



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Instituto de astronomía

Publicaciones Técnicas



“Reporte Técnico”

RT-2010-05

**EL CRONÓGRAFO EFEMERÍDIO Y EL ANTEOJO ALTAZIMUT
DEL INSTITUTO DE ASTRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.**

Marco Arturo Moreno Corral.

Septiembre de 2010

El Cronógrafo Efemerídico y el Anteojo Altazimut del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México

Marco Arturo Moreno Corral
IA-UNAM Campus Ensenada
e-mail: mam@astro.unam.mx

Introducción.

El Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (en lo sucesivo IA-UNAM) es el heredero directo del antiguo Observatorio Astronómico Nacional (OAN), institución que inició sus operaciones el 5 de Mayo de 1878, en las instalaciones que especialmente se acondicionaron para ese fin en lo alto del Castillo de Chapultepec. Pocos años después de comenzar sus actividades, en 1884 fue mudado a la población de Tacubaya,¹ donde se construyó ex profeso un edificio para albergarlo, que ocupó hasta 1960. Aquel inmueble se localizó en el número 170 de la actual Avenida Observatorio de la Ciudad de México.

Para iniciar sus operaciones, el OAN recibió diversos instrumentos, que el Gobierno Mexicano había adquirido años antes con objeto de equipar a profesionistas que trabajaban en labores relacionadas con la exploración del territorio nacional. La mayoría de aquel instrumental era de fabricación inglesa, aunque también compró aparatos en Francia y Alemania.

Con el paso del tiempo, muchos de aquellos instrumentos quedaron obsoletos, pero ante las limitaciones de presupuesto que siempre tuvo el OAN, su personal se la ingenió para sacar provecho de ellos hasta muy entrado el siglo XX, así que cuando la Universidad obtuvo su autonomía en 1929, aquellos aparatos científicos pasaron a formar parte de su patrimonio, pues el OAN fue puesto bajo su custodia. De esta manera, cuando en 1968 el OAN fue transformado en el actual IA-UNAM, los antiguos telescopios y otros aparatos quedaron bajo resguardo en esta última dependencia universitaria.

Muy recientemente una de las actividades que algunos miembros del IA-UNAM desarrollaron con motivo del Año Internacional de la Astronomía en el 2009, fue el montaje de una exposición itinerante de instrumentos astronómicos antiguos, que tuvo como fin principal, mostrar al público, pero sobre todo a los jóvenes, cómo eran los primeros instrumentos utilizados por nuestros astrónomos en los trabajos de observación que realizaron durante el siglo XIX. La exposición, que fue presentada con éxito en diferentes partes del país, logró su cometido. Como Curador de esa exposición, el autor del presente escrito buscó información sobre el origen y uso que nuestros científicos decimonónicos hicieron de ellos. En

¹ Actualmente Tacubaya queda comprendida en la Delegación Miguel Hidalgo de la ciudad de México.

particular dos llamaron grandemente la atención del público, sobre todo por su valor histórico, razón por la que nos ocuparemos de ellos en este reporte.

El Cronómetro Efemerídeo.

El Crónometro Efemerídeo Astronómico construido por el inventor mexicano Juan Nepomuceno Adorno es único, pues además de ser de fabricación nacional, fue construido específicamente para regalarlo al OAN, donde se instaló en 1880, por lo que ha estado en nuestras instalaciones desde la época en que el trabajo de observación se hacía desde la parte alta del Castillo de Chapultepec. Este instrumento de precisión tiene también gran belleza, pues su acabado en madera fina y la calidad de las diferentes carátulas y escalas grabadas en metal que lo forman, le dan un aspecto de sobria elegancia.

Sobre ese aparato, su inventor ² escribe:

Este Cronómetro consta de dos cuerpos de mecanismo. Al cuerpo inferior lo constituye un cronómetro construido con gran esmero por el orden común, con su volante tan bien compensado como es posible, teniendo dos tuercas reguladoras para dar mayor o menor diámetro a la balanza de oscilación.

