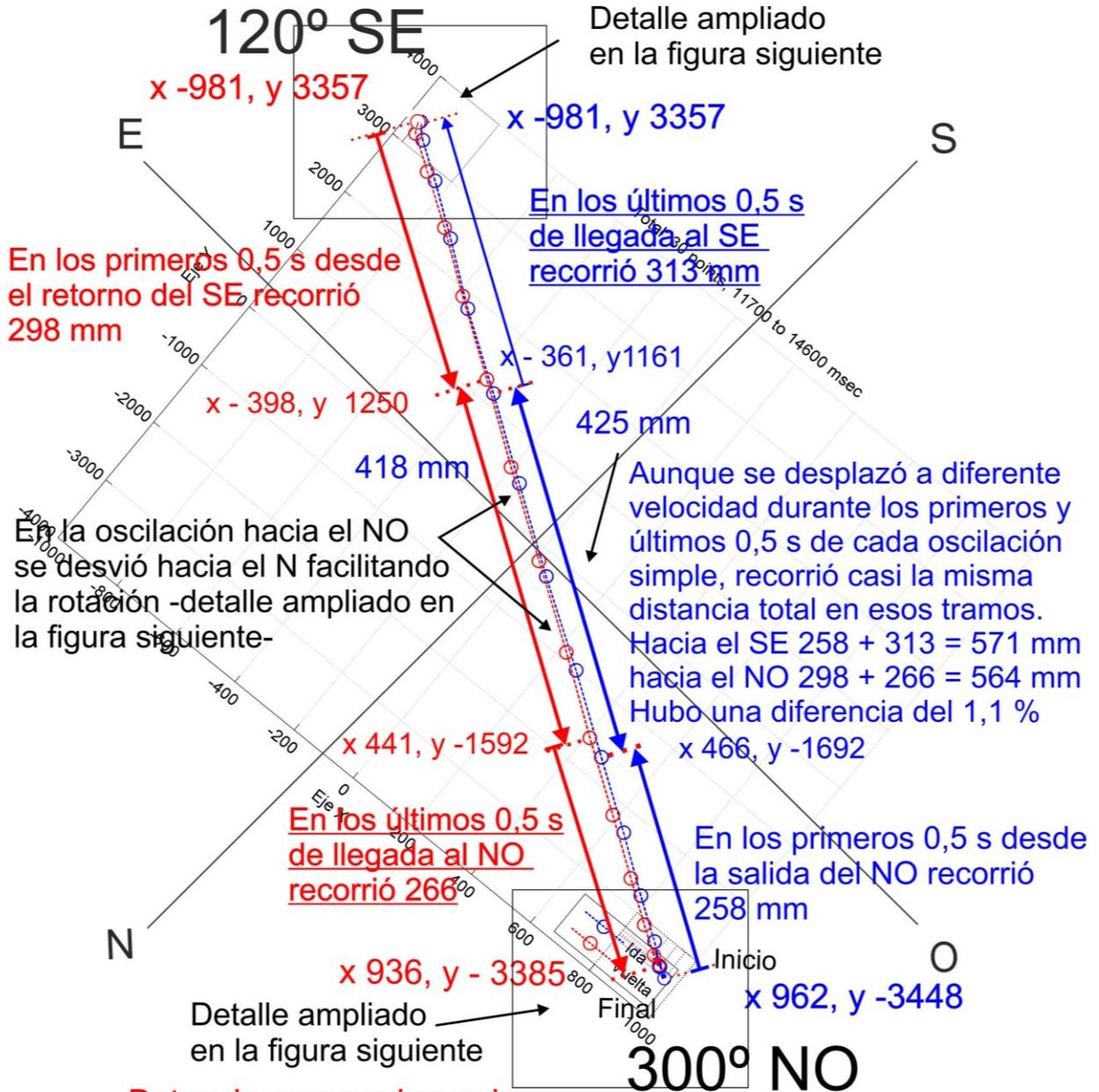


Figura 13. Oscilaciones con una orientación muy cercana a la zona intermedia entre el Este y el Sur.

