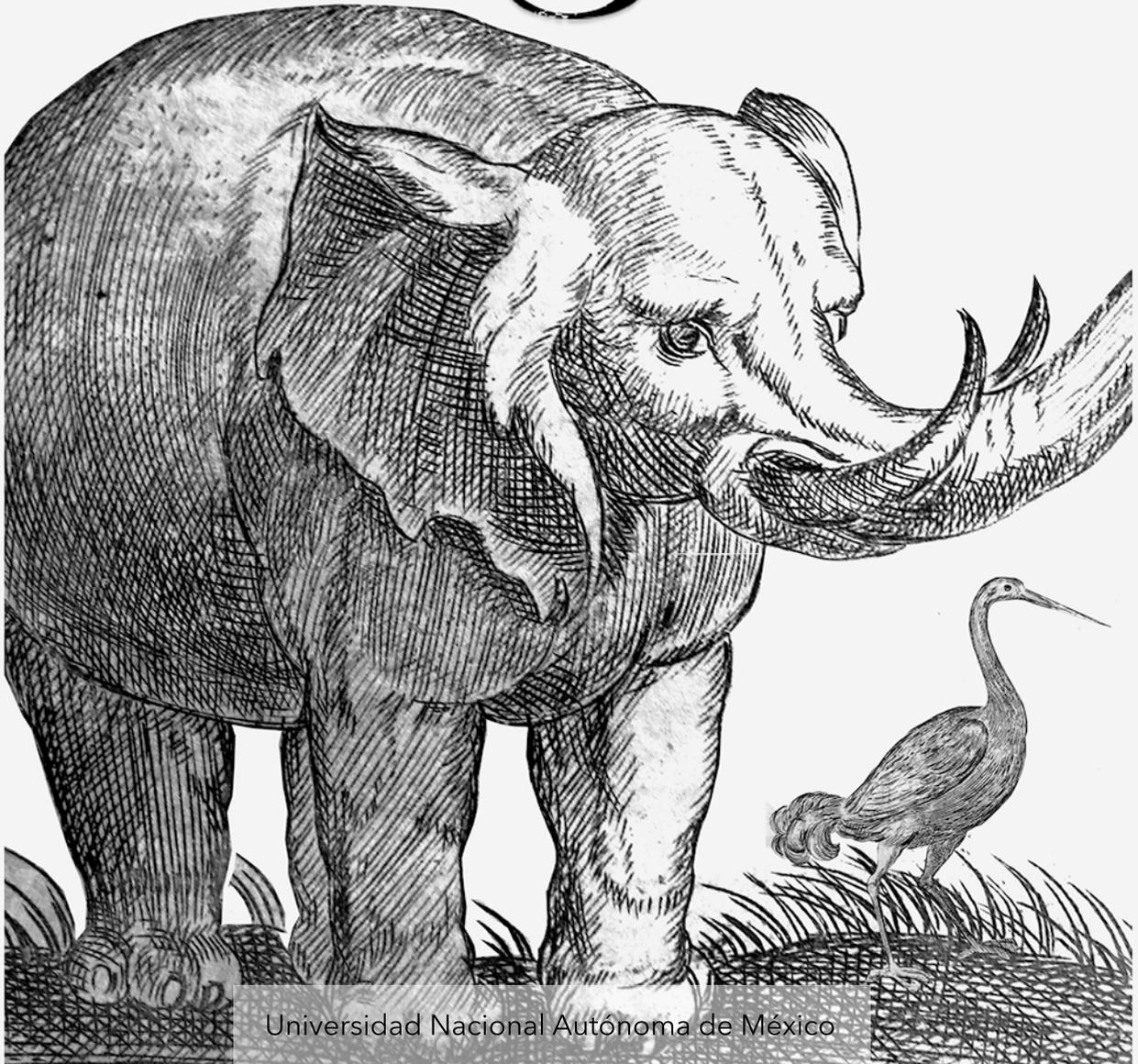


Bibliographica

vol. 5, núm. 1
primer semestre 2022

ISSN 2683-2232



Universidad Nacional Autónoma de México

**Un grabado novohispano inédito.
El tránsito de Venus de 1769 y los instrumentos
científicos de Felipe Zúñiga Ontiveros**

An Unpublished Engraving from New Spain.
The 1769 Transit of Venus and the Scientific
Instruments of Felipe Zúñiga Ontiveros

Marco Arturo Moreno Corral

Universidad Nacional Autónoma de México,
Instituto de Astronomía, Campus Ensenada,
Baja California. México

mam@astro.unam.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1798-2114>

Manuel Suárez Rivera

Universidad Nacional Autónoma de México,
Instituto de Investigaciones Bibliográficas,
Ciudad de México. México

manuelr@unam.mx

<https://orcid.org/0000-0003-2552-0611>

Recepción: 12.08.2021 / Aceptación: 08.11.2021

DOI: <https://doi.org/10.22201/iib.2594178xe.2022.1.285>

Resumen

Este artículo da a conocer por primera vez un grabado inédito sobre el tránsito de Venus por el Sol en 1769. La imagen parece haber sido de uso particular de Felipe Zúñiga Ontiveros y representa una excelente oportunidad para apreciar las actividades astronómicas del siglo XVIII en Nueva España. Incluye un breve análisis de los instrumentos científicos mostrados en la escena y un contexto interdisciplinario que permite entender la importancia del grabado, así como de los instrumentos astronómicos plasmados. De esta forma, el artículo representa una aportación tanto a la historia de la ciencia como a la del arte y del libro, ya que se publica por primera vez desde su manufactura.

Palabras clave

Tránsito de Venus; astronomía; Felipe Zúñiga Ontiveros; Nueva España; grabado; siglo XVIII.

Abstract

This article delves on an unpublished engraving that depicts the transit of Venus around the Sun in 1769. The image seems to have been for Felipe Zúñiga Ontiveros' private use, and it represents an excellent opportunity to appreciate astronomical practices in New Spain during the 18th century. Likewise, the article makes a brief analysis of the scientific instruments shown in the picture, and it also provides an interdisciplinary context that allows the understanding of this engraving's importance, as well as that of the astronomical instruments captured. As this article represents the first publication of this engraving since the time of its manufacture, the results of this research can be deemed as contributions to the fields of Art History, Book History, and the History of Science.

Keywords

Transit of Venus; astronomy; Felipe Zúñiga Ontiveros; New Spain; engraving; 18th Century.

Introducción

Después de siglos de especulación sobre la distribución de los planetas en el Sistema Solar, fue Nicolás Copérnico quien, a partir de las velocidades observables que tenían al desplazarse por el firmamento, estableció su orden correcto, adoptando como hipótesis fundamental el heliocentrismo, modelo que explicó ampliamente en su libro sobre el movimiento de los astros.¹ En los primeros años del siglo XVII, Johannes Kepler, uno de los grandes defensores de ese modelo, elaboró un brillante trabajo matemático con el que estableció la forma que tenían las órbitas descritas por los planetas, lo cual le permitió encontrar las leyes que regían su movimiento² y permitió establecer las distancias que los separaban del Sol. No obstante, sus valores fueron relativos por estar expresados en términos de la separación entre la Tierra y el Sol, distancia que no es posible derivar de la teoría y que, por su importancia para conocer las dimensiones reales de todo el sistema planetario, los astrónomos han llamado Unidad Astronómica (UA).

Casi cien años después, Edmond Halley ideó un método para medir esa distancia, cuyo fundamento era la observación simultánea, desde diferentes sitios ubicados en la superficie terrestre, de un suceso astronómico poco frecuente: el tránsito de Venus frente al Sol.³ Como Copérnico y Kepler habían demostrado, el movimiento anual de la Tierra seguía una trayectoria que encerraba las órbitas de Venus y Mercurio; por ello, hay ocasiones en que desde nuestro planeta se verá que esos astros cruzan frente al brillante disco solar, proyectándose sobre él como pequeños puntos oscuros.