Más adelante continua:

Toda la máquina está montada en una balanza equilibrada en dos círculos concéntricos, sostenidos por cuatro tornillos colocados en ángulos rectos, conservada la facilidad constante del movimiento con cuatro tuercas de seguridad, y conseguido el equilibrio por suficiente contrapeso colgante.

En su estado actual, este aparato está formado por un cilindro hueco de madera de 39 cm de diámetro, barnizado con laca transparente que deja ver la veta de ésta.³ Se apoya en dos bases rectangulares sobrepuestas también de madera. La que está en contacto directo con el piso, tiene 9 cm de alto y 60 cm de lado. Sobre ella hay una moldura de bronce. La segunda, que va sobre la primera, tiene 11 cm de altura y 43 de lado. Sobre esta última y centrado en ella, se apoya el cilindro que tiene una altura de 1m, de tal forma que desde el piso hasta el punto más alto de la estructura cilíndrica, hay 120 cm.

Como puede apreciarse en la Figura 1, el frente del cilindro está formado por dos puertas circulares. La inferior tiene ensamblado un vidrio curvo transparente, que la convierte en una ventana que permite ver el interior, formado por dos compartimientos que son ocupados por otros tantos aparatos. La puerta superior es de madera de una pieza y sirve para dar acceso directo al cronómetro, que es

² Adorno, primera obra citada en la bibliografía.

³ Por su color rojizo la Madera podría ser caoba.

el que se muestra en la parte alta de la imagen derecha de esa figura. A través de ella se puede dar cuerda al cronómetro, ajustarlo y balancear el contrapeso, que permite que se mueva libremente por acción de la gravedad.



Figura 1. Cuerpo principal del cronómetro y vista de su interior.

En su parte superior, el cilindro tiene una base circular de madera, con un hueco al centro, que permite el montaje y libre oscilación del cronómetro, que como se muestra en la Figura 1, sobresale de esa base. La madera de dicha base se encuentra parcialmente rajada, seguramente por el paso del tiempo y porque el material del que se hizo, se secó de manera no controlada. Sobre esa base y a lo largo de toda su orilla, se talló una ranura circular de $\frac{1}{2}$ centímetro de ancho, donde encajaba un capelo de vidrio, que protegía al cronómetro del polvo. Este dispositivo ya no existe, aunque hay fotos que muestran que todavía al mediar el siglo pasado, lo tenía puesto.

En el interior del cilindro de madera, en su parte inferior, se encuentran en dos niveles distintos dos instrumentos auxiliares; una brújula basculante y un termómetro que también tiene posibilidades de oscilar. Estos instrumentos son los que quedan de una estación meteorológica que Adorno ideó para acompañar al cronómetro.

Sobre el particular, puede leerse en la *Descripción del Cronómetro Efemerídico Astronómico* escrita por ese personaje, que:

En la parte baja de la columna que sirve de pedestal al cronómetro, e independientemente de éste, hay un terremómetro, un trepidómetro, un barómetro, un termómetro, un higrómetro y una aguja magnética, todo dispuesto para constituir un pequeño observatorio meteorológico tan compacto como era posible para hacerlo caber en tan pequeño espacio.

El terremómetro está unido por unos cordones de seda a un reloj ordinario que debe montarse diariamente, arreglándose al cronómetro. Hay en este mecanismo una pesa colgada en equilibrio, la cual al comenzar el terremoto cae y el reloj instantáneamente se para, marcando al momento el fenómeno, cuyas oscilaciones se marcan automáticamente con un lápiz en un hemisferio de madera blanca, conociéndose su dirección por medio de la aguja magnética situada abajo.

La parte fundamental de este aparato es el cronómetro mismo, que su inventor designó como el nombre de efemerídico astronómico, porque a demás de dar la hora exacta, sirve para indicar el tiempo solar, la hora sideral, los días de la semana, los días del año, los meses, las fases lunares, el movimiento aparente del Sol a través del círculo del zodiaco y el inicio de las estaciones. Toda esa información se encuentra grabada en diferentes carátulas que se muestran en la Figura 2.