Siendo una orientación cercana a la posición intermedia entre el Este y el Sur (120°) en las oscilaciones mostradas en la figura 13 se produjeron las mayores diferencias en las velocidades que tuvo ese péndulo (17,6 %) lo que inclina a pensar que son consecuencia de que en esa zona se suman las 2 fuerzas que mayoritariamente le afectan, la del tirón del planeta hacia el Este y la mayor atracción de lado sur. De otro modo no se entiende que en esa orientación se alcancen velocidades incluso superiores a oscilaciones muy cercanas a N y S como las mostradas en las figuras 8, 9 y 10. Además, una vez llegadas las oscilaciones a la bisectriz entre el este y el Sur (figura 14 – 135°) el péndulo perdió esa gran velocidad, lo que prueba que en esa orientación el tirón del planeta no era tan eficaz sobre el péndulo como lo fue unos grados antes. Esto justifica el hecho de que en oscilaciones que acaben en el lado norte, pero muy cercanas al Este exacto como la mostrada en la figura 12, el péndulo sea, excepcionalmente más rápido en su lado norte que en su lado sur; lo es porque la influencia del tirón que efectúa el planeta tiene en esa zona mayor eficacia, ya que el péndulo adopta una posición casi rectilínea con la orientación Oeste - Este.

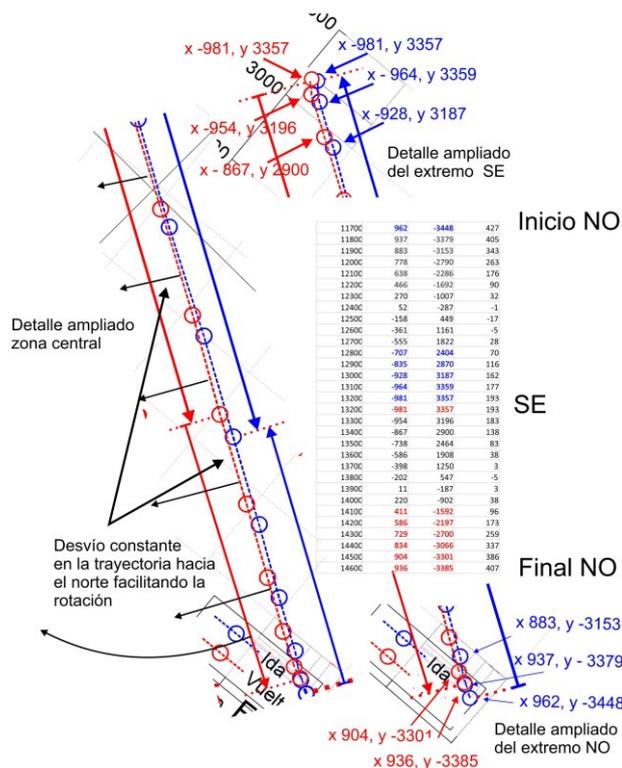


Figura 13 B.- Datos y detalles ampliados de la figura 13

Además de lo relacionado con la velocidad del péndulo, en esta figura se observa que al llegar el péndulo al lado del NO se desplazó lateralmente hacia el Norte. Como se ha dicho, ésa es la

causa de que en esa orientación el péndulo se desplace lateralmente hacia el NE proporcionando la rotación en sentido de las agujas del reloj. La siguiente figura muestra 2 oscilaciones con una orientación exacta en la mitad del Este y el Sur $135^\circ E - 315^\circ NO$.