Hechos los cálculos pertinentes, los astrónomos encontraron que Venus era el más adecuado para determinar el valor de la UA; los siguientes tránsitos ocurrirían en 1761 y 1769. Desafortunadamente, las numerosas expediciones que viajaron a distintos sitios de la Tierra para observar el tránsito de 1761

¹ Nicolás Copernicus, *De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI* (Nuremberg: Johannes Petreius, 1543), que se convertiría en una de las principales puntas de lanza que dieron origen a la revolución científica ocurrida durante los siglos XVI y XVII.

² Las famosas tres leyes que llevan su nombre, las cuales describen la forma de las órbitas que siguen los planetas en torno al Sol, así como las velocidades y los tiempos en que lo hacen.

³ Edmond Halley, "A New Method of Determining the Parallax of the Sun, or his Distance from the Earth", en *The Philosophical Transactions of the Royal Society, Abridged*, vol. VI, ed. de Charles Hutton, George Shaw y Richard Pearson (Londres: Printed by and for C. and R. Baldwin, 1809), 243-299.

no tuvieron los resultados deseados y, por muy diversas causas, no pudieron determinarla con precisión, así que la comunidad astronómica internacional puso sus esperanzas en el tránsito del 3 de junio de 1769, que sería visible desde gran parte del Océano Pacífico. El territorio de Nueva España estaba situado en muy buena posición, ya que el tránsito sería visible en todas sus fases desde el sur de la península de Baja California, y parcialmente desde gran parte del país, incluida la Ciudad de México.

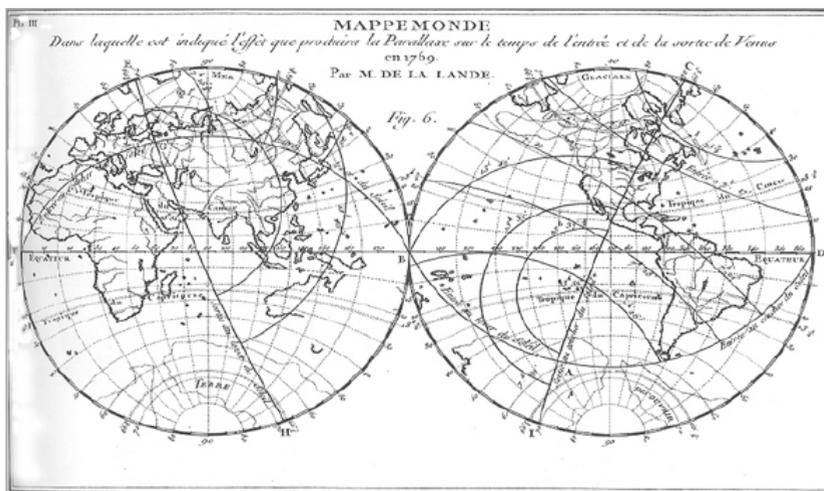


Figura 1. "Mappemonde" publicado por el astrónomo francés Joseph Jerome de la Lande; indica las zonas donde sería visible el tránsito venusino del 3 de junio de 1769. Fuente: gallica.bnf.fr.

Los observadores novohispanos que se prepararon para estudiar aquel tránsito venusino fueron Joaquín Velázquez de León, Antonio Alzate, Ignacio Bartolache, Antonio de León y Gama y Felipe Zúñiga Ontiveros. El primero lo hizo *motu proprio*, aprovechando su visita de inspección a un real minero cercano a la población bajacaliforniana de La Paz,⁴ mientras que los cuatro restantes lo observaron desde la capital novohispana. Alzate y Bartolache fueron comisionados para hacerlo por las autoridades capitalinas, que desde mayo de 1769

⁴ Roberto Moreno, *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el valle de México: 1773-1775* (México: UNAM, IIH, 1977), 380.

manifestaron interés por que se realizaran las observaciones.⁵ El 3 de junio de aquel año, estos dos personajes observaron el paso de Venus frente al disco solar desde lo alto de las Casas del Ayuntamiento de la Ciudad de México,⁶ acompañados por León y Gama, quien les ayudó en tan delicado trabajo, pues además de conocimientos teóricos en astronomía, tenía amplia experiencia observacional. Los datos obtenidos por Velázquez, Alzate y sus dos compañeros fueron posteriormente publicados en París, junto con los que obtuvieron observadores de otras naciones que se distribuyeron en diferentes sitios de la extensa zona de visibilidad.⁷

En contraste, y sin tener tanta fama en la historiografía de la astronomía novohispana como Alzate y Bartolache, Felipe Zúñiga Ontiveros también participó activamente en los esfuerzos colectivos para estudiar el tránsito de Venus. En la fecha del acontecimiento astronómico, Zúñiga ya llevaba 20 años publicando unas *Efemérides calculadas al meridiano de México* y contaba con cierto prestigio en la comunidad “científica” de Nueva España, razón por la cual describiremos brevemente su perfil.

Un astrónomo, matemático e impresor

La figura de Felipe Zúñiga Ontiveros es sumamente interesante, pues al igual que sus coetáneos se dedicó a varias actividades que hoy denominamos científicas. En otros textos hemos dedicado páginas para comprender la relevancia de Felipe en su tiempo.⁸ Por ello, ahora sólo aportaremos datos esenciales que permitan comprender en su justa dimensión las actividades de observación astronómica y medición de tierras que realizaba, pues revelan claramente un perfil muy definido y sugieren que utilizaba buena parte de los instrumentos que declaró poseer, como veremos más adelante.

⁵ “Nombramiento de los Sres. Bartolache y Alzate para ir a hacer las observaciones del paso de Venus por el disco del Sol”. Actas de Cabildo, año de 1769, exp. 10, Archivo Histórico de la Ciudad de México “Carlos de Sigüenza y Góngora”.

⁶ Marco Arturo Moreno Corral, “Ciencia y arte en dos publicaciones astronómicas novohispanas del siglo XVIII”, *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas* 35, núm. 102 (primavera de 2013): 11-31.

⁷ Jean-Baptiste Chappe d’Auteroche, *Voyage en Californie pour l’observation du passage de Vénus sur le disque du Soleil, le 3 juin 1769. Contenant les observations de ce phénomène, et la description historique de la route de l’Auteur à travers le Mexique. Rédigé et publié par M. de Cassini* (París: Chez Antoine Jombert, 1772).

⁸ Manuel Suárez Rivera, *Dinastía de tinta y papel. Los Zúñiga Ontiveros en la cultura novohispana (1756-1825)* (México: UNAM, IIB, 2019).

En estricto orden cronológico, Felipe Zúñiga fue primero un agrimensor,⁹ posteriormente se introdujo al mundo de las matemáticas y la astronomía, y después se convirtió en un exitoso editor-impresor. Para las actividades de medida de tierras, existe evidencia documental que lo muestra activo y con mucha intensidad entre 1750 y 1763. Su primer almanaque fue publicado en 1752 y en relación con la imprenta, la inauguró en 1761, en compañía de su hermano.

La mayor parte de la práctica del agrimensor consistía en la elaboración de mapas, para establecer límites territoriales entre las propiedades, por ello, era común su intervención en los pleitos de tierras entre particulares o instituciones.¹⁰ De acuerdo con Arturo Soberón Mora, hay 11 mapas en el Archivo General de la Nación con autoría de Felipe de Zúñiga y Ontiveros, que buscan ilustrar demandas por tierras. Diez de ellos fueron elaborados entre 1754 y 1763, y sólo uno en 1774.¹¹ Sabemos además que otras veces los agrimensores fungían como asesores en diversos asuntos que la Audiencia solicitaba, en los que se requerían conocimientos sobre medición de tierras y aguas. En 1769 se practicaron diligencias para el reconocimiento de aguas inmediatas a la capital (Tláhuac, Xochimilco, Chalco, Mexicaltzingo y algunas prácticas en Ecatepec y Texcoco) donde el encargado fue Manuel del Prado y Zúñiga, quien designó precisamente a Felipe Zúñiga Ontiveros como su acompañante en la realización de estas tareas (al parecer no tenían relación familiar); los agrimensores se beneficiaban del erario a través del descubrimiento de tierras.