Figura 2. Carátulas que proporcionan las diferentes efemerides.

En la carátula central hecha de bronce, el constructor grabó la siguiente leyenda: *Cronometro Efemeridio Astronomico Inventado, Calculado y Construido por Juan N. Adorno*. En letra más pequeña, puede leerse: *Las efemérides están calculadas para el meridiano de Chapultepec en México pero deben añadirse a las observaciones astronómicas los datos de aberración, refracción, precesión y del periodo bisiesto. La Luna mecánica a 4/6585 de Saros*. Al final de esta leyenda hay grabada una firma, que es la de Adorno.

Al centro de la carátula del cronómetro, que se encuentra cubierta por una ampolla circular de plástico transparente que lo protege, y que debió colocarse muy posteriormente a la fecha original de construcción, hay un eje donde se han montado diferentes agujas, cada una de las cuales marca distintos parámetros.

Sobre lo que este aparato marca, su constructor nos dejó la siguiente información:

En la parte central fija de la carátula hay grabados los segundos, los minutos, las horas civiles, las horas solares astronómicas y los días de la semana.

Después de describir como logró el movimiento especial de cada una de las agujas que señalan esos parámetros, indicó que:

Este ánulo tiene en su parte inferior una rueda de trescientos sesenta y cinco husos de acero verticales, correspondiendo cada uno a cada día del año....

En este ánulo se hallan grabadas las horas siderales legibles por horas, medias, cuartos y minutos. También tiene grabado mi nombre como inventor y constructor y algunos detalles acerca del movimiento lunar.

En el centro de la carátula, sobre los ejes de los indicadores, se halla una esfera de oro, la que representa al Sol como el cuerpo central de su sistema.⁴ Por lo tanto en el ánulo móvil se hallan diametralmente opuestos dos aparatos; el primero es la Tierra que recorre anualmente su órbita, y la órbita de la Luna que circula en rededor de la Tierra en cada lunación, acompañando a este planeta en su revolución alrededor del Sol.

Esta disposición tan ingeniosa, es la que permite de manera simple, siempre y cuando se tomen en cuenta varios factores de corrección, determinar los eclipses solares y lunares.

⁴ Como hay otras partes del cronómetro en ese metal, tal afirmación debe ser aceptada como cierta, pero en su estado actual, ha sido substituida con una cuenta dorada de plástico.

El otro aparato, opuesto al terrestre, es el meridiano representado por el escudo de armas mexicanas, en oro, teniendo en su borde exterior un índice de acero.

Esta es la descripción del autor de lo que se puede obtener de las lecturas correspondiente al anillo movable, que en la Figura 1 es el externo que aparece de tono dorado. Finalmente en la parte externa de la carátula, se puede obtener otros datos.

Este círculo representa el zodiaco con la serie de sus constelaciones y las principales estrellas grabadas sucesivamente de derecha a izquierda, y por consecuencia como se halla en la Naturaleza, de Occidente a Oriente, visto así el zodiaco desde el lado del hemisferio boreal.

El anillo fijo zodiacal tiene seis grabados circulares que describiré, comenzando desde su borde interior hacia el exterior.

1º. Se halla dividido en los doce meses del año en el círculo interior.

2º. El segundo círculo está dividido en trescientos sesenta y cinco puntos, representando los días de cada mes y los meses del año...

3º. El tercer círculo tiene grabados los signos del zodiaco, comenzando por el de Aries, que coincide con las veinticuatro horas del horario astronómico...

4º. En este círculo se hallan grabados los minutos y segundos que el Sol adelanta o atrasa diariamente...

5º. En el quinto círculo están grabados los grados y minutos de declinación del Sol en todos los días del año, ...

6º. Finalmente en el círculo exterior del cronómetro están grabados los 360º de la órbita que la Tierra recorre cada año; ...