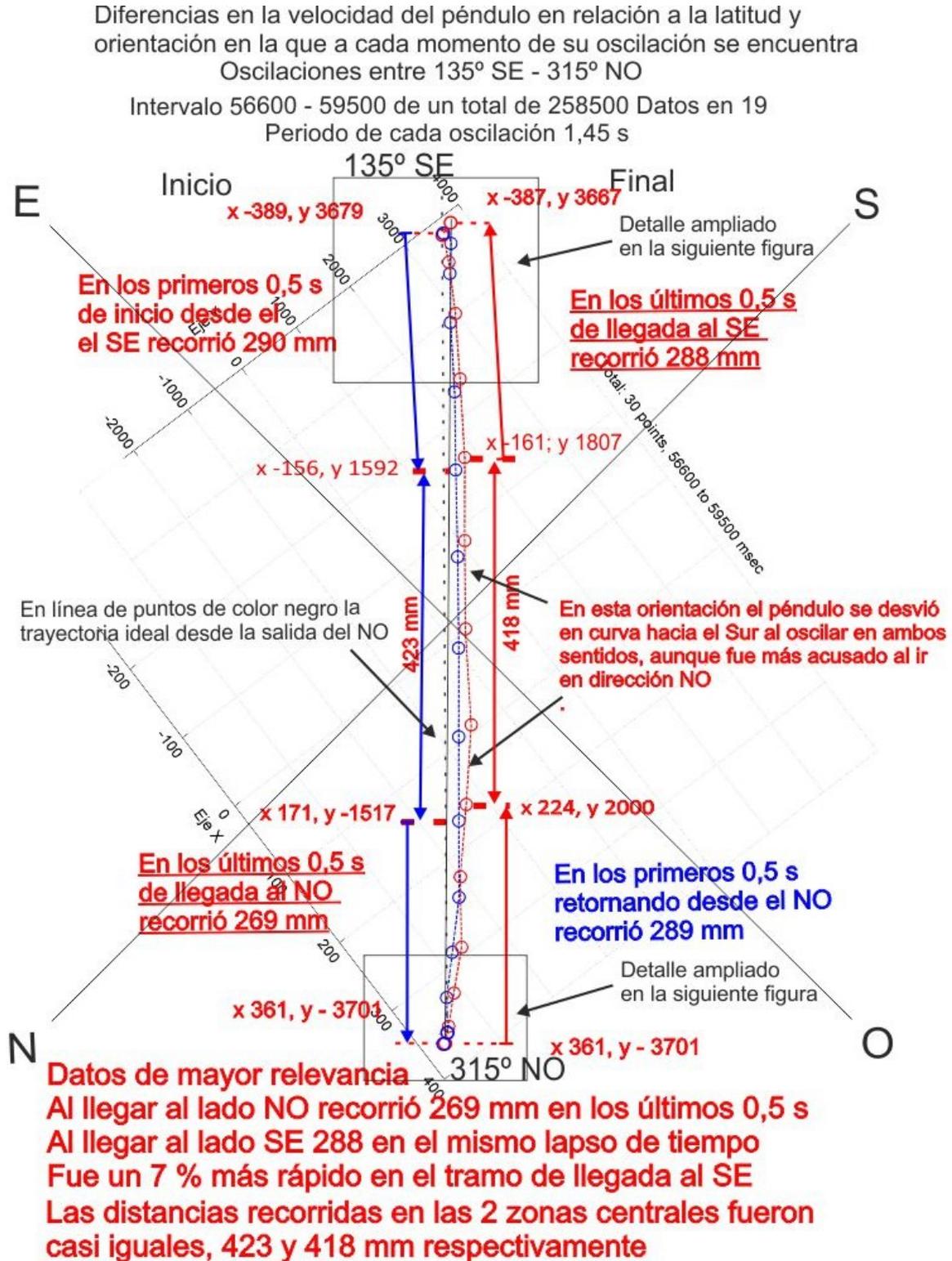


Figura 14 En esta figura se muestran 2 oscilaciones completas con orientación 135° SE – 315° NO. En ella se comprueba la influencia de la masa del lado sur del planeta sobre ambas oscilaciones puesto que consigue que ambas trayectorias se tengan un acusado pandeo con sentido hacia el Sur. Y puesto que ese pandeo fue más acusado en el sentido hacia el NO, eso favoreció el sentido de rotación de ese hemisferio.