El proyecto más importante en su carrera como agrimensor fue, probablemente, en 1771. Tras la expulsión de los jesuitas se le asignó la tarea, junto con su hijo Francisco, de medir las haciendas que dicha orden religiosa había poseído. Al parecer, el pago fue difícil de definir, ya que los Zúñiga pedían 5

⁹ Para una definición de agrimensor más cercana a la que se tenía en el periodo que estamos investigando, incluimos la de Joaquín Escriche, *Diccionario razonado de legislación civil, penal, comercial y forense*, ed. facs. (México: UNAM, IJ, 1993): "El que tiene por oficio medir las tierras. El agrimensor que faltando a la legalidad en la medición da a uno de los interesados más y a otro menos de lo que les corresponde, ha de ser condenado a pagar al perjudicado lo que le dio de menos, si éste no lo puede recobrar del que lo recibió de más, y a alguna otra pena arbitraria que el juez creyere justa atendidas las circunstancias."

¹⁰ Alfredo Faus Prieto, "El ejercicio profesional de la agrimensura en la España del siglo XVIII", *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* 18, núm. 35 (1995): 425-440.

¹¹ Arturo Soberón Mora, "Felipe de Zúñiga y Ontiveros, un impresor ilustrado de la Nueva España", *Tempus. Revista de Historia de la Facultad de Filosofía y Letras*, núm. 1 (1993): 58, <http://ru.ffyl.unam.mx/handle/10391/1030>.

pesos por caballería y media medida. Esto hacía el ingreso diario, según el fiscal Areche, de 205 pesos por jornada de trabajo: “honorario exorbitante y excesivo [...] baste mencionar que en la segunda mitad del siglo XVIII un mozo de oficina bien pagado obtenía, en promedio, ciento cincuenta pesos anuales”.¹²

En lo que se refiere a su faceta de astrónomo-astrólogo, es preciso destacar que fue mucho más significativa en su vida que la de agrimensor. Felipe pasaba la mayor parte de su tiempo en la redacción, preparación y disposición de textos de índole matemática y astrológica dirigidos a un público muy amplio, ávido de conocer –con la mayor certeza posible– los fenómenos meteorológicos que se habrían de experimentar durante el año en curso. La presencia de este género editorial tenía buen arraigo en Nueva España y en el siglo XVIII contaba con una cantidad importante de consumidores. Concretamente, el *Pronóstico* de Ontiveros logró tener un elevado grado de aceptación entre los lectores y se convirtió en una lectura tradicional en la Ciudad de México.¹³ Incluso José Antonio Alzate, en sus *Gacetas de Literatura*, aceptó que “El consejo que da Felipe Ontiveros (en el pronóstico para este año) a los labradores, para que siembren el maíz, que llaman tresmesino, cuando alguna helada aniquila los que regularmente se siembran; es una excelente advertencia, que evitará siempre que se practiquen las escaseces que por la omisión en ejecutarlo se puedan experimentar”.¹⁴

Las matemáticas llamaban poderosamente su atención, por lo que decidió estudiarlas y obtener un ingreso monetario a partir del cultivo de “estas ciencias”, como lo anotó en sus apuntes personales, en los que ahondaremos más adelante.¹⁵ Gracias a ello, conocemos el procedimiento para producir sus libritos: en un primer momento Zúñiga preparaba los calendarios y guías de forasteros durante sus “insaciables tareas nocturnas”¹⁶ y posteriormente los presentaba al Tribunal

¹² *Ibid.*, 54-55.

¹³ Como muestra de ello, en el Capítulo VI de *Los bandidos de Río Frío*, Manuel Payno hace mención a un almanaque de los Zúñiga: “Un día de tantos como corrían monótonos y tristes, la pobre condesa se levantó, se puso frente a su tocador y llamó a su recamarera favorita. –Dame el calendario. La criada sin replicar le dio un *Calendario* de Ontiveros”. Ver Manuel Payno, *Los bandidos de Río Frío* (México: Conaculta, 2000), 73.

¹⁴ José Antonio Alzate, *Gacetas de Literatura de México* (Puebla: Manuel Buen Abad, 1831), 164.

¹⁵ Esta información la proporciona el mismo Felipe en el manuscrito *Efemérides de Ontiveros* (1762), Colección Genaro García, Biblioteca Nettie Lee Benson, Universidad de Texas, Austin.

¹⁶ *Ibid.*

de la Inquisición, donde hacían la censura previa y eran aprobados para su publicación. Una vez obtenido el permiso del Santo Oficio, el manuscrito pasaba a las prensas en las últimas semanas del año anterior al que el calendario se refería, es decir, el calendario de 1752 se imprimió durante las últimas semanas de 1751, y así sucesivamente.

El contenido de los almanaques se sustentaba en las tablas astronómicas que Felipe elaboraba a lo largo del año. Los cambios de clima son recurrentes en sus apuntes: "Ha sido el mes más favorable [septiembre de 1776] a los frutos, porque, aunque heló los días 23, 24 y 25, no fue cosa mayor y luego volvió a llover con gran provecho de las milpas tardías".¹⁷ El objetivo principal de sus publicaciones era ayudar a los labradores, por lo que la aplicación de los resultados de sus observaciones se destinaba al cultivo y estaba dirigida a un público amplio. Asimismo, en los primeros años de existencia del *Calendario* se aprecia una dimensión decretoria, debido a que buscaba establecer los días propicios, o no, para curar enfermedades, característica que desapareció gradualmente. En ese sentido, se convirtió en una forma efectiva de divulgación del conocimiento; no debemos de perder de vista que "la principal función del almanaque consiste en transmitir información a quienes leen poco. Obra de bajo costo que aparece una vez al año, y que es a menudo –junto con el devocionario o el misal– el único libro que posee el lector popular".¹⁸

En cuanto a su faceta como impresor, es necesario destacar que es, quizá, la más conocida por los estudiosos del periodo virreinal. La aventura tipográfica de los Zúñiga comenzó el 3 de marzo de 1761 en la Calle de la Palma: los hermanos Cristóbal y Felipe inauguraron los trabajos de su nueva imprenta con unas cédulas de comunión.¹⁹ Fue el inicio de uno de los talleres tipográficos más longevos y exitosos de Nueva España, que trabajó ininterrumpidamente más de 60 años y dominó casi por completo (junto con el taller de Jáuregui) la producción de impresos en la Ciudad de México a finales del siglo XVIII y durante las primeras décadas del XIX. Se trataba, por una parte, de un comerciante de la

¹⁷ Ángeles Rubio Argüelles, *Zúñiga, impresor del siglo XVIII en México* (México: Claustro de Sor Juana, 1981), 11.

¹⁸ Lise Andries, "La divulgación del conocimiento en los almanaques franceses", *Secuencia. Revista de Historia y Ciencias Sociales* 62 (agosto de 2015): 165.

¹⁹ En el ámbito bibliográfico, por cédula se entiende: "Fragmento de papel o cartulina destinado a escribir en él alguna cosa", cf. Juan B. Iguíniz, *Léxico bibliográfico* (México: UNAM, 1987), 65. La cédulas de comunión daban constancia de la misma e incluían la fecha y los datos de la parroquia; no se trata de invitaciones ni de recordatorios como los actuales.