En cuanto al complejo movimiento Tierra-Luna, Adorno aceptó que “no hay posibilidad mecánica de realizar directamente la ecuación”, por lo que tuvo que considerar el ciclo Saros y hacer una aproximación para determinar la relación de engranes que utilizó para representar ese movimiento. Después de discutir el problema,⁵ escribió que:

Por último, la Luna mecánica lo mismo que la Tierra, son en el cronómetro dos esferitas (menor la primera que la segunda) de acero, en que en la parte iluminada que constantemente mira al Sol central, está el acero bruñido en blanco, y la parte que se halla en la sombra en azul pavonado.

La disposición de este ingenioso mecanismo en el cronómetro, permitía establecer cuándo habría eclipses lunares o solares a lo largo del año.

⁵ Páginas 6, 7 y 8 de su *Descripción del Cronómetro ...*

Hasta aquí la descripción de este instrumento, ahora se hablará un poco sobre su historia. Juan Nepomuceno Adorno (1807-1887), inventor y constructor de este aparato, fue un curioso personaje mexicano autodidacta, que tuvo su actividad principal en la segunda mitad del siglo XIX. Escritor, filósofo, inventor y aficionado serio a la Astronomía,⁶ construyó este cronómetro específicamente para regalarlo al Observatorio Astronómico Nacional. Como lo hizo cuando esta institución estuvo en el Castillo de Chapultepec, que fue entre 1878 y 1882, lo diseñó tomando en cuenta el meridiano que pasa por aquel sitio, por lo que los cálculos necesarios para obtener la distinta información que proporciona el aparato, deberían tomar ese hecho en cuenta.

Para explicar el uso de este instrumento, Adorno escribió la *Descripción del Cronómetro Efemeridio*.⁷ Opúsculo de ocho páginas, sin ilustraciones, que publicó en la Tipografía de Gonzalo A. Esteva, de la calle de San Juan de Letrán, de la Ciudad de México, posiblemente en 1880, año para el que están hechos los cálculos de los engranes de relojería que marcan las fechas en el cronómetro, y que como hizo notar en ese trabajo, fue año bisiesto. Actualmente este es un texto difícil de conseguir. Existe un ejemplar en el Acervo Histórico del Instituto de Astronomía de la UNAM, que es el que hemos consultado.

Una vez que el OAN se cambió a Tacubaya, este aparato fue puesto en la biblioteca del nuevo edificio, años después, se le trasladó a la sección de ese edificio conocida como el octágono por su forma, que era utilizada como sala de exhibición abierta al público. En el Inventario de los bienes del OAN fechado el 30 de Mayo de 1945, se encuentra la siguiente nota:

5.- Cronómetro efemeridio astronómico, marca Juan N. Adorno, de mts. 1.20 x 0.40 con capelo de vidrio en cómoda circular con entrepaño.

El valor que se le asignó en ese inventario, fue de 1000.00 pesos.

En las instalaciones que el IA-UNAM tiene actualmente en Ciudad Universitaria, este antiguo aparato estuvo guardado primero en la dirección y desde hace años se le ubicó en la biblioteca, en la parte donde las encargadas desarrollan regularmente sus funciones.

Para concluir con este instrumento, solamente queremos hacer notar, que parte importante de su valor histórico, es que muestra la capacidad técnica que se tenía en México a fines del siglo XIX. Si este cronómetro se pone junto a otras piezas similares, pero de construcción extranjera, no desmerece en nada.

Altazimut Troughton & Simms 1864.

⁶ Este personaje también publicó en 1882 un trabajo sobre el tránsito venusino de ese año; sobre un notable cometa que se vio en esa fecha y sobre las observaciones que entonces hizo de Marte. Ver la referencia completa en la sección bibliográfica de este reporte.

⁷ Ver bibliografía.