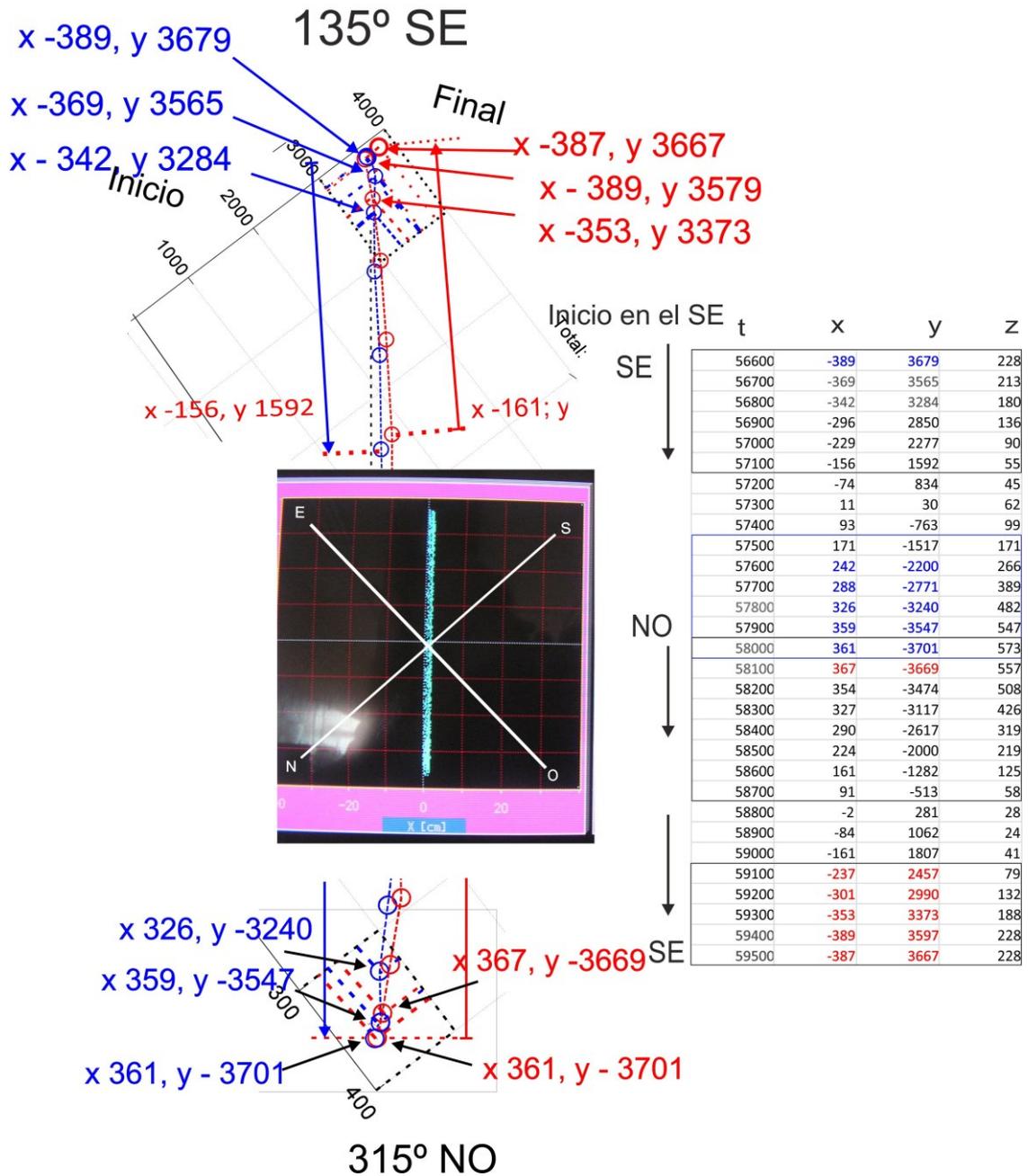


Figura 14 B.- Datos de las trayectorias mostradas en la figura 14 Detalle de ambos extremos más la pantalla mostrando las trayectorias originales.

Conclusiones

La primera conclusión que se extrae de lo presentado en este escrito es que el péndulo no traza en sus oscilaciones el dibujo mostrado en la figura 1. La segunda, es que la rotación del planeta afecta al péndulo desde el punto en el que está suspendido. Así mismo, y mediante lo mostrado en las figuras 8 a 14, se comprueba que la velocidad que tuvo el péndulo en cada una de sus oscilaciones, fue siempre mayor cuando llegaba al extremo del lado sur que cuando lo hacía al extremo del lado norte (con la justificada excepción de la orientación muy cercana a Este-Oeste). Consecuentemente, la conocida ecuación en la que se calcula la velocidad de sus oscilaciones, es errónea. Otro hecho a destacar es que esas diferencias en las velocidades de sus extremos se compensan entre sí; las causas físicas que le obligan a ser más rápido yendo hacia el sur, son las mismas que le frenan cuando retorna hacia el norte, circunstancia que permite que se cumpla la ley del periodo del péndulo.

La frecuencia y magnitud de las diferencias que existen en la velocidad del péndulo no pueden ser debidas a factores de casualidad ni de cualquier otro tipo, por lo que, lo único que puede influirle de tal forma es la existencia de diferencias en las fuerzas de gravedad que en cada momento le afectan.