Ciudad de México que contaba con un cajón de libros en el Parián y, por otra, de un agrimensor titulado que se dedicaba a practicar diligencias en el interior del reino para medir tierras, y que publicaba una serie de almanaques. Esta faceta de impresor ha sido debidamente estudiada con anterioridad, por lo cual remitimos al lector a los textos respectivos.²⁰

Un grabado inédito

Para la elaboración de sus almanaques, Felipe Zúñiga contaba con unas tablas en donde registraba diariamente los movimientos de los astros conocidos hasta entonces (Sol, Luna, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno), usando como referencia la eclíptica y su posición, en grados y minutos, respecto al signo zodiacal correspondiente, al igual que los aspectos astrológicos entre ellos (conjunción, oposición, sextil, cuadrado). De esta forma, existe el registro manuscrito de su puño y letra sobre todas las conjunciones, eclipses y hasta del clima de absolutamente todos los días que pudo atestiguar en vida, a partir de que comenzó con la elaboración de sus efemérides. Entre los fenómenos registrados está precisamente el tránsito de Venus por el Sol, al cual le dedicó incluso un grabado calcográfico que hasta el momento no hemos podido identificar en ningún otro impreso.

En efecto, el segundo tomo de las *Efemérides* manuscritas de Zúñiga incluye entre las tablas correspondientes a junio de 1769 una impresión con la técnica de grabado al buril.²¹ Podemos inferir que Felipe mandó hacer esta imagen exprofeso para el esperado tránsito de Venus y es probable que no la incluyera en publicación alguna, ya que no tenemos noticia de ella en los repertorios bibliográficos e iconográficos. Desconocemos el propósito de dicha imagen: pudo ser para uso personal o quizá para compartirla con la comunidad ilustrada novohispana, a manera de conmemoración de tan relevante y raro acontecimiento astronómico que, como se destacó, involucraba a la comunidad científica de muchas ciudades del mundo.

En este artículo damos a conocer por primera vez el grabado referido y lo aprovechamos para elaborar un análisis de los aparatos científicos visibles en la escena, comparándolos con una declaración de bienes del propio Felipe, en la que dio relación precisa de todas sus posesiones, entre ellas sus preciados aparatos científicos.

²⁰ Suárez, *Dinastía de tinta y papel*, 89-189.

²¹ El ejemplar se encuentra en la Sutro Library de la Universidad Estatal de San Francisco, que forma parte de la California State Library.



México, y Junio 3 de 1769. Observacion del tránsito de Venus por el disco del Sol. Zuñiga, y Ontiveros.

Figura 2. "Tránsito de Venus por el Sol", ca. 1769. Anónimo, intercalado en el manuscrito *Efemérides de Ontiveros*, t. 2. Biblioteca Sutro, Universidad Estatal de San Francisco.

Como se aprecia, la manufactura es de mediana calidad y pudo haber sido realizada por algún grabador que colaboraba con Felipe en su taller, que en esas fechas ya gozaba de buena fama y acreditación en el medio tipográfico novohispano. De acuerdo con la similitud en el estilo,²² la manufactura manuscrita²³ y los antecedentes en torno a grabados sobre el mismo tema,²⁴ nos inclinamos a pensar que el autor es José Mariano Navarro.²⁵ Al pie del grabado aparece la leyenda: “México y junio 3 de 1769. Observación del trancito [sic] de Venus por el disco del sol. Zúñiga y Ontiveros [rúbrica]”. Lo curioso es que la rúbrica del propio Felipe aparece en la imagen, probablemente como mecenas del grabado. En cualquier caso, es una imagen muy interesante que despierta algunas interrogantes, las cuales estudiaremos a continuación.

Tras un análisis preliminar de la escena, se aprecian cuatro figuras humanas, probablemente sean Felipe, su hijo Mariano y algunos ayudantes, o quizá sólo sea él mismo cuatro veces; nos inclinamos a pensar que se trata de Felipe con colaboradores, ya que es la misma dinámica que siguieron Alzate, Bartolache y León y Gamma en la azotea del edificio del Ayuntamiento. El cielo está nublado, lo cual es confirmado por sus propias efemérides, en donde reporta que el 3 de junio la Ciudad de México tuvo “nubes dispersas, y a la tarde lluvia”.

Lo primero que hay que destacar sobre el grabado que nos ocupa es que refleja bien las diferentes actividades desarrolladas en el observatorio de Zúñiga durante el tiempo que fue visible ese suceso astronómico en la capital novohispana. Los distintos personajes están realizando tareas específicas: observar el disco solar, medir su diámetro, registrar el tiempo en el que ocurrían

²² Ver los diferentes grabados de él incluidos en Manuel Romero de Terreros, *Grabados y grabadores en la Nueva España* (México: Arte Mexicano, 1948), 291-297.

²³ Véase la letra manuscrita en una estampa suelta calcográfica sobre el Santísimo Sacramento que estaba inserta como “testigo” en un libro de la Biblioteca Lafragua, en Puebla, que se reproduce en la exposición virtual “La imagen en el libro antiguo poblano. Técnicas, temas, usos editoriales y grabadores”, Testigo; encontrado en Ref. 1113, entre páginas 364-365. Ref. Ephemera 0128. <http://www.bidilafagua.buap.mx/expo-virtuales/exhibits/show/imagen-libro-antiguo-poblano/jose-navarro-grabador>.

²⁴ Hemos destacado en este artículo que el autor de los grabados sobre la observación de Venus en el Ayuntamiento fue precisamente Navarro.

²⁵ No es nuestro objetivo estudiar a este grabador, por lo que remitimos a los dos autores que lo han estudiado mejor: Kelly Donahue-Wallace, “Printmakers in Eighteenth-Century Mexico City: Francisco Silverio, José Mariano Navarro, José Benito Ortuño, and Manuel Galicia de Villavicencio”, *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas* (2001): 221-223, <https://doi.org/10.22201/iie.18703062e.2001.78.1998>, y Romero de Terreros, *Grabados y grabadores*.

las principales fases del suceso. También está representado el trabajo previo necesario para determinar con exactitud los puntos cardinales, las coordenadas geográficas del sitio y la posición que tendría el Sol sobre el horizonte de la Ciudad de México a lo largo del tránsito, lo cual refleja mucho sobre la faceta de Felipe como agrimensor. El aparente amontonamiento y desorden mostrado en la imagen es el que sigue dándose en las estaciones temporales que se establecen para la observación de fenómenos como los eclipses y las ocultaciones estelares, donde varias personas trabajan simultáneamente para registrar lo que ocurre en el firmamento, teniendo instrumentos diversos distribuidos en el campamento, ya que se utilizarán durante diferentes momentos de la observación y es necesario tenerlos a la mano. Desde esta perspectiva, el grabado de Zúñiga Ontiveros es una instantánea de lo que ocurrió aquel 3 de junio de 1769: ansiedad, actividad febril y disponibilidad de los instrumentos requeridos.

Otro aspecto representado en la escena es el clima que tuvieron ese día los habitantes de esa capital. Aunque se muestra el disco solar completo, hay densas nubes rodeando al Sol. Este detalle es confirmado por la propia bitácora de Zúñiga Ontiveros, en donde afirma que estuvo nublado y que en la tarde incluso llovió; además, sabemos por otros espectadores acerca de la presencia de nublados que dificultaron la observación. Por ejemplo, Antonio Alzate registró el comienzo del tránsito a las 12 horas, 33 minutos, 34 segundos y afirmó que a las 3 horas 50 minutos de la tarde, se cubrió el Sol de densas nubes, cuando había transcurrido menos de la mitad del fenómeno astronómico.²⁶

Es de gran relevancia notar que la parte científica de aquella observación está representada por la trayectoria que Venus siguió sobre el brillante disco solar, la cual en el grabado se indica por la línea recta que cruza la superficie del Sol. Al observarlo, Zúñiga también logró una instantánea de la actividad que este astro tuvo el día del tránsito venusino, indicada en el grabado por las manchas solares entonces presentes. Si este dibujo se compara con el que publicaron Bartolache y Alzate sobre la misma observación hecha por ellos desde lo alto del edificio del Ayuntamiento de la Ciudad de México, podrá verse que ambos son similares, aunque el de estos últimos muestra mayor detalle,²⁷ pese a

²⁶ Esto en el *Suplemento a la famosa observación del tránsito de Venus por el disco del Sol hecha de encargo de la Mui Noble Imperial MÉXICO por D. Jph. Ig. Bartolache i D. Jph. Ant. Alzate el 3 de junio de 1769*, una hoja suelta grabada por Navarro e impresa en la capital novohispana que cita Moreno Corral en "Ciencia y arte en dos publicaciones..." 11-31.