Este instrumento recibe ese nombre, porque fue diseñado para medir la altura y azimut de un astro. En este tipo de instrumentos, el telescopio refractor se encuentra montado sobre un eje centrado en un círculo que al girar sobre un plano vertical, permite determinar la altura del objeto que se observa. A su vez, esa parte del aparato puede girar en el plano horizontal, para así determinar el azimut del cuerpo celeste bajo estudio y dar en forma directa sus dos coordenadas en el sistema de referencia horizontal



Figura 3 Anteojo Altazimut Troughton & Simms 1864.

La Figura 3 muestra el excelente telescopio altazimut del IA-UNAM, que originalmente fue adquirido en 1864 por el Gobierno Mexicano, para que los ingenieros que en esa época estudiaban el territorio nacional, hicieran uso de él en sus delicadas labores.

Este instrumento fue construido por la prestigiada fábrica Troughton & Simms de Londres, Inglaterra, quien en aquellos años hacía los aparatos de medición de mayor precisión en el mercado.⁸ Esta compañía se especializó en fabricar teodolitos para trabajo geodésico y cartográfico, que fueron utilizados en todo el mundo durante el siglo XIX, por ello no es de extrañar, que nuestro país adquiriera un número considerable de ese tipo de instrumentos, aunque hay que destacar que el que aquí nos ocupa, fue entre los portátiles que llegaron a México, muy probablemente el de mayor tamaño y más preciso.

⁸ Ver *Cyclopaedia of Telescope Makers* en las referencias.

El anteojo altazimut Troughton & Simms del IA-UNAM es un pesado instrumento metálico, con base circular de acero pavonado de 47.69 cm de diámetro, que para su correcta nivelación se apoya en tres patas separadas cada una por 120°, sobre las que se puede mover en cada caso un tornillo con rosca fina, que en conjunto permiten nivelar correctamente todo el instrumento en el plano horizontal. La parte exterior de esta base tiene una escala grabada de 0 a 360°, que con la ayuda de dos microscopios verticales A y B convenientemente montados (ver Figura 4), permiten que el observador determine el ángulo azimutal. Los mecanismos de movimiento de esta escala son tales que puede girarse en pasos grandes o hacerlo en forma muy fina.

En la parte frontal de esa base, está grabada la siguiente leyenda:

Troughton & Simms
London
1864
C. J.

Sobre esta base se apoyan rígidamente dos pilares metálicos, también pavonados, que tienen una altura de 60.24 cm, sobre los que se encuentra el eje de giro vertical montado en dos círculos paralelos de 45.18 cm de diámetro, en medio de los cuales está fijo el telescopio refractor, que tiene una distancia focal de 75.3 cm. Al lado de cada uno de esos círculos hay dos microscopios marcados como C y D, que sirven para leer con precisión las dos escalas graduadas que tienen incorporados y que permiten determinar la altura que sobre el horizonte tiene el astro que se observa.

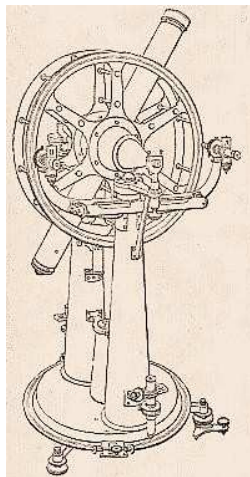


Figura 4. Diagrama del fabricante de un telescopio tipo altazimut.

El instrumento cuenta con dos niveles de burbuja, uno en la base y otro acoplado a los círculos verticales, que permiten nivelar correctamente el aparato antes de comenzar a realizar las mediciones. La burbuja horizontal puede cambiarse de posición sobre la base.

Este aparato está muy bien conservado, aunque faltan los oculares de tres de los microscopios y el del telescopio, que como son fáciles de poner y quitar, seguramente en el largo tiempo en que ya no ha sido usado, se le sustrajeron.