La hipótesis planteada, más las pruebas presentadas en las figuras 8 a 14, aseguran que esas diferencias en la atracción gravitatoria proceden de las diferencias en la cantidad de masa planetaria que tiene el péndulo a cada lado, norte y sur, de su localización, circunstancia que contribuye a que el péndulo sea más ligero en una zona que en la opuesta, y mediante la cual, consigue transformar la rectilínea fuerza de rotación del planeta en una fuerza de torsión. El hecho de que el péndulo recorra a la misma velocidad las zonas centrales de 2 oscilaciones opuestas, confirma que el origen de todo ello reside en las diferencias de masa planetaria. Si en esos tramos centrales no se producen diferencias, es debido a la pequeña distancia que en ellos cubren las oscilaciones. Las masas planetarias a cada lado, norte y sur, de esos pequeños trayectos son menores, y por lo tanto, también lo son las diferencias entre sus distintas influencias gravitatorias.

Así mismo, se ha demostrado que el sentido y velocidad de esa rotación está relacionado con la posición del péndulo en relación al ecuador y que se produce por las razones y pruebas expuestas. Si está en el Hemisferio Norte, rotará a derechas debido al desplazamiento lateral que el péndulo tiene con predominio del lado norte en dirección Este, mientras que rotará en sentido contrario si el péndulo está en el Hemisferio Sur, donde el predominio será desde el lado sur y también con sentido Este.

En relación al periodo en que complete la rotación, ésta será menor cuanto más alejado esté del ecuador; y lo será por razón de que los desplazamientos laterales causados por la fuerza de torque que le aplica el planeta, serán cada vez más amplios en esa misma relación.

No existiendo el componente de torsión en la fuerza de rotación del planeta en latitudes muy cercanas al ecuador y en ambos polos, la oscilación del péndulo no es alterada, por lo que la rotación no puede producirse.

Queda pendiente una última observación. Creo que ha quedado evidenciado que al péndulo no le obliga a rotar ninguna semi-desconocida fuerza, como parece ser que es la llamada “Fuerza de Coriolis” y eso debería mover a reflexión. Si esa fuerza no es la que obliga a rotar al péndulo, tampoco debe hacerlo sobre fenómenos físicos sobre los que se cree que actúa, me estoy refiriendo principalmente a los ciclones tropicales, un asunto de mayor alcance que el que aquí se ha tratado y sobre el que, la ciencia oficial, léase, Enciclopedia Británica, la propia NASA o el National Hurricane Center, creen firmemente que es la que les obliga a rotar.

Predicciones

La lógica expuesta en la parte teórica de este escrito ha sido posteriormente confirmada con las pruebas presentadas (fig. 8 a 14) No obstante, y con el fin de cerrar definitivamente la investigación, sería muy conveniente que esas pruebas se complementasen con otras a realizar en diferentes latitudes. Debería repetirse esa prueba en una latitud más septentrional de nuestro hemisferio, hacer otra en el ecuador y otras 2 en otras 2 latitudes del Hemisferio Sur.

En el Hemisferio Norte.

En una latitud lo más septentrional posible que la que tiene la ciudad de Granada, se deberían obtener los siguientes resultados: El desplazamiento lateral del péndulo que realiza en

sentido Este, debería ser más amplio; así mismo, la diferencia en la velocidad por tramos debería ser mayor que la que existe en la latitud de Granada.

En el ecuador

En el ecuador la velocidad del péndulo no debería presentar diferencias entre sus lados norte y sur, aunque sí entre sus lados Este – Oeste siendo mayor la velocidad que del último tramo del Este, aunque eso no desviará sus trayectorias puesto que no habrá desplazamientos laterales.

En el hemisferio Sur:

En este hemisferio se deberían hacer 2 pruebas relacionadas inversamente con las 2 localizaciones del Hemisferio Norte, una primera debería hacerse en una latitud que se encuentre a la misma distancia del ecuador que lo está la ciudad de Granada, y una segunda en una latitud que esté a la misma distancia del ecuador que la que tenga la que tuviera la latitud más que la que se hubiera escogido en el Hemisferio Norte. Los resultados deberían ser los siguientes:

En el primer caso se deberían obtener las mismas magnitudes en las diferencias de la velocidad por tramos que las que se han obtenido en Granada, aunque el predominio de la velocidad en los extremos debería corresponder a la llegada al lado norte de cada oscilación. Así mismo, el desplazamiento lateral del péndulo hacia el Este también debe darse, pero debe comenzar desde el extremo del lado sur de las oscilaciones. La excepción mostrada en la figura 12 también se debería producir en este hemisferio; es decir, que aunque las mayores velocidades por tramos se produzcan en el lado norte de cada plano de oscilación, en la zona cercana al SE debe producirse la excepción expuesta en la figura 12 (100°SE – 280NE). Así mismo, la zona en la que se deben producir las mayores velocidades del péndulo deben obtenerse en la zona sur en una orientación cercana a 240° SO - 60° NE, posición opuesta, en relación al Este, a las trayectorias mostrados en la figura 13 (120° - 300°).