²⁷ Para comparar ambos grabados, véase la reproducción del *Suplemento a la famosa observación en ibid.*

que la distribución de las manchas solares es la misma. Lo anterior permite que los astrónomos de la actualidad puedan medir la actividad solar en el momento de aquel tránsito, un dato que resulta relevante para la correcta comprensión del comportamiento del Sol durante los últimos siglos.²⁸

Sin duda, podría hacerse un análisis más detallado sobre los aspectos técnicos y estéticos de la imagen; no obstante, nuestro objetivo principal es darlo a conocer y, eventualmente, destacar la dimensión científica de la escena como un primer acercamiento. En la última parte de este artículo analizaremos los instrumentos científicos de Felipe Zúñiga, de acuerdo con este grabado y su declaración de bienes de 1773.

Los telescopios e instrumentos científicos de Zúñiga Ontiveros

Hemos hablado en este trabajo sobre las diversas actividades desarrolladas por Zúñiga, entre las que se incluía la de agrimensor, profesión que en aquel tiempo requería para su correcto desempeño del uso de conocimientos astronómicos, ya que las determinaciones primarias de las posiciones geográficas consignadas en los planos y mapas que esos técnicos elaboraban se hacían a partir de la observación precisa de sucesos astronómicos como los eclipses, el movimiento del Sol, la Luna y la posición que las estrellas guardan en el firmamento.

Gracias a las investigaciones de Arturo Soberón Mora²⁹ conocemos la gran cantidad de instrumentos científicos que don Felipe poseía hacia 1772, entre los que pueden mencionarse varios telescopios reflectores y refractores, microscopios; relojes mecánicos, solares y de arena; astrolabios; cuadrantes, sextantes y ballestillas; barómetros; globos terrestres y celestes,³⁰ al igual que reglas, compases y otros aparatos de medición, nivelación y dibujo. En total, ese inventario enumera 120 instrumentos, lo cual, dada la época y el lugar en que se levantó, resulta verdaderamente notable, sobre todo lo referente a los telescopios, que traídos desde Europa resultaban muy caros y no era fácil conseguirlos en Nueva España, tal y como Alzate escribió en 1769 con motivo de la observación de un

²⁸ J. M. Vaquero y M. A. Moreno-Corral, "Historical Sunspot Records from Mexico", *Geofísica Internacional* 47, núm. 3 (septiembre de 2008): 189-192.

²⁹ Soberón Mora "Felipe de Zúñiga...", 51-75.

³⁰ Conocidos también como esferas celestes y globos terráqueos, son representaciones hechas sobre figuras esféricas construidas de madera o cartón, en las que se muestra la distribución de las constelaciones para el primer caso y de los continentes, océanos y países en el segundo.

eclipse lunar que hizo desde la capital novohispana.³¹ Para ubicar la importancia de ese conjunto de instrumentos científicos, puede señalarse que 20 años después, cuando comenzó a operar en la Ciudad de México el Real Seminario de Minería,³² sus laboratorios –que estaban muy bien equipados– contaron con un número menor de instrumentos;³³ e incluso en la Metrópoli, los aparatos utilizados en un notable colegio madrileño de la misma época³⁴ eran equiparables a los de Zúñiga Ontiveros, lo cual de alguna forma confirma la gran posición económica que alcanzó la familia Zúñiga dentro del espectro social novohispano.

Lo primero que llama la atención de esa lista es que era una colección muy extensa de instrumental especializado, lo que sin duda significó una muy elevada inversión para adquirirlo. Afortunadamente para los estudios históricos, incluye los precios, en función de que Zúñiga pretendía hacer un avalúo de sus posesiones porque acababa de fallecer su segunda esposa e iba a contraer nupcias por tercera ocasión, con Gertrudis Ortiz Baroja. Esto explica que se consideraran todos los bienes del impresor, incluyendo su precio.

La fortuna invertida por Zúñiga en equipo de medición constituye sólida evidencia sobre la importación de equipo científico a Nueva España con fines comerciales, y ayuda a entender cómo adquirieron otros novohispanos del último tercio del siglo XVIII los telescopios, microscopios, barómetros, termómetros y otros instrumentos que mencionan –muchas veces marginalmente– en los trabajos científicos que realizaron, noticias de los cuales han llegado hasta el presente.³⁵ Igualmente llama la atención el anuncio clasificado que aparece en la *Gazeta de México*, donde al final de la correspondiente al miércoles 14 de enero de 1784 puede leerse que “quien tuviere un *Anteoyo Gregoriano*³⁶ de reflexión

³¹ José Antonio Alzate, *Eclipse de Luna del doce de diciembre de mil seiscientos sesenta y nueve años* (México: Joseph Jauregui, 1770).

³² Clementina Díaz y de Ovando, *Los veneros de la ciencia mexicana: crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*, 3 vols. (México: UNAM, Facultad de Ingeniería, 1998), ver particularmente “Documento 54”, t. I.

³³ Marco Arturo Moreno Corral, Ma. Estela de Lara Andrade y Francisco Omar Escamilla González, “El primer laboratorio de física en México”, *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física* 18, núm. 1 (marzo de 2004): 27-33.

³⁴ Víctor Guijarro Mora, *Los instrumentos de la ciencia ilustrada: física experimental en los reales estudios de San Isidro de Madrid (1770-1835)*, 1a. ed., Varia (Madrid: UNED, 2002).

³⁵ Véase, por ejemplo, la nota en las *Gacetas de México* de Castorena y Ursúa y las de Sahagún de Arévalo, aparecida en 1742, que hace referencia a un cometa observado telescópicamente desde la ciudad de Puebla.

³⁶ Resaltado en el original. Los telescopios de este tipo eran poco comunes, sólo había un fabricante especializado en hacerlos para la venta y tenía sus talleres en Londres.

ocurra a la calle de Tiburcio número 49, donde se le comprará”,³⁷ nota que por la singularidad del instrumento al que se refiere da la impresión de que quien la hizo publicar estaba tratando de recuperarlo por haberlo perdido, o quizá porque se lo habían robado.

Existen documentos escritos por Zúñiga Ontiveros que demuestran que fue un observador regular de sucesos astronómicos, como los eclipses y la actividad solar,³⁸ al igual que de fenómenos singulares como los tránsitos planetarios de Venus y Mercurio ocurridos en 1769, por lo que en términos de esa actividad resulta entendible su interés por contar con los instrumentos apropiados para realizar las observaciones correspondientes. Lo que nos sigue sorprendiendo es la cantidad en que los tuvo pues, insistimos, fue superior a la que tuvieron incluso profesionales de la astronomía de finales del siglo XVIII.

Otro elemento que permite entender la gran cantidad de dinero invertido en estos aparatos se desprende de los ingresos monetarios anuales que el propio Felipe incluyó en sus efemérides manuscritas. De acuerdo con sus cifras, en 1773 recibía ganancias promedio por más de 3 mil pesos anuales, entre las “matemáticas, imprenta y librería”. De hecho, desde 1761 nunca dejó de ganar menos de 2 mil pesos anuales “libres de horros”, y en más de tres ocasiones superó los 4 mil (1763, 1769 y 1772).³⁹

Para contar con algunos elementos comparativos que permitan dimensionar el rango de estas cifras, podemos usar la referencia que Soberón Mora incluye en su artículo cuando dice que un mozo de oficina bien pagado ganaba 150 pesos anuales, o considerar que el propio Felipe nos dice que la educación de su hijo Felipito ascendía a 15 pesos anuales en el Colegio de San Juan de Letrán. Con base en esto, es claro que el dinero no representaba un impedimento para que Felipe invirtiera fuertes cantidades de dinero en adquirir las herramientas necesarias para desarrollar las actividades que le ofrecían mayores ganancias: la astronomía y la imprenta. Ello explica la gran cantidad de aparatos de medi-

³⁷ Manuel Antonio Valdés, *Gazetas de México, compendio de noticias de Nueva España* (México: Felipe Zúñiga y Ontiveros, 1784), ejemplar correspondiente al miércoles 14 de enero de 1784, página 7, consultado en la colección digital de la Biblioteca Nacional de España.