Como se dijo al principio de esta sección, el instrumento fue adquirido en 1864 por el Gobierno Mexicano, para que fuera utilizado en labores astronómicas de apoyo al trabajo geodésico y cartográfico que entonces se hacía para establecer correctamente las dimensiones del país. Sobre el particular, el Ing. Francisco Jiménez, al referirse a varios instrumentos de la Escuela de Minas de la ciudad de México, escribió en 1865:

... había además otro telescopio zenital y un gran altazimut que acababan de recibirse de Londres y que el Sr. D. José Ilarregui había encargado para el establecimiento durante el tiempo que fue subsecretario de Fomento.⁹

Entre 1868 y 1870, el Ing. Ángel Anguiano, quien posteriormente sería el fundador y primer director del OAN, trabajó como responsable del trazo y apertura de caminos en el Estado de Michoacán.¹⁰ Con tal motivo, realizó un importante número de observaciones de estrellas brillantes, utilizando entre otros instrumentos, el telescopio altazimut Troughton & Simms aquí reseñado. Debido a su precisión, también lo utilizó para fijar la posición exacta de la ciudad de Morelia, lo que hizo determinando la latitud y longitud de la torre oeste de la catedral de esa capital.

En 1874 este aparato formó parte de la dotación instrumental que llevó la Comisión Astronómica Mexicana, que viajó a Japón para realizar las observaciones del tránsito del planeta Venus por el disco del Sol, del 9 de diciembre de aquel año. La importancia que ese suceso tuvo en la comunidad astronómica mundial del siglo XIX fue grande, pues de su estudio dependía la correcta determinación de la distancia media que separa al Sol de la Tierra.¹¹

El altazimut Troughton & Simms 1874 estuvo instalado en el observatorio a cargo del Ing. Francisco Díaz Covarrubias, que los mexicanos instalaron en la colina de Nogue-no-yama, en las afueras de Yokohama, Japón.¹² La importancia y utilidad que este aparato tuvo en esa expedición, se desprende de la siguiente cita tomada de la obra publicada por dicho personaje:

... El altazimut es sin duda alguna el aparato astronómico más útil en una expedición como la nuestra, por prestarse a todos los usos de la práctica, permitiendo observar en cualquiera región del cielo. Por eso la

⁹ Ver la Memoria sobre San Juan Teotihuacan.

¹⁰ Véase el trabajo “Astronomía decimonónica michoacana” de Moreno Corral y Rodríguez Jorge citado en la bibliografía.

¹¹ Véase por ejemplo el texto *Odisea 1874* listado en las referencias.

¹² Página 327 de la obra de Díaz Covarrubias mencionada en la bibliografía.

*mayor parte de nuestras observaciones de tiempo, de latitud y de longitud, se ha ejecutado con estos instrumentos.*¹³

Pocos años después, el Gral. Vicente Riva Palacio, Ministro de Fomento, ordenó la construcción de los observatorios Astronómico Nacional y Astronómico Central, localizados en lo alto del Castillo de Chapultepec y del Palacio Nacional respectivamente, instituciones que comenzaron a operar en 1878.¹⁴ El segundo fue puesto bajo la responsabilidad del Ing. Francisco Jiménez, experimentado astrónomo mexicano que entre otras cosas formó parte de la comisión antes mencionada y quien hizo las adecuaciones necesarias para instalar varios telescopios en la azotea de la sede del Gobierno Federal. El fin fue que ahí se hicieran las determinaciones necesarias para que ese observatorio sirviera de punto de referencia a la labor cartográfica que entonces se realizaba a lo largo y ancho del país. Como puede apreciarse en la figura 5, uno de los instrumentos que entonces se instaló en ese sitio, fue precisamente este telescopio altazimut.



Figura 5. Vista parcial del interior del Observatorio Astrómico Central. En primer término se puede distinguir el altazimut Troughton & Simms 1864.

La muerte del Ing. Jiménez, pero sobre todo a causa de las vibraciones ocasionadas por los tranvías en el edificio de Palacio Nacional y la contaminación luminosa de la zona central de la Ciudad de México, hicieron que el Observatorio Astronómico Central fuera cerrado. Muchos de sus instrumentos fueron asignados al OAN, quien de esa manera recibió el altazimut que ahora nos ocupa.