En el caso de la latitud más alejada del ecuador se deberían obtener los mismos resultados que los obtenidos en la latitud más septentrional del Hemisferio Norte, aunque de sentido opuesto; es decir, que la mayor magnitud se debería producir en el lado norte del plano sobre el que oscile el péndulo y los desplazamientos laterales en sentido Este deben ser más amplios, comenzando también desde el lado norte.

EL EFECTO ALLAIS

Puesto que éste es un asunto menos conocido que el del péndulo de Foucault, a continuación se exponen 2 enlaces para que, quien lo precise, se familiarice con el llamado “Efecto Allais” del péndulo.

www.allais.info/priorartdocs/lawgrav.htm

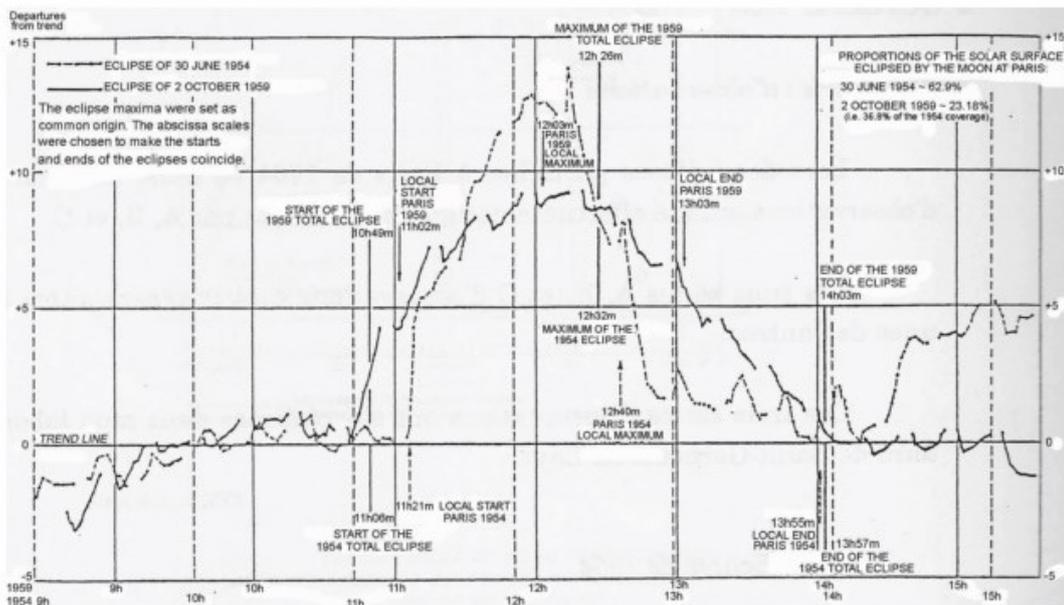
http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/1999/ast06aug99_1/

Anteriormente se ha demostrado que las causas físicas que obligan a la rotación del péndulo, son consecuencia de una descompensación en la fuerza que el planeta ejerce sobre él, por causa de su propia rotación; de esa forma, lo que en origen es una fuerza de sentido único, se convierte en una fuerza de torque, consecuencia todo ello, de las diferencias de masa planetaria que existen a cada lado, norte y sur, de sus oscilaciones.

Parece lógico esperar que para que al péndulo se le pueda alterar de nuevo, otra fuerza de la misma naturaleza debe actuar sobre él. Es por eso, que bajo la influencia de otras fuerzas gravitatorias, como pueden ser las que resulten de la alineación de la Luna y el Sol, sus oscilaciones puedan sufrir nuevas alteraciones.