³⁸ Fernando Domínguez-Castro, María Gallego y José Vaquero, “Sunspots Sketches during the Solar Eclipses of 9th January and 29th December of 1777 in Mexico”, *Journal of Space Weather Space Climate* 7 (1o. de enero de 2017): A15, <https://doi.org/10.1051/swsc/2017012>.

³⁹ Suárez, *Dinastía de tinta y papel*, ver el capítulo titulado “Las buenas cuentas: ingresos de Felipe Zúñiga Ontiveros, 1752-1786”, 239-259.

ción y observación que declaró poseer, así como los miles de pesos gastados en tipografía e insumos para su imprenta, de tal manera que mandar a hacer un grabado en ocasión del tránsito de Venus no le representaba ningún esfuerzo económico. Finalmente, el grabado también pudo representar la oportunidad de que Zúñiga hiciera gala de su envidiable equipo astronómico: era el motivo perfecto para plasmar su enorme inversión en un grabado.

A continuación nos ocuparemos de los que, sin duda, pueden ser identificados como instrumentos astronómicos, siguiendo el orden de la lista producida por Soberón Mora y destacándolos en la escena del tránsito.

La representación de instrumentos científicos en el “Tránsito de Venus”

1. *Un reloj de repetición inglés de sobremesa con su peana dorada y dos leones de china que lo adornan, doscientos pesos.*

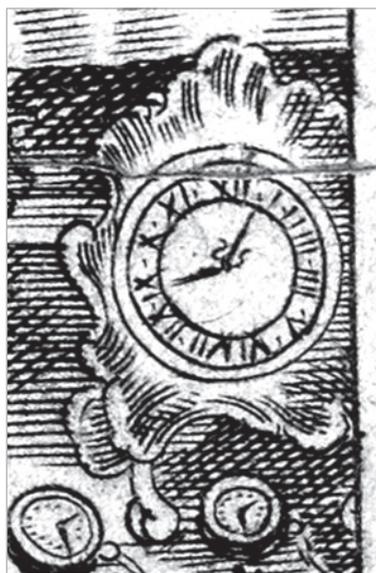


Figura 3. “Tránsito de Venus por el Sol”, ca. 1769 (fragmento).

Se llamaba reloj de repetición al que además de señalar las horas mediante manecillas, las indicaban con la repetición de sonidos, producidos por campanillas u otros mecanismos internos. Los fabricantes ingleses de relojes perfeccionaron esos instrumentos en la década de 1770, alcanzando gran exactitud en sus maquinarias, lo cual se reflejó en la marcha precisa de sus relojes, y por ello tenían

gran demanda. El precio registrado de este reloj era alto, pues equivalía a dos veces el sueldo anual que el profesor de Astronomía y Matemáticas de la Real Universidad de México recibía en ese tiempo. Ese reloj debió de ser el más grande mostrado en la parte derecha del grabado, donde Zúñiga Ontiveros representó su observación del tránsito venusino de 1769; fue usado para registrar las diferentes fases del suceso, tal y como sugiere la presencia del escribano que se encuentra junto a él, tomando notas. Para que los datos obtenidos durante el tránsito tuvieran validez científica, era necesario determinar con gran exactitud temporal esas fases, así que no es de extrañar la presencia de ese y otros relojes en la representación que Zúñiga Ontiveros publicó sobre aquella observación.

2. *Un telescopio de reflexión inglés de media vara⁴⁰ con un pie triangular de latón y su caja de madera fina en cuarenta pesos.*

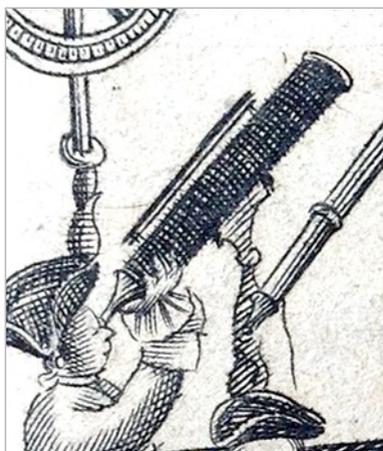


Figura 4. “Tránsito de Venus por el Sol” (fragmento).

Según las características que indica y por cómo parece estarlo usando el observador situado más a la izquierda del grabado de Zúñiga, pudo tratarse de un “anteojo gregoriano” con espejo de $3\frac{1}{4}$ pulgadas de diámetro, con un tubo de bronce de $18\frac{1}{4}$ pulgadas y un trípode de latón. El principal constructor de ese tipo de instrumentos en el tercer cuarto del siglo XVIII fue el inglés Edward

⁴⁰ De acuerdo con la sección de equivalencias de medidas antiguas del *Anuario* del Observatorio Astronómico Nacional, para 1911, una vara era igual a 0.838 metros, por lo que ese telescopio tendría un largo de 42 cm.

Nairme. Llama la atención que en las *Gazetas de México* publicadas en 1784, precisamente por Zúñiga Ontiveros, se hiciera referencia explícita a un telescopio de este tipo.⁴¹

3. Otro dicho de cañones de tres varas con sus lentes buenas en doce pesos.

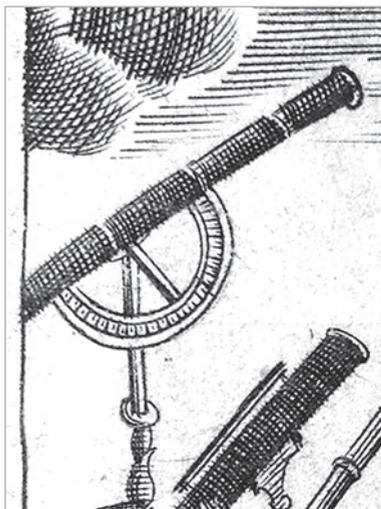


Figura 5. “Tránsito de Venus por el Sol” (fragmento).

Debido a su semejanza en la montura y en la manera de orientarlos, los telescopios refractores –formados por largos tubos metálicos o de cartón, dentro de los que se alojaban los lentes que servían para formar las imágenes amplificadas de lo que se observaba– desde el siglo XVII fueron llamados “anteojos de cañón”, así que el que ahora nos ocupa debió de ser uno de ellos, pues además se informa que tenía buenos lentes y un largo del orden de 2.5 metros. Estas características se ajustan bien al telescopio que Zúñiga ilustró en el extremo izquierdo de su grabado. Muestra una montura de pivote con un semicírculo graduado, que permitiría orientar el instrumento hacia el firmamento de forma precisa, por lo cual se trataba de un telescopio para aplicaciones astronómicas, y que por sus dimensiones era comparable con los que entonces usaban muchos astrónomos europeos.

⁴¹ Ver notas 35 y 37.

4. Otro dicho de tres varas de menor calidad cinco pesos.

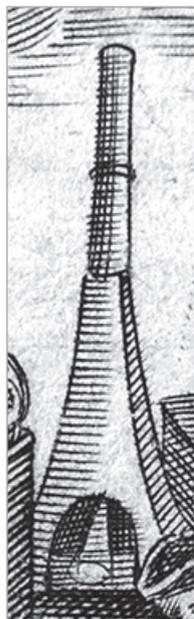


Figura 6. "Tránsito de Venus por el Sol"
(fragmento).