Con el paso del tiempo el instrumento cayó en desuso y para 1945 se le guardaba en la sala octagonal del edificio del OAN en Tacubaya. En el inventario

¹³ Obra referida, página 328.

¹⁴ Ver el trabajo de Moreno Corral citado en la bibliografía.

correspondiente de mayo de ese año, se registra como un instrumento completo y se le asignó un valor de 2500.00 pesos.

En los últimos años el altazimut Troughton & Simms 1864 ha sido guardado en la biblioteca del IA-UNAM en Ciudad Universitaria, sin que la mayoría de su personal conozca la honrosa historia de dicho instrumento.

Comentario final.

A lo largo de más de 130 años, el OAN ha jugado un papel importante en el desarrollo de la ciencia en nuestro país, en particular en el de las ciencias exactas. En ese tiempo han sido muchos los instrumentos que nuestros astrónomos han utilizado en sus proyectos de investigación. Debido sobre todo a una falta de cultura de conservación, la gran mayoría de esos equipos se han destruido o perdido, por ello es importante preservar los pocos que nos han quedado, sobre todo instrumentos que como los aquí reseñados, tienen una rica historia. Por ello como punto final de este reporte, me permito sugerir se les destine un lugar apropiado en el vestíbulo del IA-UNAM, en la misma zona donde está el meteorito, pues el ponerlos en exhibición permanente, en vitrinas especiales y seguras, ayudará a que sigamos conservando esta parte del patrimonio universitario.

Referencias.

Adorno, Juan Nepomuceno. *Descripción del Cronómetro Efemeridio Astronómico inventado, calculado y construido para el Meridiano de Chapultepec*. Tipografía de Gonzalo A. Esteva, Calle de San Juan de Letrán 6. México, sin fecha.

_____ *Memoria escrita por Juan Nepomuceno Adorno acerca de los tres fenómenos astronómicos siguientes: 1º. El tránsito de Venus por el disco del Sol el 6 de diciembre de 1882. 2º. El gran Cometa de este mismo año. 3º. Notables observaciones hechas recientemente en el planeta Marte*. Tipografía de Gonzalo A. Esteva, Calle de San Juan de Letrán 6. México, 1882.

Andrews A. D. *Cyclopaedia of Telescope Makers*. The Irish Astronomical Journal, vol. 23 (1), Part 5, p. 99, 1996.

Anguiano, "Ángel. Memoria sobre la determinación de la posición geográfica de Morelia". Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, tercera época, t. 1: 651-663. México.

Díaz Covarrubias, Francisco. *Viaje de la Comisión Astronómica Mexicana al Japón*. Imprenta políglota de C. Ramiro y Ponce de León. México, 1876.

Jiménez, Francisco. *Memoria sobre la determinación astronómica de San Juan Teotihuacan*. Imprenta de I. Cumplido. México, 1865.

Moreno Corral, M. A. *Odisea 1874 o primer viaje internacional de científicos mexicanos*. La ciencia para todos/15. Fondo de Cultura Económica. México, 2003.

_____ “El Observatorio Astronómico Central. Datos para su historia”. En: *La Astronomía en México en el siglo XIX*. María de la Paz Ramos Lara y Marco Arturo Moreno Corral coordinadores. UNAM. México, 2010.

Moreno Corral, M. A. y Rodríguez Jorge, L. F. “Astronomía decimonónica michoacana”. En: *La Astronomía en México en el siglo XIX*. María de la Paz Ramos Lara y Marco Arturo Moreno Corral coordinadores. UNAM. México, 2010.



**Comité Editorial de Publicaciones Técnicas
Instituto de Astronomía
UNAM**

**M.C. Urania Ceseña
Dr. Carlos Chavarria
M.C. Francisco Murillo**

**Observatorio Astronómico Nacional
Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada
22860 Ensenada B.C.
editorial@astrosen.unam.mx**