Maurice Allais fue el primero que informó que mientras sucedían 2 eclipses se habían producido desviaciones significativas en el tranquilo oscilar de un péndulo. La primera de ellas la detectó en el eclipse del 30 de Junio de 1954, en el que la mayor ocultación del Sol (100%) afectó a la ciudad de Bergen, (sur de Noruega) localidad que está muy cerca del meridiano de Paris. (Bergen, 5° 20' E; París 2° 20' E) La segunda, sucedió el 2 de Octubre de 1959, en el que el eclipse total y la mayor ocultación del Sol (100%) fue en Tombuctú, (Mali) una localización que, en longitud, es también muy cercana a la de Paris (Tombuctú 3° 0' E) Según lo publicado por Allais, los desvíos del péndulo fueron muy parecidos en ambas ocasiones. La superficie ocultada del Sol en la latitud de Paris, fue 62,9% en 1954, y del 36,8 % en el de 1959 (Según la web de NASA, en esta ocasión fue del 28 %) En la figura 15te se muestra la gráfica comparativa que Allais hizo con la superposición de las desviaciones de aquellos 2 eclipses.

**COMPARISON OF THE AZIMUTHS OBSERVED
DURING THE TWO ECLIPSES
OF 30 JUNE 1954 AND 2 OCTOBER 1959**



Source: Allais, unpublished note of 10 November 1959, Movement of the paraconical pendulum and the total solar eclipse of 2 October 1959

Figura 15. Comparación de la influencia que aquellos eclipses tuvieron sobre el péndulo. Según Allais las anomalías alcanzaron una vez 13° y la otra 14° de desvío del péndulo.

Fuente: <http://www.allais.info/alltrans/nasareport.pdf>; pag. 17L

Desde que, gracias a la ayuda de Wernher Von Braun, Maurice Allais publicó aquellas anomalías, han sido innumerables los intentos de repetirlas, pero a decir verdad, los resultados no han sido muy convincentes puesto que se ha llegado a dudar de la veracidad de aquellos desvíos. Por lo que yo he podido analizar, el fracaso de los experimentos posteriores a los de Allais, se han producido por lo siguiente:

Es muy posible que los investigadores que han intentado repetir esos desvíos hayan considerado como muy lógico, el hecho, de que, si Allais detectó aquellas anomalías en zonas en las que el eclipse no era total, deberían producirse con mayor intensidad cuanto mayor fuese su influencia, es decir, bajo la sombra del eclipse –La gran mayoría de los intentos que se han publicado han sido realizados en esas zonas-. Sin embargo, aunque yo también creo que debe

ser mayor la influencia gravitatoria en la zona de sombra de un eclipse, la que pueda tener sobre el oscilar de un péndulo no puede ser tan evidente como en zonas alejadas en latitud. Entiendo que eso debe ser así, porque en la zona de la sombra la injerencia gravitatoria afecta por igual a ambos extremos de su oscilación, circunstancia, que es igual a lo que sucede en el ecuador con el péndulo, un lugar donde el planeta “tira” del péndulo hacia el Este con la misma efectividad en cada uno de sus extremos. En mi opinión, lo más que se puede observar en la zona de la sombra es una ralentización de sus movimientos, circunstancia que, efectivamente, se ha detectado en varios experimentos, por ejemplo, G. T. Jeverdan [3]

En latitudes alejadas de la sombra de un eclipse, la influencia gravitatoria del Sol y de la Luna le afectará de forma descompensada. Es decir, que si el péndulo está en el Hemisferio Norte y la sombra del eclipse pasa por una latitud al norte del péndulo, como sucedió en 1954, se modificará su natural oscilación desde ese lado norte y se dirigirá en sucesivas y continuas “oscilaciones anómalas” en dirección al eclipse. Si por el contrario, la sombra del eclipse pasa por su lado sur, como sucedió en 1959, el péndulo verá modificada su trayectoria desde la posición que le corresponda por su rotación, dirigiéndose en sucesivas “oscilaciones anómalas” hacia el lugar donde se encuentre el eclipse.

Como he dicho al principio de este escrito, durante el eclipse del pasado 3 de Noviembre de 2013, pude conseguir que se repitieran los desvíos anómalos que Allais refirió en su tiempo.