Por su tamaño, pero sobre todo por el comentario de que era de menor calidad que el anterior, debe de tratarse del que se ilustró al centro (hacia la derecha) del grabado; fue modificado y está inserto en una base piramidal que, por el método de proyección, permitía ver la imagen solar proyectada sobre la superficie donde descansaba ese telescopio. Este método de observar el Sol es el más seguro, pues el intenso brillo de su disco puede incluso causar ceguera. Esta manera de estudiarlo se originó en el siglo XVII, cuando comenzaron los estudios de la actividad solar (manchas solares), así que era muy bien conocido por los novohispanos que observaron el paso de Venus de 1769. El método consistía en apuntar el telescopio hacia el Sol y luego enfocar su imagen sobre una superficie blanca. Para lograr detalles en la observación, era necesario hacer que esa imagen se viera con nitidez; esto se lograba construyendo una caja que impedía el paso directo de la luz solar y oscurecía suficientemente el sitio donde se formaba la imagen, logrando así aumentar el contraste. Ese tipo de dispositivos son los que se muestran al pie del telescopio que ahora nos ocupa, pero sobre todo en el que se halla al centro del grabado.

5. Otro dicho de cañones de vara y media de madera fina y sus casquillos de latón, bueno en doce pesos.



Figura 7. "Tránsito de Venus por el Sol" (fragmento).

Es posible que sea el tercero, de izquierda a derecha, que aparece en el grabado, del que cuelga un hilo o cuerda que tal vez servía para destapar el lente antes de observar.

6. Otro dicho de cañones en cajón verde de vara y media bueno en ocho pesos.

Éste no aparece en la ilustración.

7. Un anteojo de cañones pequeño, con que se hace cámara oscura para observar las máculas del Sol, en dos pesos.



Figura 8. "Tránsito de Venus por el Sol" (fragmento).

Con alta probabilidad, éste es el telescopio que ocupa el centro del grabado. En efecto, muestra que se trataba de una cámara oscura con la cual el observador está formando una clara imagen del disco solar, cuyo diámetro mide con un compás, algo que resultaba de gran importancia en el estudio del tránsito venusino. Seguramente estas mediciones se estuvieron haciendo durante el tiempo que duró el suceso, por lo que la presencia del escribano a un lado de ese observador resulta natural, pues debió de estar registrando lo que se medía y el tiempo en que ello se hacía; también tenía a su alcance los relojes, porque en ese tipo de observaciones era muy importante contar los segundos exactos en los que ocurría cada fase del tránsito.

8. *Dos ámulos de latón ingleses medianos, como de a cuarta de diámetro, el bueno en seis pesos y el otro en dos, todos ocho pesos.*



Figura 9. "Tránsito de Venus por el Sol" (fragmento).

Se muestran en la mano izquierda del segundo observador. Todo parece indicar que se trataba de lo que se conoce como "anillo astronómico", aparato portátil muy versátil que permitía determinar la altura del Sol sobre el horizonte, la altura del polo, calcular el instante del paso del Sol por el meridiano del observador y determinar la hora, tanto de día como de noche. Esta suposición se ve reforzada por el hecho de que en la parte inferior central del grabado se ha representado un rectángulo donde además de aparecer un compás y una archipéndula, se ha trazado una línea recta que corresponde a la "meridiana" del lugar, que resulta de la intersección del horizonte del observador con el plano de su meridiano. Esa línea determina el Norte y el Sur, que es la dirección que indica la flecha dibujada en el grabado.

9. *Cinco pares de anteojos de varios colores para ver el Sol, en diez reales.*

Se trata de filtros coloreados con los que se miraba el brillante disco solar durante los eclipses del astro rey. Aunque no aparecen representados en el grabado, debieron de ser utilizados por los observadores del tránsito para verlo directamente sólo unos instantes, pues a pesar de usar estos dispositivos, la cegadora luz solar puede dañar la visión.

10. *Un juego de Globos ingleses de a cuarta de diámetro, con sus meridianos y horarios de latón, mesitas de madera fina y repisas doradas en veinticinco pesos.*

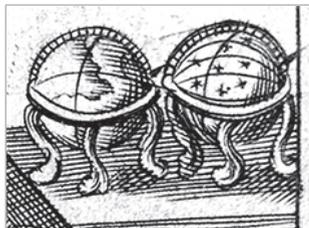


Figura 10. "Tránsito de Venus por el Sol" (fragmento).

Es probable que sean los que aparecen en el extremo derecho y al centro de la ilustración (ver nota 30). Uno de ellos muestra estrellas en su superficie, mientras que el otro deja ver el contorno de un continente, quizá América. En la lista hecha por Soberón aparecen otros globos, pero estos dos son los que mejor se ajustan a lo que se observa en el grabado.

11. *Un Astrolabio graduado con su círculo movedizo de plomo en dos pesos.*

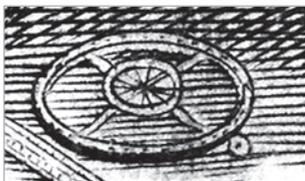


Figura 11. "Tránsito de Venus por el Sol" (fragmento).

Este tipo de instrumentos son de origen muy antiguo y fueron utilizados, fundamentalmente, para determinar la posición del Sol sobre el horizonte del observador. Aunque en la época en que Zúñiga Ontiveros hizo las observaciones ya había instrumentos ópticos para el mismo fin, los astrolabios seguían siendo muy usados. Por las características del que menciona el inventario y el papel secundario que debió de tener en el trabajo astronómico de ese novohispano, debe de tratarse del que se ilustra en la parte inferior derecha del grabado, junto a un compás.

12. *Un reloj de sol en tabla para altura de veinte grados, en cuatro reales.*



Figura 12. "Tránsito de Venus por el Sol" (fragmento).

Este instrumento aparece sobre la mesa donde trabaja el escribiente. Aunque el estilete formaba un ángulo cercano al de la latitud en la Ciudad de México,⁴²

⁴² Latitud del centro de la Ciudad de México: 19° 25' 59", en *Anuario del Observatorio Astronómico Nacional*, Edición CXXXVIII (México: UNAM, 2019).

su uso permitiría establecer la hora con precisión de minutos si se hacían las correcciones necesarias, así que en aquella época este tipo de instrumentos eran muy usados todavía, razón por la cual está representado en la sección de relojes del observatorio improvisado por don Felipe Zúñiga Ontiveros para registrar el tránsito venusino.

13. *Un tintero de bolsa, inglés, mediano, de esmalte, veteadado con navaja, seis reales.*



Figura 13. "Tránsito de Venus por el Sol" (fragmento).

Es probable que sea el que está usando el escribano para registrar los datos obtenidos al momento de la observación.

14. *Seis compases de latón, dos grandes y los demás medianos, estos a seis reales y los dos a doce. Importan todos seis pesos.*

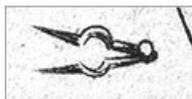


Figura 14. "Tránsito de Venus por el Sol" (fragmento).

Aunque sólo aparece un compás en la escena, probablemente sea uno de los que Felipe refiere en su declaración.

15. *Una pantómetra de madera fina de a cuarta en doce reales.*



Figura 15. "Tránsito de Venus por el Sol" (fragmento).

Era una especie de compás de proporción y se utilizaba para resolver algunas operaciones en torno a las proporciones de las distancias, como copiar, cambiar la escala y reproducir mapas. Al declarar Zúñiga que sólo poseía una, debe de tratarse de la misma que se representa en el grabado.

Otros instrumentos no reportados en la declaración

El grabado que nos ocupa muestra –al centro, en la parte inferior– otros instrumentos como la archipéndula o plomada de nivel, utilizada desde la antigüedad por los constructores de pirámides y templos. Fabricada en madera y con forma de triángulo isósceles, de su vértice más agudo colgaba una plomada que, en combinación con una escala graduada situada en su parte inferior, permitía determinar el valor de los ángulos de interés para el constructor respecto al horizonte.

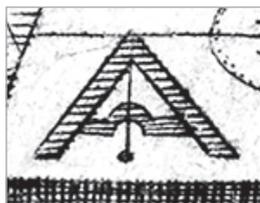


Figura 16. "Tránsito de Venus por el Sol" (fragmento).