Para ello elegí una zona del planeta lo suficientemente alejada de la sombra como para que su influencia gravitatoria fuese desigual entre los extremos de las oscilaciones de un péndulo. El lugar que me pareció idóneo fue la Isla de Sal, de la República de Cabo Verde, que distaba unos 550 km aproximadamente de la zona central de la sombra. Según mis previsiones, el péndulo debería alterar sus trayectorias al soltarlo desde cualquier orientación, modificando su oscilar desde el extremo sur de cada una de ellas, esto último, porque, como se ha dicho, el eclipse quedaba al sur de la isla. Según mis previsiones, esperaba la mayor influencia sobre el péndulo sucediese cuanto menor fuese la superficie tapada del Sol, y así sucedió, pues aunque desde la primera suelta del péndulo sus trayectorias fueron desviadas de manera muy evidente, las mayores distancias en esos desvío se produjeron en momentos inmediatamente posteriores al final del eclipse.

Procedimientos empleados en las pruebas de la Isla de Sal

Aunque en esta ocasión solamente se expone el enlace del vídeo de una de las pruebas, aquel día utilicé 3 tipos de péndulo; 2 de ellos tenían una esfera de acero de 260 g suspendida de un cable de nylon lo suficientemente rígido, uno de 75 cm y el otro de 50 cm de longitud. El tercer péndulo estaba compuesto de una barra metálica, en la que, en la parte inferior tenía un disco metálico muy parecido al péndulo paraónico inventado por Allais, aunque en este caso el disco lo puse en posición vertical, en vez de horizontal; su comportamiento fue tan anómalo como el de los 2 péndulos tradicionales.

Resultados

En todas las ocasiones en que fueron puestos a oscilar, e independientemente de la orientación en que se soltasen, los péndulos se desplazaban inmediatamente hacia donde se encontraba el eclipse, haciéndolo no solamente unos pocos grados, sino, siempre más de 30° y sobrepasando más de una vez los 100°. En algunas ocasiones lo hacían rotando a derechas y en otras a izquierdas, según la orientación de su liberación. Por ejemplo, si el péndulo se soltaba hacia el Oeste, mientras el Sol no había alcanzado su cénit, desde las primeras oscilaciones se volvía hacia rápidamente el lugar donde estaba el eclipse, rotando, en esta ocasión en sentido anti-horario (Esa isla está en el Hemisferio Norte) y al contrario, si estando el Sol ya por la tarde, muy cerca de 30-40° sobre el horizonte, se le soltaba en dirección Este, el péndulo se dirigía hacia el eclipse inmediatamente rotando a derechas. Como se puede ver en el vídeo, cuyo enlace, a este escrito acompaña, era tal la fuerza con la que se desviaba el péndulo, que la mayoría de las veces rotaban alternativamente a izquierdas y a derechas hasta encontrar el equilibrio de sus oscilaciones, pero siempre terminando en alineación con el Sol.

Una última observación. Cuando llegué a la Isla de Sal tenía previsto asegurar el cable de nylon a la esfera mediante un adhesivo de cianocrilato pero como no pude encontrarlo en la ciudad donde me ubiqué, eso me obligó a sujetar la esfera al cable mediante cinta adhesiva, algo, que reconozco no queda muy estético, pero que como se ve en el vídeo, no interfirió en absoluto sobre la capacidad de oscilación del péndulo.

Este es el enlace del vídeo en el que se puede ver una gran desviación anómala del péndulo el día 3 de Noviembre de 2013, alcanzando casi 100° de desplazamiento.

<http://youtu.be/D9omz-4ALW4>

Referencias

[1] , *Aero/ Space Engineering*, September 1959; (www.allais.info/priorartdocs/lawgrav.htm)

[2] http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/1999/ast06aug99_1/

[3] G. T. Jeverdan, G. H. Rusu, y V. Antonescu “, *Expériences à l'aide du pendule de Foucault colgante L'Eclipse du Soleil du 15 février*

[4] I. Mihaila , N. Marcov , V. Pambuccian y O. Racoveanu “ , “ *A new confirmation of the Allais effect during the solar eclipse of 31 May 2003 Proceeding of the Romanian Academy. Vol 5 num 3/2004.*

[5] T. Goodey , *Journal of Advanced Research in Pphysics* 1 (2) 021007 (2010)

Agradecimientos

A la Universidad de Granada, departamento de Física Aplicada, y en particular al profesor Juan Salcedo Salcedo por la ayuda prestada en la realización de los experimentos.

A Alberto Rodríguez Palma, matemático, que se encargó de transformar los datos obtenidos en Granada en las gráficas que recomponen la realidad de las oscilaciones mostradas en las figuras 8 a 14

Angel González Hernández

Málaga, Abril de 2014