En esa misma zona del grabado se muestra la línea meridiana, marcada con una flecha que indicaba la dirección norte-sur, la cual tenía que determinarse con días de anticipación al día del suceso que se pretendía observar; al hacerlo, era posible establecer el lugar en que cada uno de los instrumentos astronómicos debía situarse en el campamento. En el caso de la observación que llevó a cabo Zúñiga Ontiveros, permitió establecer el recorrido preciso del Sol por el firmamento, así como los instantes en que ocurrirían las diferentes fases del tránsito.

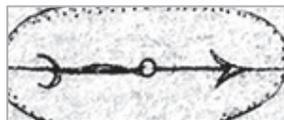


Figura 17. "Tránsito de Venus por el Sol" (fragmento).

También se puede identificar un transportador, utilizado para medir ángulos dentro de la superficie ocupada por el campamento de observación.



Figura 18. “Tránsito de Venus por el Sol” (fragmento).

Estos últimos instrumentos –y algunos más que aparecen dispersos en el grabado, en aparente desorden– fueron utilizados previamente al día de ocurrencia del tránsito, para establecer con precisión el sitio desde donde Felipe Zúñiga Ontiveros efectuó su trabajo: un lugar elevado, plano y libre de obstrucciones en el horizonte. Por lo que se observa en el grabado, pudo ser en la parte alta de algún edificio de la capital novohispana, quizá en su propia casa (calle del Espíritu Santo, hoy Isabel la Católica, junto al Casino Español), donde reportaba ver las estrellas todas las noches para realizar sus tablas y elaborar sus efemérides y calendarios.

Conclusiones

Cabe señalar que la realización exitosa de aquella observación también quedó indicada en el grabado de Felipe Zúñiga Ontiveros, ya que el papel enrollado que se muestra al pie del telescopio central con cámara oscura indica claramente dos imágenes del disco solar tal y como fueron proyectadas por ese aparato, lo que en términos modernos significaría dos “instantáneas” de diferentes fases del suceso. De hecho, se ve al observador que, con la ayuda de un compás, está dibujando el avance del tránsito.

Sin duda, el grabado que presentamos ofrece información muy rica para la historia de la astronomía en Nueva España. En términos históricos constituye también un testimonio fiel sobre la práctica astronómica, a la vez que permite imaginar con gran fidelidad la algarabía generada cuando ocurre un evento astronómico relevante, raro y peculiar.

La prisa del momento, el estrés producto del poco tiempo que duran estos eventos y la emoción de percibir esta clase de fenómenos quedan fielmente plasmados en la imagen que aquí publicamos por primera vez. Esperamos que pueda ser disfrutada, estudiada y divulgada por la comunidad científica y artís-

tica, pues constituye un valioso testimonio del nivel con el que nuestros científicos ilustrados hicieron sus investigaciones.



Referencias

- Alzate, José Antonio. *Eclipse de Luna del doce de diciembre de mil seiscientos sesenta y nueve años*. México: Joseph Jauregui, 1770.
- Alzate, José Antonio. *Gacetas de Literatura de México*. Puebla: Manuel Buen Abad, 1831.
- Andries, Lise. "La divulgación del conocimiento en los almanaques franceses". *Secuencia. Revista de Historia y Ciencias Sociales* 62 (agosto de 2005): 164-182.
- Anuario del Observatorio Astronómico Nacional*. Edición CXXXVIII. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2019.
- Chappe d'Auteroche, Jean-Baptiste. *Voyage en Californie pour l'observation du passage de Vénus sur le disque du Soleil, le 3 juin 1769. Contenant les observations de ce phénomène, et la description historique de la route de l'Auteur à travers le Mexique. Rédigé et publié par M. de Cassini*. París: Chez Antoine Jombert, 1772.
- Copernicus, Nicolas. *De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI*. Nuremberg: Johannes Petreius, 1543.
- Díaz y de Ovando, Clementina. *Los veneros de la ciencia mexicana: crónica del Real Seminario de Minería (1792-1892)*. 3 vols. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 1998.
- Domínguez-Castro, Fernando, María Gallego y José Vaquero. "Sunspots Sketches during the Solar Eclipses of 9th January and 29th December of 1777 in Mexico". *Journal of Space Weather Space Climate* 7 (1o. de enero de 2017): A15. <https://doi.org/10.1051/swsc/2017012>.
- Donahue-Wallace, Kelly. "Printmakers in Eighteenth-Century Mexico City: Francisco Silverio, José Mariano Navarro, José Benito Ortuño, and Manuel Galicia de Villavicencio". *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas* (2001): 221-223. <https://doi.org/10.22201/iie.18703062e.2001.78.1998>.
- Escriche, Joaquín. *Diccionario razonado de legislación civil, penal, comercial y forense*. Edición facsimilar. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, 1993.
- Faus Prieto, Alfredo. "El ejercicio profesional de la agrimensura en la España del siglo XVIII". *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* 18, núm. 35 (1995): 425-440.
- Guijarro Mora, Víctor. *Los instrumentos de la ciencia ilustrada: física experimental en los reales estudios de San Isidro de Madrid (1770-1835)*. 1a. ed. Varia.

- Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2002.
- Halley, Edmond. "A New Method of Determining the Parallax of the Sun, or his Distance from the Earth". En *The Philosophical Transactions of the Royal Society, Abridged*. Vol. VI. Edición de Charles Hutton, George Shaw y Richard Pearson, 243-299. Londres: Printed by and for C. and R. Baldwin, 1809.
- Iguíniz, Juan B. *Léxico bibliográfico*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1987.
- "La imagen en el libro antiguo poblano. Técnicas, temas, usos editoriales y grabadores". Exposición virtual. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <http://www.bidilafragua.buap.mx/expo-virtuales/exhibits/show/imagen-libro-antiguo-poblano>.
- Moreno, Roberto. *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el valle de México: 1773-1775*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, 1977.
- Moreno Corral, Marco Arturo. "Ciencia y arte en dos publicaciones astronómicas novohispanas del siglo XVIII". *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas* 35, núm. 102 (primavera de 2013): 11-31.
- Moreno Corral, Marco Arturo, Ma. Estela de Lara Andrade y Francisco Omar Escamilla González. "El primer laboratorio de física en México". *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física* 18, núm. 1 (marzo de 2004): 27-33.
- "Nombramiento de los Sres. Bartolache y Alzate para ir a hacer las observaciones del paso de Venus por el disco del Sol". Actas de Cabildo, año de 1769, expediente 10. Archivo Histórico de la Ciudad de México "Carlos de Sigüenza y Góngora".
- Payno, Manuel. *Los bandidos de Río Frío*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 2000.
- Romero de Terreros, Manuel. *Grabados y grabadores en la Nueva España*. México: Arte Mexicano, 1948.
- Rubio Argüelles, Ángeles. *Zúñiga, impresor del siglo XVIII en México*. México: Claustro de Sor Juana, 1981.
- Soberón Mora, Arturo. "Felipe de Zúñiga y Ontiveros, un impresor ilustrado de la Nueva España". *Tempus. Revista de Historia de la Facultad de Filosofía y Letras*, núm. 1 (1993): 51-75. <http://ru.ffyl.unam.mx/handle/10391/1030>.
- Suárez Rivera, Manuel. *Dinastía de tinta y papel. Los Zúñiga Ontiveros en la cultura novohispana (1756-1825)*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Bibliográficas, 2019.

- Valdés, Manuel Antonio. *Gazetas de México, compendio de noticias de Nueva España*. México: Felipe Zúñiga y Ontiveros, 1784.
- Vaquero, J. M. y M. A. Moreno-Corral. "Historical Sunspot Records from Mexico". *Geofísica Internacional* 47, núm. 3 (septiembre de 2008): 189-192.
- Zúñiga Ontiveros, Felipe. *Efemérides de Ontiveros*. 1762. Colección Genaro García, Biblioteca Nettie Lee Benson, Universidad de Texas, Austin.
- Zúñiga Ontiveros, Felipe. *Efemérides de Ontiveros*. Tomo 2. Ca. 1769. Biblioteca Sutro, Universidad Estatal de San Francisco. 